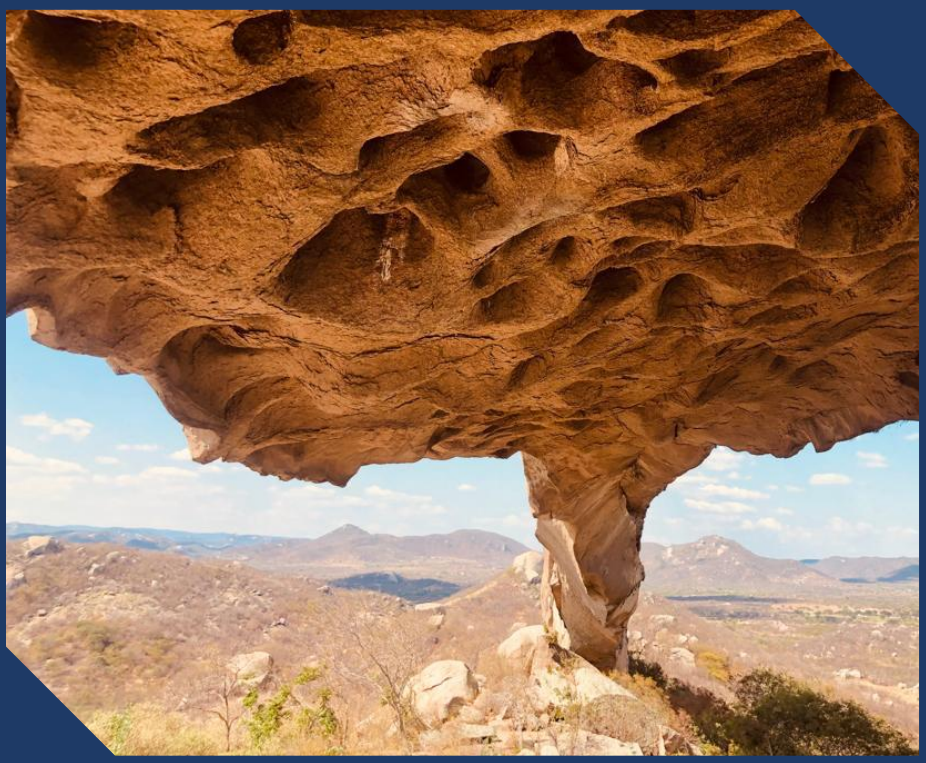
Mudanças Ambientais e as Transformações da Paisagem no Nordeste Brasileiro



Organizadores
Antonio Carlos de Barros Corrêa
Daniel Rodrigues de Lira
Lucas Costa de Souza Cavalcanti
Osvaldo Girão da Silva
Riclaudio Silva Santos

V SGFNE

Mudanças Ambientais e as Transformações da Paisagem no Nordeste Brasileiro

Organizadores
Antonio Carlos de Barros Corrêa
Daniel Rodrigues de Lira
Lucas Costa de Souza Cavalcanti
Osvaldo Girão da Silva
Riclaudio Silva Santos

V SGFNE

©2024 porAntonio Carlos de Barros Corrêa, Daniel Rodrigues de Lira, Lucas Costa de Souza Cavalcanti, Osvaldo Girão da Silva e Riclaudio Silva Santos (Organizadores)
©2024 por diversos autores
Todos os direitos reservados.

1ª edição

Conselho editorial / Colaboradores
Márcia Aparecida da Silva Pimentel – Universidade Federal do Pará, Brasil
José Antônio Herrera – Universidade Federal do Pará, Brasil
Márcio Júnior Benassuly Barros – Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil
Miguel Rodrigues Netto – Universidade do Estado de Mato Grosso, Brasil
Wildoberto Batista Gurgel – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Brasil
André Luiz de Oliveira Brum – Universidade Federal de Rondônia, Brasil
Mário Silva Uacane – Universidade Licungo, Moçambique
Francisco da Silva Costa – Universidade do Minho, Portugal
Ofélia Pérez Montero - Universidad de Oriente – Santiago de Cuba, Cuba

Editora-chefe: Viviane Corrêa Santos – Universidade do Estado do Pará, Brasil
Editor e web designer: Walter Luiz Jardim Rodrigues – Editora Itacaiúnas, Brasil
Editor e diagramador: Deividy Edson Corrêa Barbosa - Editora Itacaiúnas, Brasil

Editoração eletrônica: Walter Rodrigues
Projeto de capa: dos organizadores

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

M514 Mudanças ambientais e as transformações da paisagem no nordeste brasileiro [recurso eletrônico] /vários autores; organizado por Antonio Carlos de Barros Corrêa, Daniel Rodrigues de Lira, Lucas Costa de Souza Cavalcanti, Osvaldo Girão da Silva e Riclaudio Silva Santos. - 1. ed. – Ananindeua : Itacaiúnas, 2024.
3569p.: PDF ; 207 MB.

Inclui bibliografia e índice.
ISBN: 978-85-9535-255-1 (e-book)
DOI: 10.36599/itac-978-85-9535-255-1

1. Meio ambiente. 2. Mudanças ambientais. 3. Geografia. 4. V SGFNE I. Título.

CDD: 333.72
CDU: 504.05

Índice para catálogo sistemático:
1. Meio ambiente; Conservação e Proteção 333.72
2. Meio ambiente 504.05

E-book publicado no formato PDF (*Portable Document Format*). Utilize software Adobe Reader para uma melhor experiência de navegabilidade nessa obra.

O conteúdo desta obra, inclusive sua revisão ortográfica e gramatical, bem como os dados apresentados, é de responsabilidade de seus participantes, detentores dos Direitos Autorais.

Esta obra foi publicada pela **Editora Itacaiúnas** em fevereiro de 2024.

Comissão Científica

Profa. Me. Ana Caroline Damasceno Souza (UFPE)
Profa. Dra. Ana Clara Magalhães de Barros (UFOB)
Prof. Dr. André de Oliveira Souza (UFOB)
Prof. Me. André Oliveira Trigueiro Castelo Branco (UFPB)
Profa. Dra. Andreza Tacyana Felix Carvalho (UERN)
Prof. Dr. Antonio Carlos de Barros Corrêa (UFPE)
Bac. Bruno Araújo Torres (UNICAMP)
Prof. Dr. Bruno de Azevedo Cavalcanti Tavares (UFPE)
Prof. Me. Carla Suelania da Silva (UFPE)
Prof. Dr. Cláudio José Cabral (UFPE)
Profa. Dra. Cristiana Coutinho Duarte (UFPE)
Prof. Dr. Cristiano Aprígio dos Santos (UFS)
Prof. Dr. Daniel Rodrigues de Lira (UFPE)
Prof. Dr. Demétrio da Silva Mützenberg (UFPE)
Prof. Dr. Diogo Cavalcanti Galvão (UFPE)
Profa. Dra. Drielly Naamma Fonsêca (UTEM)
Prof. Dr. Edmário Marques de Menezes Júnior (CAp-UFPE)
Prof. Dr. Emerson Martins Arruda (UFSCar)
Prof. Dr. Flávio Rodrigues do Nascimento (UFC)
Prof. Dr. Geislam Gomes de Lima (URCA)
Prof. Me. Genisson Panta da Silva (UFPE)
Prof. Dr. George Pereira de Oliveira (UFPE)
Profa. Dra. Grace Bungenstab Alves (UFBA)
Profa. Me. Ingride Natane Miguel Santos (UFS)
Profa. Dra. Jacimária Fonseca de Medeiros (UFRN)
Dra. Joana D'arc Matias de Almeida (UFPE)
Me. Jonas Herisson Santos de Melo (UFPE)
Prof. José Danilo da Conceição Santos (UFPE)
Prof. Dr. José Falcão Sobrinho (UVA)
Profa. Dra. Juliana Maria Oliveira da Silva (URCA)
Prof. Dr. Jémison Mattos dos Santos (UEFS)
Prof. Me. Kaio César de Oliveira Tavares (UFPE)
Profa. Dra. Keyla Manuela Alencar da Silva Alves (UTEM)
Profa. Dra. Larissa Monteiro Rafael (UFS)
Prof. Me. Laís Susana de Souza Gois (UFPE)
Prof. Dr. Leandro Diomério João dos Santos (UFPE)
Profa. Dra. Luana Santos Oliveira Mota (UFS)
Prof. Dr. Lucas Costa de Souza Cavalcanti (UFPE)
Prof. Dr. Lucas Suassuna de Albuquerque Wanderley (IFAL)
Prof. Dr. Luiz Henrique de Barros Lyra (UPE)
Profa. Dra. Manuella Vieira Barbosa Neto (IFPE)
Profa. Dra. Márcia Eliane Silva Carvalho (UFS)
Profa. Dra. Maria Daniely Freire Guerra (URCA)
Me. Maria Luísa Gomes da Silva (UFPE)
Prof. Dr. Osvaldo Girão da Silva (UFPE)
Prof. Me. Paulo Lucas Cândido de Farias (UFPE)
Prof. Dr. Rafael Albuquerque Xavier (UEPB)
Profa. Dra. Renata Nunes Azambuja (UFS)
Prof. Me. Riclaudio Silva Santos (UFPE)
Prof. Dr. Ronaldo Missura (UFS)
Bac. Samuel de Amaral Macedo (UNICAMP)
Prof. Dr. Saulo Roberto de Oliveira Vital (UFPB)
Profa. Dra. Simone Cardoso Ribeiro (URCA)
Profa. Me. Sinara Gomes de Sousa (UFPE)
Prof. Dr. Sirius Oliveira Souza (UNIVASF)
Profa. Dra. Thaís de Oliveira Guimarães (UPE)
Prof. Dr. Wemerson Flávio da Silva (UFPE)

Comissão de Monitores

Ana Paula Lyra
André Felipe da Silva
André Luiz Dutra do Amaral Filho
Ariadne Fernanda Ferraz Vieira
Danielle Rodrigues da Silva
Elloá Iris Romão
Emily Pereira da Silva
Essia de Paula Romão Torres
Jackson Antonio Lopes da Silva
Kawã Fernandes Lima da Silva
Laira da Silva Rocha
Lays Cristhine Santos Barbosa
Leonardo Cristiano da Silva Freitas
Marcus Vinícius Corrêa Ferreira
Maria Eduarda Andrade Pitombeira
Matheus Alexandre da Silva
Midian Maria da Conceição de Oliveira Carvalho
Mylene de Freitas Dantas
Pablo Guilherme de Melo Neves
Paulo Vitor Souza dos Santos
Rhuan Santos Rodrigues do Carmo
Salette Ingracia Araújo Tjin Aton
Sara Canuto Cordeiro
Tamires Gabryele de Lima Mendes
Tawana de Melo Pereira
Victória Regina da Silva Cruz
Walber Roberto Guimarães Torres
Yohanna Raíres Barbosa de Freitas Alves Araújo

SUMÁRIO

Sobre os Organizadores 20
Grupos Organizadores 22
Apresentação 25
Parte I - Mudanças Ambientais no Antropoceno 26
Fundamentos de Climatologia: Ilhas de calor em São Paulo 27
Sistema de Informação Geográfica sobre desastre na cidade de Natal, RN/Brasil (2017-2022) 35
Análise de Variância de Precipitação Mensal das Três Sub-Bacias do Rio Parnaíba 52
O recorde diário de precipitação no município de Recife-PE registrado pelo instituto nacional de meteorologia e sua relação com os registros dos jornais históricos da Hemeroteca Digital Brasileira 64
Eventos intensos de chuva no estado da Paraíba: comportamento espaço-temporal 78
Ocorrência de Desastres Hidrometeorológicos em Juazeiro do Norte (CE) 97
Análise da Variação da linha de costa da orla de Fortaleza, Ceará 107
Vulnerabilidade Urbana: Uma Análise Socioambiental de Inundações, Alagamentos e Enchentes no Bairro do Anil no Município de São Luís 121
Erosão Costeira e Intervenções na Praia de Arpoeiras, Acaraú - CE. 137
Metodologia para classificação de perigo e cenários de ruptura de barragem no Gargalheiras, Acari/RN - Brasil 156
Erosão e riscos em falésias costeiras: assinatura geomorfológica do Antropoceno 175
O Centro de Endemismo Belém sob a Perspectiva Analítica da Ecodinâmica 187
Estudo dos eventos extremos de precipitação na bacia do Rio Acaraú-CE 201
Análise da Variabilidade das Chuvas e sua Associação com o Enos e Oscilação Decadal do Pacífico no Município de Arcoverde, Pernambuco 212
Reflexões sobre a segurança alimentar e os serviços ecossistêmicos nos espaços subdesenvolvidos 221
O processo de nidificação das abelhas solitárias no solo: comparação entre dunas do Abaeté em Salvador e o solo Halomórfico em Barrocas, Bahia 233
Parte II - Geografia Física Aplicada à Gestão Territorial
246 **Monitoramento hidrológico de nascentes nas sub-bacias do Alto e Médio curso da Bacia Hidrográfica do Mundaú, Pernambuco/Alagoas** 247
Sistemas hidroambientais de nascentes: um estudo in loco na Bacia Hidrográfica do Mundaú-PE/AL 256
Levantamento físico ambiental integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Jacu: Contribuições para gestão interestadual 271
Levantamento Geoambiental do bairro de Cidade Nova, Natal/RN - Brasil 291

Comparativo do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) e a Temperatura sobre a Piscina Quente do Atlântico Sudoeste (SAWP) 306

Perfis geoecológicos: ferramentas para interpretação paisagística e gestão ambiental em bacias hidrográficas 322

Proposta Preliminar de Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) das Praias Urbanas de Maceió - Alagoas 340

Caracterização Geológica-Geomorfológica e de Estilos Fluviais da Bacia do Rio Espinharas, no Semiárido PB-RN 355

Antropização e Gestão Territorial na Região Insular de Belém/PA: um estudo sobre a APA ilha do Cumbu 368

Caracterização e Classificação Pedológica de Solos Sob Cultivos de Cajueiros, Serra do Mel-RN 381

Geometria hidráulica e modelagem hidrológica em um trecho de rio não perene no semiárido tropical brasileiro. 391

Unidades Ambientais Naturais da Paraíba: subsídios e reflexões para o ordenamento territorial 403

Análise da ocorrência de enchentes e inundações no baixo curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão 417

Perigo de Inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão - PE 432

Estrutura DPSIR e serviços ecossistêmicos em uma nascente da Bacia Hidrográfica do Rio Trairi (RN) 450

Rios Amazônicos Maranhenses: Análise Ambiental das Áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré 461

Abordagem geossistêmica para recuperação de nascentes 472

Importância do manguezal para as comunidades no entorno do estuário do rio Mamanguape (PB) 481

Mapeamento dos Pontos de Lançamento de Efluentes Domésticos na Rede de Drenagem Natural do Município de Soledade-PB 500

Capacidade Adaptativa: Metodologias Aplicadas em Diferentes Escalas 513

Tanques de pedra e sua utilidade no armazenamento de água para comunidades urbanas no município de Esperança - PB 532

Serviços ecossistêmicos na APA do Litoral Norte de Sergipe no município de Pacatuba 541

Degradação do ecossistema da nascente do Rio Mundaú, Garanhuns: Uma análise dos desafios ambientais e socioeconômicos 560

Erosão na zona costeira do Araçagy, Ilha do Maranhão 576

Estudos integrados do meio ambiente: uma análise geoambiental do município de Agrestina, Agreste Pernambucano 593

A importância do Parque Estadual das Trilhas na promoção dos serviços ecossistêmicos: a percepção ambiental da comunidade do entorno 614

Inundações: um panorama na Região Nordeste entre 2020 e 2022 a partir dos registros do SI2D 633

Dinâmica Espaço-Temporal do Uso e Cobertura do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Pirangi (RN): Uma abordagem por meio das Geotecnologias 647

Aportes Recentes sobre o Uso de *Cladonia Verticillaris* como Biomonitor Padrão da Qualidade do Ar 665

Análise do Impacto da Pandemia do COVID-19 na Percepção dos Serviços Ecossistêmicos Providos por Parques Urbanos na Cidade do Recife 678

A qualidade da água dos cursos d'água no Parque Estadual das Trilhas em João Pessoa - Paraíba 696

Mapeamento Geomorfológico do Maciço de Mata Grande: Aspectos Morfológicos, Morfométricos e Cobertura Superficial da Paisagem 715

Caracterização morfométrica da microbacia do Açude Padre Ibiapina em Princesa Isabel - PB 726

O "invisível" Córrego Stella Maris – Salvador, BA 743

Uso e Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Inhaúma Em São Luís - MA 753

O Uso das Tecnologias Sociais para Gestão dos Múltiplos Usos da Água: Convivência com o Semiárido, um Olhar Sobre o Município de Banabuiú-CE 765

Análise da distribuição dos registros de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana 776

Mapeamento e descrição das trilhas de acesso à praia de Canoa Quebrada, Ceará, Brasil 787

Caracterização Geoambiental do Município de Lagoa de Itaenga, Zona da Mata Norte do Estado de Pernambuco 797

Análise das Cheias e Secas Hidrológicas Anuais na Bacia Hidrográfica do Rio Jequiriçá- Bahia 815

Parte III - Mudanças no Uso e Cobertura da Terra e Impactos Ambientais 827

Identificação das atividades de extração mineral e danos ambientais associados: estudo de caso do Município de Ipiaú, Estado da Bahia, Brasil 828

Análise funcional da planície costeira atrelados a linha de costa do litoral leste, Fortaleza, Ceará, Brasil 846

Uso e Ocupação do Solo e Impactos Ambientais no médio curso da Bacia Hidrográfica do rio Potengi/RN 862

Explorando as Transformações da Paisagem em Baía Formosa (RN): Uma Análise Espaço-Temporal do Uso e Ocupação do Solo 1991 e 2021 876

Voçorocamento na Bacia do Trussu/CE: a degradação a partir da análise granulométrica e do Ensaio de Inderbitzen modificado 895

Associação Entre Uso e Ocupação Do Solo e as Temperaturas do Ar: Uma Análise do Período 1990-2020 da Região Geográfica Intermediária de Sousa - Cajazeiras, Estado Da Paraíba 911

Sustentabilidade no Estuário do Rio Potengi: mapeamento das formas de uso/ocupação do solo e impactos associados 933

Aplicação de Geotecnologias para Análise do Uso e Ocupação da Terra no Município de Canguaretama (RN) 948

Recuperação de áreas degradadas no Seridó Potiguar: o caso do extrativismo mineral do município da Cidade de Equador/RN 966

Análise Quantitativa de Desmatamento no Município de Balsas – MA, nos Períodos de 2002-2006, 2008-2012 e 2013-2017 978

Usos da terra e conservação da biodiversidade na Bacia Hidrográfica do Rio Goitá– PE 991

Assoreamento e Eutrofização do Rio Lucaia em Salvador, Bahia 1002

Área de Preservação Ambiental e Desafios no Uso da Terra 1013

Degradação dos solos por erosão acelerada e políticas públicas ambientais na bacia do rio Bacanga, Ilha do Maranhão 1029

Análise da influência dos fatores naturais e antrópicos na gênese de uma voçoroca urbana no Bairro da Liberdade Garanhuns, Pernambuco 1044

Dinâmica multitemporal do uso e cobertura da terra no município de Ceará-Mirim/RN 1055

Configuração da cobertura vegetal em uma unidade de conservação na área urbana do município de Natal/RN 1064

Análise do uso e ocupação do solo nos anos de 2011 e 2023 na APA do Catolé e Fernão Velho, Maceió - Alagoas 1073

Utilização de ferramentas SIG de baixo custo para validação de mapeamentos do uso e cobertura da terra 1085

As Chuvas na Comunidade Tito Silva, João Pessoa/PB: Análise de Impactos a Partir de Notícias Jornalísticas 1105

Uso e Ocupação do Solo e Problemas Ambientais na Bacia Urbana do Rio Poti em Crateús, Ceará 1119

Análise dos Impactos da Agricultura de Vazante em Setor do Baixo Curso do Rio Sitiá, Banabuiú- CE 1138

Dinâmica espaço-temporal de áreas úmidas artificiais na costa semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil 1150

Caracterização e avaliação físico-ambiental da Serra da Santa, Petrolina-PE 1162

Uso e cobertura da terra no município de Serrolândia, BA: análise a partir dos sistemas ambientais 1181

Caracterização e Avaliação Físico-Ambiental da Serra da Santa Cruz e seu Entorno, Monte Santo - BA 1200

Dinâmica do Uso e Ocupação do Solo no Município de Japaratuba, Sergipe 1214

Morfodinâmica atual da praia de Pau Amarelo: identificação de pontos de erosão costeira 1225

Evolução espaço-temporal do uso e ocupação do solo na Bacia do Rio Salamanca, sul do Ceará 1238

Avaliação da biodiversidade florística em sucessão ecológica de uma área em recuperação ambiental induzida na Caatinga do Seridó ocidental paraibano 1250

Mudanças no Uso e Cobertura da Terra na Microrregião de Chapadinha, Leste do Estado do Maranhão: Análise da Fragmentação Florestal Entre os Anos de 2000 e 2021 1269

Análise das transformações de uso e cobertura da terra na Reserva Biológica do Gurupi (MA), Brasil, entre os anos de 1985 a 2020 1287

Identificação dos Impactos ambientais no Parque Natural Municipal Serra da Borborema (PNMSB), Campina Grande – PB 1302

Análises dos efeitos de borda no Parque Natural Municipal Serra da Borborema 1321

Mapeamento do uso e ocupação do solo na microbacia hidrográfica do Açude Tavares II, usando o Google Earth Engine (GEE) 1333

A Ocupação na Amazônia Maranhense e as Implicações de Uso na Cobertura Vegetal 1344

Vulnerabilidade e percepção como subsídio a Gestão Costeira Integrada em Paracuru, Ceará 1358

Caracterização da Cobertura Vegetal e do Uso do Solo Referentes aos Municípios de Paulo Afonso – BA e Glória, Através de Imagens de Satélites com Vistas a Identificar Áreas Potencialmente Susceptíveis à Desertificação 1372

Recuperação de Áreas Impactadas pela Salinização dos Solos na Caatinga: Uso de Espécies Nativas como Proposta Viável 1387

Monitoramento da Evolução Temporal e Dinâmica Sedimentar do Campo de Dunas Móveis de Jericoacoara, Ceará, Brasil: Contribuição para a Gestão Sustentável da Zona Costeira 1400

Desertificação em Periódicos Brasileiros da Área de Geografia e Afins nos Anos de 2000 - 2020 1412

Análise da Atividade Agrícola Familiar Enquanto Forma de Uso Desenvolvida no Entorno do Açude do Penedo em Maranguape – CE 1426

Inventariação de Processos de Alagamentos, Inundações e Movimentos Gravitacionais de Massa em Teresina-PI 1444

Os impactos da urbanização da zona sul de João Pessoa no Parque Estadual das Trilhas 1459

Caracterização Morfológica e Usos de Latossolos em Diferentes Feições do Relevo na Microrregião de Imperatriz 1476

Processos erosivos e impactos socioambientais na bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado no município de Floresta-Pernambuco 1492

Análise Temporal do Uso e Cobertura do Solo na APA da Sabiaguaba, Fortaleza, Ceará: Integração de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento 1506

Efeito das rodovias na fragmentação da paisagem semiárida de Quixadá – CE, Brasil 1520

Vista das Incompatibilidades de Uso e Ocupação frente ao Zoneamento Ambiental previsto no Plano Diretor da Cidade de Fortaleza, Ceará 1530

Análise da Variabilidade Climática e do Uso e Ocupação do Solo na Cidade de Cruzeta, RN 1542

Conjunturas na Gestão do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco: dos Gestores Municipais aos Agentes de Turismo Locais 1553

A relação entre empreendimentos privados e a descaracterização social e ambiental na comunidade quilombola do Cumbe, Aracati-CE 1568

Adequação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios para Análise Física do Riacho do Alto dos Gantois em Salvador, Bahia: Um Estudo Colaborativo com Moradores 1584

Características Climáticas do Agreste Sergipano e Seus Efeitos sobre o Parque Nacional de Serra de Itabaiana (SE) 1597

Análise das condições ambientais do Dique do Tororó em Salvador/BA 1609

Garimpo do Caxias e implicações do teor de mercúrio em corpos líquidos 1620

Dinâmica Funcional e Processos Geoecológicos Degradantes: proposições para os ambientes semiáridos no Nordeste Brasileiro 1636

Degradação Ambiental de um Rio de Primeira Ordem da Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga: o Caso do Rio Ambude no Município de São Luís - MA 1650

Mapeamento do uso e cobertura da terra da porção oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas, Piauí 1662

Parte IV - Geodiversidade, biodiversidade, paisagem e Patrimônio Natural 1677

Curso Práticas em Geoturismo e Sustentabilidade: A Profissionalização no Contexto do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO 1678

Ensino de Geografia Física a Partir da Geodiversidade e a Geoconservação da Paisagem Semiárida do Piauí 1695

Patrimônio geomorfológico cárstico como subsídio ao geoturismo no Estado Piauí, Brasil 1714

Valoração da geodiversidade da região do Cânion do rio Poti (Ceará/Piauí, Brasil) 1730

Avaliação da capacidade de carga do Geossítio Pedra da Galinha Choca, Quixadá-CE, Brasil 1749

Associação da geodiversidade com a formação de micro-habitats no geossítio Gruta do Magé, Quixadá-CE, Brasil 1765

Patrimônio Natural e Desafios da Gestão do Parque Nacional Serra de Itabaiana-SE 1779

Os caminhos do turismo comunitário no território quilombola do Cumbe (Aracati-CE) 1797

Classificação das Feições de Relevo Granítico no Território do Projeto Geoparque Sertão Monumental, Ceará, Brasil 1814

Análise da diversidade florística da cobertura vegetal do complexo serrano João do Vale, Nordeste do Brasil 1834

Análise Qualitativa da Geodiversidade da Lágea Formosa, Zona Rural De São Rafael-RN 1845

Geopatrimônio da Pedra do Cruzeiro, Quixadá-CE: uma análise dos impactos do turismo e do lazer 1859

Identificação das Potencialidades Geoturísticas do Complexo Arqueológico Pedra do Altar no Município de Barra de Santana - PB 1870

Inventariação de Locais de Interesse Geológico e Geomorfológico do Parque Estadual Marituba/SE, Brasil 1880

Levantamento de cavidades naturais em rochas graníticas do Monumento Natural os Monólitos de Quixadá-CE, Brasil 1896

Inventário e quantificação dos Caldeirões, município de Lajedo: potencialidades da geodiversidade no Agreste Pernambucano 1907

Erosão costeira e movimentos de massa nas falésias do município de Jequiá da Praia – Alagoas: uma área de risco geomorfológico 1927

Movimentos de massa na Praia de Carro Quebrado – Passo de Camaragibe, Alagoas: Contexto de riscos em falésias em áreas turísticas 1937

O Geossistema e a Análise da Paisagem: Breves Notas 1950

Potencialidades Geoturísticas do Lajedo do Marinho no município de Boqueirão, semiárido paraibano 1961

Análise do processo de turistificação e impactos socioambientais da Costa Litorânea de Baixio – Esplanada-BA 1972

Os serviços ecossistêmicos da geodiversidade dos recifes do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil 1987

O Valor Turístico dos Geomorfossítios do Geopark Araripe, Ceará: Uma Avaliação Quantitativa 2003

Análise geoambiental dos afloramentos rochosos no município de Esperança, Paraíba 2019

Aplicação Adaptada do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa para Identificação de Processos Erosivos em Falésias do litoral norte de Alagoas 2031

Conflito entre urbanização e conservação: Estudo de caso do Rio Ingá 2043

Propostas de Roteiros Geoturísticos à Geodiversidade e ao Geopatrimônio Piauiense: Uma Análise a partir de Produções Científicas 2052

Sustentabilidade em Áreas de Proteção Ambiental na Paraíba: APA do Cariri - Boa Vista e APA do Pau Ferro - Areia 2066

Geodiversidade na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Serra das Almas (PI / CE) 2079

Avaliação da intensidade dos processos erosivos em falésias de Jequiá da Praia - AL, através do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa 2094

Patrimônio Geomorfológico e Mirantes Costeiros em Canoa Quebrada, Ceará, Brasil 2104

Avaliação Qualitativa da Geodiversidade da Zona Costeira dos municípios de Guamaré e Galinhos – RN 2122

Avaliação quantitativa do valor turístico da geodiversidade da Serra dos Morais (Monte Cruz de Pedra), Iguatu, Ceará 2139

Avaliação da Efetividade da gestão ambiental na RPPN Stoessel de Brito 2152

Atividades e projetos geoeducativos nos geoparques brasileiros 2164

Distribuição Geográfica das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade no Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil 2182

Exóticas invasoras da FLORA e FUNGA das Unidades de Conservação da Natureza (UCNs) de Recife, Pernambuco, Nordeste do Brasil 2197

Análise Geoambiental da Unidade de Conservação Ararinha Azul-Bahia/Brasil ... 2213

Análise preliminar da espacialização da espécie Pau-Ferro em Sergipe 2223

Impactos ambientais das mudanças do uso e cobertura da terra na Costa dos Coqueiros 2235

Processo de Urbanização da Praia do Bonfim, São Luís–MA 2245

Geodiversidade do Município de Picuí – Paraíba 2264

Climatologia Descritiva e Interação com o Relevo no Município de Santa Luzia-PB 2272

Geodiversidade e o Geopark Araripe: A visão da comunidade local sobre a importância do patrimônio natural do Geossítio Batateiras na cidade do Crato – Ceará 2283

Uma discussão sobre os efeitos da vegetação nativa e espontânea em áreas verdes urbanas no Recife a partir da experiencia latino-americana 2298

Índice de Geodiversidade da Área de Preservação Ambiental (APA) de São Desidério, Bahia 2316

Inventário de lugares e elementos de ocorrência da Geodiversidade in situ na bacia hidrográfica do rio Pindaré – MA 2330

As Potencialidades Geoturísticas do Relevo da Ilha do Fogo (Petrolina-PE/Juazeiro-BA): Estratégias para Conservação e Desenvolvimento Sustentável 2349

Dinâmica da paisagem na área da Praia da Guia, São Luís – MA 2358

Patrimônio Geomorfológico no Itinerário Geoturístico da "Rota do Frio", no Oeste Potiguar (RN – Brasil) 2374

Parte V - Novas Técnicas e Aplicações de Geotecnologias 2385

Ecologia da paisagem em ambientes semiáridos tropicais - Estudo de caso na região da serra da Maravilha - Senhor do Bonfim-BA 2386

Mapeamento do potencial turístico das terras do Delta do Parnaíba - Piauí 2406

Análise para implementação de escolas de ensino básico, fundamental e Ensino de Jovens e Adultos (EJA) de acordo com critérios espaciais e socioeconômicos, Barreiras-BA 2422

Análise da Associação dos Registros de Temperaturas em Estações do INMET, para Realização de Estimativas Locais Utilizando Técnicas Geoespacializadas 2436

As Universidades Abertas do Brasil – UABs: análise espacial dos cursos no Estado do Ceará..... 2448

Mapeamento Geomorfológico de Semidetalhe do Município De Pacatuba - SE..... 2459

Classificação de imagens derivadas de LIDAR para análise do uso e cobertura da terra e da erosão no semiárido pernambucano..... 2470

Mapeamento Geomorfológico da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB) 2480

Dinâmica das Coberturas Superficiais de Encosta no Maciço de Mata Grande/AL: Aspectos Estratigráficos e Sedimentológicos..... 2491

Recuperação de Área Degradada com a utilização de Rip-Rap Vegetal 2501

Aplicação de Clustergramas no estudo geomorfológico de sub bacias hidrográficas do Rio Preto, região oeste da Bahia..... 2517

Análise morfopedológica da Sub- Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim: Inter-relação entre Relevo e Solos na Avaliação da Fragilidade Ambiental..... 2534

Compreensão do Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental, através de ferramentas de Sensoriamento Remoto 2546

Uso de drone em estudos de drenagem urbana: análise comparativa dos resultados de diagnóstico do Plano de Saneamento Básico de São Fernando (RN) e do Plano de Saneamento Básico de Serra Caiada – RN..... 2559

Geotecnologias aplicadas ao levantamento pedológico da APA Litoral Norte do Estado da Bahia..... 2576

Geoprocessamento aplicado ao mapeamento de edificações na área de encosta da Serra de Maranguape - CE 2590

Análise Geoecológica do Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental, por Métricas de Paisagem 2602

O uso do QGIS como técnica para o mapeamento geomorfológico: uma análise da Bacia Hidrográfica Riacho Grande-AL 2617

Uso da plataforma CASSIE na identificação da linha de costa de um trecho de praia, no litoral da Paraíba..... 2629

Análise da Paisagem Urbana do Bairro do Recife Antigo a partir do método Townscape 2647

Uso do Método de Classificação Supervisionada/Não supervisionada para composição da mancha urbana na Região Metropolitana da Grande São Luís (RMGSL), estado do Maranhão, no ano de 2020..... 2661

Potencial do Uso de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA) para mapeamento de Áreas Protegidas..... 2679

Monitoramento Ambiental de Plano de Desmatamento Racional em Área Metropolitana no Ceará 2697

Taxas de Variação da Linha de Costa nas Praias do Litoral Sul do Estado da Paraíba 2706

Levantamento Florístico da Arborização Urbana em Região Metropolitana de Fortaleza-Ceará 2723

Parte VI - Geografia Física, Evolução das Paisagens e Geoarqueologia do Nordeste Brasileiro 2731

Macro e Microformas do Batólito Chaval, Nordeste do Brasil 2732

A influência de eventos climáticos pretéritos em processos geomórficos: um estudo de caso a partir da formação de depósitos coluviais no Maciço Estrutural Serra dos Cavalos - PE 2747

Breves Considerações sobre a Geomorfologia do Maciço do Quincuncá e Entorno, Nordeste do Brasil 2765

Erosão e dissecação do relevo na Bacia Hidrográfica do Rio Ipanema, PE-AL: um estudo morfométrico 2781

Análise Morfométrica da Escarpa da Bacia do Rio Mundaú: Estudo Quantitativo da Modelagem e Dinâmica Fluvial 2797

Áreas graníticas em ambientes semiáridos: Uma breve discussão sobre as relações pedogeomorfológicas (solo-relevo) 2811

Assimetria e Migração do Divisor de Drenagem: Análise de um Setor entre as Bacias Hidrográficas do Rio Ipanema e Rio Paraíba do Meio 2821

Investigação preliminar sobre a gênese de um Planossolo Nátrico no município de Ouro Branco - RN 2833

Corredores de Transporte de Sedimentos Eólicos e o desaparecimento da Duna Pôr do Sol, em Jericoacoara, Ceará 2850

Evolução do relevo para as bacias do rio Buranhém, Lagoa Azul e rio Trancoso (Porto Seguro/BA) a partir da análise da Curva e Integral Hipsométrica 2868

Análise do Controle Estrutural de Drenagem na Bacia Hidrográfica do Riacho Gravatá 2883

Mapeamento Geomorfológico da Bacia de Mucugê 2895

Mapeamento Geomorfológico da bacia hidrográfica do Rio Traipu 2911

Análise granulométrica de elúvio, maciço de Mata Grande - Alagoas 2922

Influência morfoestrutural na espacialização das unidades de relevo da bacia hidrográfica do Rio Una, Planalto de Ibiúna-SP 2932

Mapeamento Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Pratagy 2949

Geomorfologia Do Alto Curso Da Bacia do Rio Itapecuru – MA 2958

Caracterização Geológica do Município de Santa Filomena (PE): contribuição para os estudos da paisagem geomorfológica 2968

Aporte de Sedimentos em Seções do Rio Una, afluente do Rio Munim, Maranhão, Brasil 2979

Brejos de Altitude - Áreas de Exceção da Paisagem Semiárida: Esboços de um trabalho de campo 2989

A Abordagem Sistêmica na Geomorfologia e sua importância para a Geografia - Fisiologia da Paisagem, Geossistemas, Ecodinâmica e Geoecologia da Paisagem 3000

Caracterização Geoambiental da Praia de Areia Preta em Natal/RN 3015

Práticas de Campo em Geomorfologia Climática: Caracterização Geomorfológica do Sítio São José dos Pilotos no Município de Santa Cruz da Baixa Verde, Sertão Pernambucano 3029

Distribuição Espacial e Caracterização Morfológica de Bacias de Dissolução no Maciço da Serra da Baixa Verde PB/PE 3042

Proposta de Classificação Hierárquica das Geoformas Graníticas Presentes no Plúton do Bravo-PB 3054

Comunidades Tradicionais, Etnociência e Etnogeomorfologia: Concepções, Desenvolvimento e Aplicações no Semiárido 3078

Extração de lineamentos de relevo e drenagem: análise de controles estruturais da bacia hidrográfica do rio Traipú 3089

Parte VII - Metodologias, Práticas e Perspectivas do Ensino de Geografia Física 3099

A Gincana Geológica como Recurso Didático para o Ensino das Geociências no Ambiente Escolar, um Estudo de Caso no Seridó Geoparque Mundial da UNESCO 3100

Educação ambiental e solos no distrito de Poti - Crateús-CE 3114

Navegando pelas águas da aprendizagem: a cartilha como ferramenta didática na exploração da Bacia do Rio Potengi / RN 3130

Ações teóricas e práticas na formação superior: Experiência de Monitoria em Gestão Ambiental 3149

Explorando a Metodologia Ativa de Casos para Ensino em Geografia Física: Um Olhar Sob a Paisagem em Baía Formosa (RN) 3165

A Utilização do Sensoriamento Remoto nas aulas de Geografia 3182

Os Desafios no Ensino Remoto em Tempos Críticos: O Uso de Novas Metodologias como Ferramentas de Fomento as Aulas de Geografia Física 3192

Águas urbanas no ensino de Geografia e uso da SarndBox como recurso didático 3207

As potencialidades para o ensino de solos na geografia: explorando o Parque Metropolitano de Pituaçu em Salvador 3218

Formação e proveniência dos Neossolos Quartzarênicos na Borda Leste do Domo de Itabaiana, Areia Branca-SE e o Ensino de Geografia 3227

Explorando o Potencial da Realidade Aumentada no Ensino de Geografia: Modelando Paisagens de Forma Inovadora 3239

Aula de Campo de Fundamentos de Climatologia: Uma prática necessária para a apreensão dos conhecimentos climáticos na graduação 3249

Atividades práticas no ensino de Geografia Física: perspectivas a partir de uma aula sobre rochas e fósseis no Pré-acadêmico CAVest 3265

Jogos didáticos como facilitadores no processo de ensino-aprendizagem sobre solos 3283

Importância de trabalhos em campo para o ensino e aprendizagem em Geomorfologia 3299

Geotecnologias e o Ensino da Geografia Física: Uma Experiência a partir do Google Earth Pro 3312

Geografia é *Tech*: uso das inteligências artificiais no ensino da Geografia Física. 3330

Práticas no ensino de Cartografia de Paisagens 3344

O Ensino da Geografia Física e os Desafios na Compreensão do Solo 3359

O Uso do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios como Recurso Didático na Geografia Escolar 3368

Propostas de Diversificadas Linguagens Para o Ensino de Geologia e Geomorfologia Mediante o Cotidiano do Aluno 3380

Metodologias ativas no ensino do clima: métodos e linguagens para aulas no 6º ano do ensino fundamental II 3396

Linguagem cinematográfica no ensino de Geografia física do Nordeste Brasileiro 3414

Aproximando as Metodologias Ativas no Ensino de Geomorfologia: A Realidade Aumentada pelo Aplicativo Landscapar 3422

Parte VIII - Diálogos para a Conservação e Recuperação Ambiental na Bacia do Rio São Francisco 3431

Os múltiplos usos das águas do Rio São Francisco em Canindé de São Francisco – SE: uma análise dos impactos socioambientais 3432

Evolução do uso e ocupação no submédio São Francisco enquanto subsídio para o planejamento de áreas susceptíveis a desertificação 3450

A cartografia do relevo e suas contribuições ao planejamento de áreas susceptíveis à desertificação: Aplicações no Submédio Vale do São Francisco 3463

Caracterização de sistemas erosivos a partir de tecnologia LIDAR no município de Belém de são Francisco, semiárido de Pernambuco 3480

Geotecnologia Aplicada no Monitoramento de Sítios Arqueológicos na Bacia Hidrográfica Riacho Talhada/AL 3490

Compartimentação Geomorfológica da paisagem dos Sítios Arqueológicos do Vale dos Mestres, no município de Canindé de São Francisco, Sergipe 3502

Mapeamento de lineamentos estruturais ao longo do Cânion do Rio São Francisco 3517

Resumo dos artigos selecionados para publicação na Revista Contexto Geográfico 3527

Morfologia original e antropogênica da porção Oeste do sistema fluvio-lagunar de Teresina – Piauí 3528

Ilhas de Calor e Conforto Térmico na Cidade do Crato - CE 3529

Estudo sobre a gênese e a recorrência de eventos intensos de chuva na região de planejamento do baixo São Francisco do estado de Alagoas, Brasil 3530

Distribuição espacial da precipitação em Campina Grande-PB e suas possíveis correspondências com elementos climáticos e fatores geográficos 3531

Identificação do Risco Geomorfológico de Erosão Costeira em Praias do Litoral Leste da Ilha de Itamaracá-PE 3532

As florestas secas do setor meridional da serra da Ibiapaba (PI/CE): serviços ecossistêmicos e conservação 3533

Caracterização geoambiental do baixo curso do Piranhas-Açu (RN) 3534

A Função das Áreas Verdes Urbanas na Redução do Escoamento Superficial: Estudo de Caso na Cidade de Recife, PE-Brasil 3535

Mapeamento dos impedimentos longitudinais na sub-bacia do riacho São Gonçalo, bacia hidrográfica do rio Bastiões, Ceará 3536

Análise das Transformações do Uso e Cobertura da Terra no Núcleo de Desertificação do Seridó Potiguar 3537

Análise do Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio Pimenta, Ilha do Maranhão – MA, Brasil 3538

Análise Espaço-Temporal do Uso da Terra em Municípios do Núcleo de Desertificação de Cabrobó, Pernambuco 3539

Dinâmica da cobertura e uso do solo de Aracaju – Sergipe 3540

Percepção Socioambiental e Transformação da Paisagem Dunar: Análise Comparativa da Duna do Pôr do Sol, Jericoacoara – Ceará 3541

Mudanças de usos da terra entre 1985, 2010 e 2020 na Microrregião de Caxias-MA 3542

Identificação da Degradação dos Solos no Semiárido Pernambucano: a partir de uma análise temporal em áreas de vulnerabilidade do município de Belém do São Francisco - PE 3543

Potencial Geoturístico do Município de Jardim do Seridó-RN, NE do Brasil 3544

Oficina de Mapeamento Didático e Geodiversidade: relato de experiência 3545

Diversidade Florística e Geoecologia de Bacia Hidrográfica no Semiárido em Pernambuco 3546

Geoconservação e Geodiversidade do Sítio Urbano de Tanquinho – Ba: Primeiros Lampejos 3547

Geodiversidade de Macau/RN: Avaliação qualitativa dos locais de interesse abiótico 3548

Geodiversidade e Patrimônio Geomorfológico em Martins/RN 3549

Aspectos da Geodiversidade Associados ao Patrimônio Cultural e Histórico do Centro de São Cristóvão – SE 3550

Desempenho do método estatístico de Regressão Linear Múltipla no preenchimento de falhas em dados pluviométricos 3551

Mapeamento e Classificação da Densidade da Cobertura Vegetal do Semiárido Brasileiro: regressão linear aplicada a partir do Índice MSAVI2 e Ortofotos do PE3D 3552

Análise multicritério como suporte para estabelecimento de rede de monitoramento da qualidade do ar na cidade do Recife-PE 3553

Mapeamento de áreas potenciais à erosão laminar na bacia hidrográfica do rio dos Cachorros, São Luís- Maranhão 3554

Geotecnologias e o estudo da degradação do patrimônio natural costeiro: o caso do Morro do Careca, Natal – Rio Grande do Norte (2023) 3555

A Cartografia do Relevo e suas Contribuições ao Planejamento de Ambientes Semiáridos Tropicais: Estudo do Município de Campo Formoso (BA) 3556

Fitofisionomias e Paisagens no Parque Estadual de Morro do Chapéu 3557

Aplicação do SL-index e KSN-index no estudo de *Knickpoints* dos afluentes do alto curso do Rio Preto, região oeste do estado da Bahia 3558

Caraterização das falésias costeiras ruiniformes do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil 3559

Análise Espacial em Arqueologia – Interação entre a Geomorfologia Granítica e morfologia de Sítios Arqueológicos no Lajedo do Bravo - PB 3560

Avaliação de Possíveis Controles Estruturais em Sub-bacias Utilizando Índices Morfométricos: Estudo de Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio, PE-AL 3561

Ensino de Geografia Através do Estudo Integrado da Paisagem: Aula Prática de Campo no Agreste Sergipano 3562

A aula de campo como instrumento de aprendizagem teórica e prática no ensino da Climatologia: um relato de experiência 3563

Descobrindo a costa da Bahia: criação de uma Plataforma Digital de Informações Costeiras para o ensino de Geografia 3564

Desafios no Ensino da Climatologia Geográfica: Proposição do Jogo "O Observador" Como Dispositivo Didático 3565

A Geografia e a Educação Ambiental: percepções de estudantes da Universidade Federal de Sergipe sobre Sujeito Ecológico 3566

Caracterização físico-ambiental da planície do Riacho das Porteiras, Alto Submédio São Francisco 3567

Vulnerabilidade à Erosão do Solo na Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco: Uma Visão Integrada Entre Geomorfologia e Cobertura e Uso Da Terra 3568

Sobre os Organizadores

Antonio Carlos de Barros Corrêa

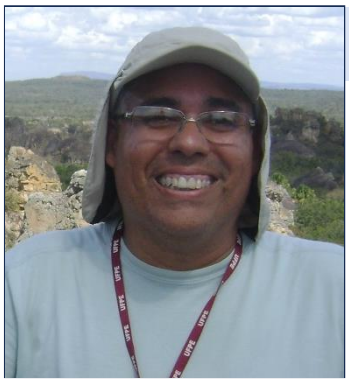
Possui graduação em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (1994), fez intercâmbio de graduação na Radford University, Virginia, EUA, mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (1997), doutorado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho com estágio sanduiche na Universidade de Durham, Reino Unido (2001) e pós-doutorado em geomorfologia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2003). Atualmente é docente e pesquisador da Universidade Federal de Pernambuco, membro permanente dos programas de pós-graduação em geografia e arqueologia, Lider do Grupo de Estudos do Quaternário do Nordeste Brasileiro (GEQUA) e do Laboratório de Geomorfologia do Quaternário da UFPE. Coordenador Adjunto da Área de Geografia da CAPES desde 2018. Vice-presidente da Associação Brasileira de Geografia física desde 2017. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geomorfologia, atuando principalmente nos seguintes temas: geomorfologia do quaternário, geomorfologia de ambientes semiáridos, geomorfologia histórica e estrutural, aplicação de índices morfométricos na análise geomorfológica e análise geossistêmica.

Daniel Rodrigues de Lira

Graduado em Geografia (2008); Mestre em Geografia (2010) e Doutor em Geografia (2014) pela Universidade Federal de Pernambuco. Tem experiência na área de Geografia Física, com ênfase em Geomorfologia, Pedologia e Geotecnologias, atuando principalmente nos seguintes temas: Geomorfologia, Reconstrução Paleoambiental, Pedologia (soloXPaisagem), Geoquímica, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto e ensino de Geografia Física, Atuou como professor Adjunto na Universidade Federal de Sergipe do ano de 2014 até 2021, atualmente Professor colaborador do Programa de Pós-graduação em Ciências Naturais e atua como professor Adjunto do curso de Geografia - Lic/Bach da Universidade Federal de Pernambuco.

Lucas Costa de Souza Cavalcanti

Geógrafo, Mestre e Doutor em Geografia. É professor da Universidade Federal de Pernambuco desde 2016, lotado no Departamento de Ciências Geográficas. É professor permanente do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO). Lidera o Grupo de Pesquisas em Geografia de paisagens tropicais (PAISAGEO), é vice-coordenador do Laboratório de pesquisa em dinâmicas de paisagens intertropicais (INTERTRÓPICOS), também estando vinculado ao Laboratório de Geomorfologia do Quaternário e o Grupo de Estudos do Quaternário do Nordeste Brasileiro (GEQUA). É colaborador do Plano de Ação Nacional para a Conservação da Ararinha-azul. Atua ou atuou como professor nos cursos de graduação em Geografia (Bacharelado e Licenciaturas), Geologia, Ciências Biológicas/Ambientais e Engenharia Cartográfica da UFPE.



Osvaldo Girão da Silva

Possui Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco (1993), Mestrado em Geografia (Regionalização e Análise Regional) pela Universidade Federal de Pernambuco (1997) e Doutorado em Geografia (Planejamento e Gestão Ambiental) pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2007). Atualmente é Professor Titular, Classe E da Universidade Federal de Pernambuco, lecionando disciplinas nos cursos de Licenciatura e Bacharelado em Geografia, e no Programa de Pós-graduação em Geografia. Tem experiência na área de Geografia Física, com ênfase para os seguintes temas: Geomorfologia Dinâmica, Geomorfologia Ambiental e Climatologia Geográfica.

Riclaudio Silva Santos

Graduado em Licenciatura em Geografia pela Universidade Federal de Sergipe, Campus Professor Alberto Carvalho (2016), Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Sergipe (Linha de Pesquisa: Dinâmica Ambiental, 2018), Doutorando em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco. Membro do grupo de pesquisa em Geografia de Paisagens Tropicais (PAISAGEO), da Universidade Federal de Pernambuco. Membro do Laboratório de pesquisa em dinâmicas de paisagens intertropicais (INTERTRÓPICOS), da Universidade Federal de Pernambuco. Tem interesse na área de Geografia Física, atuando principalmente com ensino de geociências, cartografia de paisagem, geossistemas, geomorfologia, dinâmica ambiental, sensoriamento remoto e geoprocessamento.

Grupos Organizadores

Laboratório de Pesquisa em Dinâmicas de Paisagens Intertropicais - INTERTRÓPICOS

O Laboratório de Pesquisas em Dinâmica de Paisagens Intertropicais (INTERTRÓPICOS) produz estudos e pesquisas voltados para a análise da paisagem como suporte às demandas do planejamento territorial e ambiental. Enfatiza temáticas referentes a riscos de desastres naturais, climatologia dinâmica e o impacto de eventos extremos, mudanças no uso e cobertura da terra e Conservação.

INTERTRÓPICOS
UFPE

Laboratório de Geomorfologia do Quaternário - LABGEQUA

O Grupo de Estudos do Quaternário do NE Brasileiro visa estabelecer uma rotina de pesquisa da dinâmica quaternária das paisagens do NE do Brasil, com base na investigação da produção de sedimentos quaternários, e da gênese dos modelados, com ênfase para o domínio semiárido. O Grupo busca agregar aos estudos do Quaternário novas geotecnologias que permitam uma compreensão acurada dos eventos formadores do relevo e seus depósitos correlativos. O GEQUA visa ainda estabelecer rotinas de investigação empírica, valendo-se de técnicas em dia com o estado da arte do desenvolvimento dentro das disciplinas envolvidas nas pesquisas realizadas: geomorfologia, sedimentologia, pedologia, paleontologia, geoarqueologia e geocronologia.

LABGEQUA
GEOMORFOLOGIA DO QUATERNÁRIO UFPE

Geografia de Paisagens Tropicais - PAISAGEO

O PAISAGEO é um grupo de pesquisas na área da Geografia que realiza estudos ambientais apoiados em cartografia para a Conservação da Caatinga. Está associado ao Laboratório de Pesquisa de Dinâmicas de Paisagens Intertropicais (INTERTRÓPICOS) e ao Laboratório de Geomorfologia do Quaternário (GEQUA), ambos do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de Pernambuco.

Grupo de Estudos em Arqueologia, Geociências e Tecnologias - GEAGT

O Grupo de Estudos em Arqueologia, Geociências e Tecnologias (GEAGT-UFPE) tem como objetivo a pesquisa de forma sistêmica dos contextos arqueológicos relacionados à dinâmica ambiental contemporânea e pretérita. Sendo assim, o GEAGT visa estabelecer o uso da investigação de caráter empírico, fazendo o uso de técnicas interseccionais à arqueologia, geociências e tecnologias da informação.

Grupo de Pesquisa em Antropogeomorfologia - ANTROPOGEO

O Grupo de Pesquisa em Antropogeomorfologia (ANTROPOGEO) objetiva desenvolver uma rotina de estudos voltados para o monitoramento, análise e compreensão das dinâmicas superficiais da paisagem em ambientes úmidos e semiáridos a partir de interferências antrópicas. O Antropoceno remete ao intervalo da história recente da Terra, durante o qual os humanos têm influenciado de forma considerável sobre a superfície do planeta, estando, agora, a ser formalmente considerado como uma possível nova época geológica. O grupo de estudo em questão visa estimular o debate sobre o envolvimento da comunidade geomorfológica ao considerar os aspectos práticos de tal formalização. Mesmo que o termo Antropoceno ainda não esteja amplamente utilizado pela geomorfologia, a investigação de processos da superfície da Terra que operaram no Pleistoceno, e operam no Holoceno, bem como as alterações nas taxas e padrões de processos superficiais são aspectos centrais para o debate da chamada Antropogeomorfologia, que considera as atividades humanas como potencializadoras de alterações processuais que modelam e remodelam as formas de relevo terrestre.

Apresentação

As "Mudanças Ambientais e as Transformações da paisagem no Nordeste Brasileiro" foram as temáticas escolhidas para o V Simpósio de Geografia Física do Nordeste, III Workshop de Geomorfologia e Geoarqueologia do Nordeste, e I Workshop de Biogeografia do Nordeste, e agora intitulam essa coletânea das contribuições selecionadas para o evento. Os textos apresentados proporcionam uma abordagem abrangente às diversas dimensões da Geografia Física, com destaque para os enfoques que têm o Nordeste brasileiro como objeto de estudo.

A realização continuada deste Simpósio nos aponta para a necessidade de fomentar um fórum abrangente e inclusivo de debates relacionados às temáticas da Geografia Física, sob o recorte territorial do Nordeste do Brasil. A promoção do evento na UFPE de 24 a 27 de outubro de 2023 foi viabilizada pelo financiamento acadêmico-científico aportado pelo Comitê Hidrográfico da Bacia do São Francisco e ONG Peixe-Vivo, contou ainda com o apoio do Programa de Pós Graduação em Geografia, do Departamento de Ciências Geográficas e do Centro de Filosofia e Ciências Humanas. O encontro contabilizou um total de 473 inscritos e 947 participantes de diversos estados e regiões brasileiras, e 288 trabalhos submetidos. Nessa edição, as contribuições estiveram voltadas para a compreensão dos processos naturais presentes e pretéritos, a reconstrução dos paleo-ambientes humanos e a análise da relação Sociedade x Natureza, com ênfase nas mudanças ambientais e nas transformações da paisagem nordestina.

O presente Ebook conta com a apresentação de 247 artigos completos em forma de capítulo de livro, além dos 41 resumos que correspondem aos trabalhos selecionados para publicação na Revista Contexto Geográfico, em parceria com o Programa de Pós-graduação em Geografia e o IGDEMA da Universidade Federal de Alagoas.

A organização do V SGFNE reafirma seu compromisso com a promoção da Geografia Física enquanto área do conhecimento engajada na construção de uma sociedade mais democrática, diversa, justa, emancipatória e enfaticamente comprometida com a conservação ambiental em todas as suas dimensões físicas e sociais. A realização do V SGFNE em Pernambuco, além de fomentar o intercâmbio e o encontro entre pesquisadores, apresentou à comunidade da área os complexos de paisagens pernambucanas, com destaque para o baixo e submédio São Francisco, que embora ainda pouco explorado pelas pesquisas na Região, revela-se como um recorte valioso sobretudo diante dos cenários de mudanças ambientais e climáticas, bem como pelo seu significativo repositório de dados geoarquelógicos ainda por explorar.

Convidamos a todos para a leitura dos trabalhos que compõem esse compêndio, para que juntos possamos refletir sobre o papel das mudanças ambientais que operando em várias escalas vêm transformando a paisagem do nosso Nordeste.

Os organizadores.

Parte I - Mudanças Ambientais no Antropoceno

Fundamentos de Climatologia: Ilhas de calor em São Paulo

Climatology Fundamentals: Heat Islands in São Paulo

Kawhan Oliveira da Silva
Universidade Federal de Pernambuco
kawhan.oliveira@ufpe.br

RESUMO: O presente trabalho tem como objetivo central compreender a maneira que se dá o fenômeno da Ilha de Calor em São Paulo (SP) e as consequências relacionadas ao citado fenômeno. Ilha de Calor trata do aquecimento dos grandes centros urbanos em decorrência da presença de edificações, solos pavimentados e impermeáveis, baixa quantidade de áreas verdes e alta emissão de gases poluentes na atmosfera local, corroborando assim para um maior albedo, ou seja, maior reflexão dos raios solares o que atrai os ventos das periferias que, ao contrário dos centros urbanos, têm vasta cobertura vegetal, menores temperaturas e alta pressão. A climatologia encontra-se dentro do campo da Geografia Física, tendo como objeto de estudo os fenômenos da atmosfera em contato com a superfície terrestre e sua distribuição espacial e dessa forma relaciona-se com outras áreas da Geografia Física e da Geografia Humana. Dessa maneira, serão observados aspectos de caráter urbano e, conjuntamente climatológico.

Palavras-chave: Ilha de Calor; impermeável; temperatura; poluição.

ABSTRACT: The present work has as its central objective to understand the way in which the phenomenon of the Heat Island occurs in São Paulo (SP) and the consequences related to the aforementioned phenomenon. Heat Island deals with the heating of large urban centers due to the presence of buildings, paved and impermeable soils, low amount of green areas and high emission of polluting gases in the local atmosphere, thus corroborating to a greater albedo, that is, greater reflection of the sun's rays which attracts the winds of the peripheries that, unlike the urban centers, they have extensive vegetation cover, lower temperatures and high pressure. Climatology is within the field of Physical Geography, having as object of study the phenomena of the atmosphere in contact with the earth's surface and its spatial distribution and thus relates to other areas of Physical Geography and Human Geography. In this way, aspects of urban character will be observed and, together, climatological.

Keywords: Heat Island; impermeable; temperature; pollution.

Introdução

O processo de industrialização em São Paulo sempre foi dinâmico e complexo, este ganhou corpo a partir de 1950 quando o processo de substituição de importações foi concretizado. Atualmente, o referido Estado contempla grandes grupos industriais nacionais e internacionais, tais grupos são detentores de um grande volume de capital e de novas tecnologias.

A gênese do desenvolvimento industrial no Estado de São Paulo iniciou-se em meados das décadas de 1880-1890, por meio dos capitais advindos da superprodução produção cafeeira e das iniciativas dos imigrantes europeus, que impulsionaram aqui o processo de industrialização (MAMIGONIAN, 1976).

Tendo em vista esse contexto histórico, São Paulo progrediu bastante no referente à urbanização, havendo um enorme êxodo rural e uma intensa e desordenada migração de

brasileiros buscando por oportunidades de emprego. Posteriormente, o referido estado pôde ser considerado uma megalópole por seu grande potencial populacional e tecnológico.

Por outro lado, as consequências conjuntas a esses adjetivos são de grande proporção, como urbanização irregular que leva os menos favorecidos a recorrer às áreas de risco (encostas, margens de rios, margens de estradas de ferro, etc); o excesso de transportes movidos à combustão (a prova disso é o revezamento diário entre veículos de placas pares e ímpares realizado no local) associado à predominância de pavimentos asfálticos, a minoria de áreas verdes nos grandes centros e a presença acentuada de edifícios que podem chegar a ultrapassar os 100 metros de altura propiciando assim o melhor cenário para a ocorrência da Ilha de calor. Lombardo (1985, p. 24), que estudou o mesmo fenômeno na escala das metrópoles, tendo São Paulo como estudo de caso, define:

> "A Ilha de calor urbana corresponde a uma área na qual a temperatura da superfície é mais elevada que as áreas circunvizinhas, o que propicia o surgimento de circulação local. O efeito da ilha de calor sobre as cidades ocorre devido à redução da evaporação, ao aumento da rugosidade e às propriedades térmicas dos edifícios e dos materiais pavimentados."

Metodologia

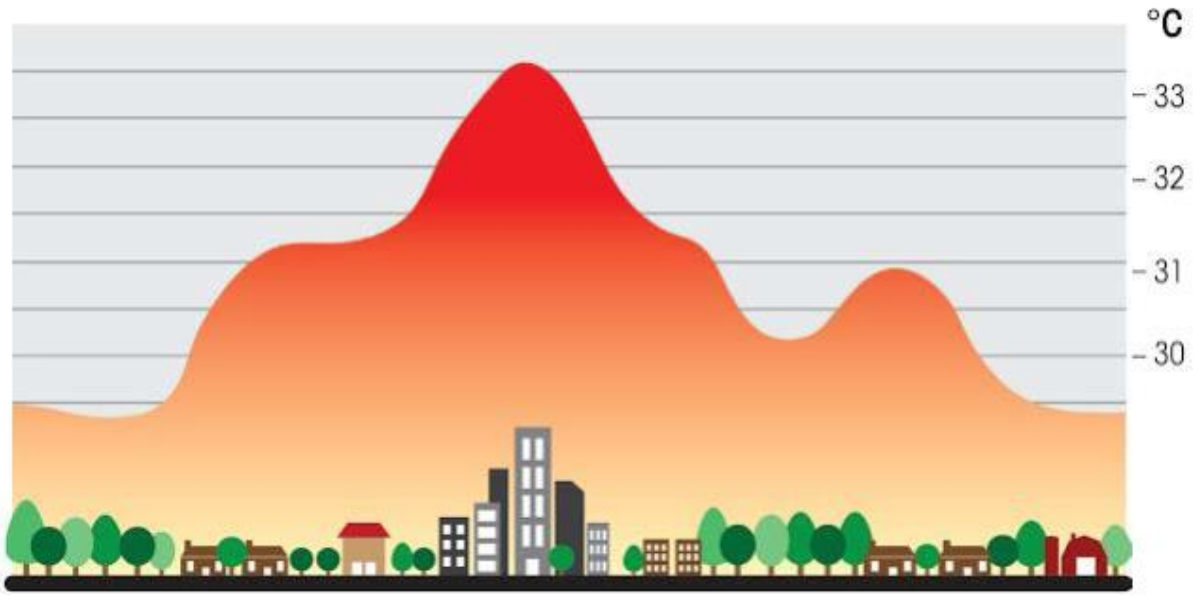
Para integral formulação deste trabalho, fez-se uso de informações adquiridas em artigos publicados, além de dados disponibilizados em sites com direcionamento voltado para a temática climática e durante a minha trajetória escolar. Tomou-se com o objetivo de melhor visualização do fenômeno supracitado, um climograma que simula as temperaturas e precipitações médias observadas de cada mês em São Paulo nos últimos 30 anos. Segundo Francisco Mendonça e Myrian Del Vecchio de Lima:

> "A cidade, concebida como um fenômeno de alta complexidade, desperta, desde muito, a curiosidade e a atenção de estudiosos de inúmeros campos do conhecimento. Várias disciplinas construíram, ao longo da Modernidade, um saber detalhado e avançado acerca dos espaços de aglomeração urbana; todavia, a hiper-complexização da dinâmica citadina nas últimas décadas colocou em xeque importantes saberes disciplinares, desafiando a academia e os institutos de planejamento, dentre outros, a apostarem em processos multi-inter-transdisciplinares no estudo do fenômeno urbano".

São Paulo é uma das regiões mais frias do Brasil com uma temperatura média máxima diária de apenas 29 graus. A alta umidade e as temperaturas quentes tornam o clima às vezes agradável, mas também tropicalmente úmido. É quente a quente durante todo o ano. Mais adiante isso poderá ser observado no climograma comentado anteriormente. Vide

imagem abaixo que exprime o fenômeno da ilha de calor de maneira didática e fácil entendimento acerca de sua ocorrência.

Figura 1. Ilustração de uma Ilha de Calor.



RESULTADOS

Devido ao constante avanço dos processos de urbanização e gentrificação, as cidades tem assumido dimensões inimagináveis na época da Revolução Industrial. A construção em massa de edifícios e rodovias tem retirado cada vez mais o verde do dia a dia da sociedade global; o estado de São Paulo é um agente de bastante influência nesses processos, pois possui um grande quantitativo populacional, consequentemente, é demandada uma maior quantidade de construções para habitação e empreendimentos, tanto que pode se diagnosticar a chamada conurbação, processo pelo qual uma área urbana expande-se bastante horizontalmente a ponto de quase unir-se a outra área urbana.

> “Cidades mal planejadas sofrem graves problemas com o fenômeno denominado ilha de calor, que ocorre em locais com excessiva quantidade de construções e baixa concentração de áreas verdes onde a temperatura é mais elevada que áreas vizinhas não urbanizadas” (SOUZA, 2004).

Mediante os fatos acima citados, pode-se acrescentar ainda o processo de verticalização, que promove a construção de edifícios ainda mais altos, tendo em vista a atual insuficiência de espaço para a expansão horizontal. Tais edifícios recebem grande incidência solar durante todo o período de insolação, os mesmos possuem a capacidade de refletir os raios solares, provocando um contínuo movimento de ricochete entre as construções.

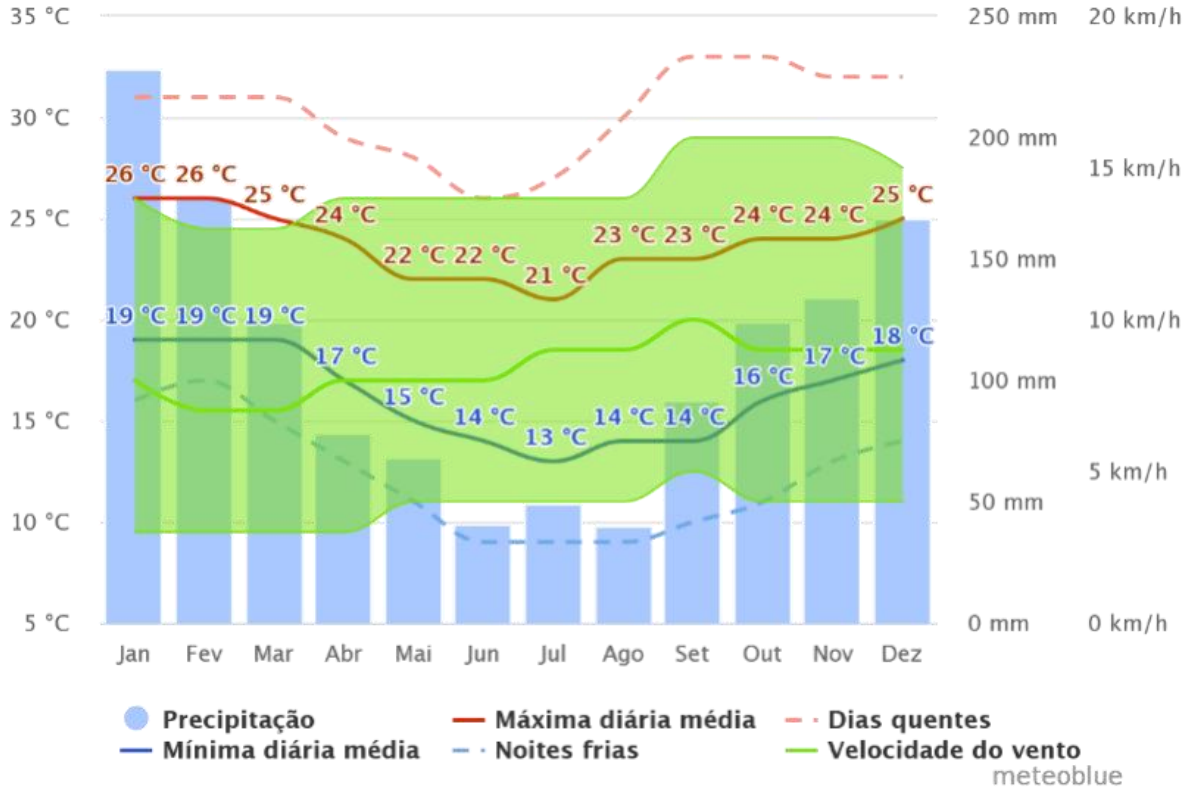
Já por parte dos pavimentos asfálticos impermeáveis ocorre a retenção do calor por conta de sua composição e cor, elementos que colaboram neste aspecto. Para Oke (1988), as propriedades térmicas dos materiais e a estrutura urbana são as causas principais da ilha de calor na cidade, seguidas por fatores secundários: as fontes de calor antropogênico, poluição do ar e redução da evaporação. Ressalta-se ainda a dificuldade para a circulação de ventos pela presença em massa de prédios, desse modo, a temperatura de São Paulo pode ser definida, mas com sensação térmica superior devido à ocorrência da Ilha de Calor.

> O fato de as classes “edificações” e “pavimentada-edificação” apresentarem temperaturas mais elevadas resulta da substituição de superfícies naturais, como vegetação e solo nu, por materiais, como asfalto e concreto, que reduzem a cobertura vegetal e alteram radicalmente as propriedades de impermeabilidade, radiativas, térmicas e aerodinâmicas da área urbana (OKE & MAXWELL, 1975).

Como o frio mais intenso ocorre nas periferias, espaço ocupado pelas classes de menor renda, há uma coincidência entre as periferias geográfica e social e as áreas urbanas de maior desconforto térmico, uma vez que no centro urbano as temperaturas tendem a se elevar, devido ao efeito de ilha de calor. Portanto, regiões urbanizadas são tipicamente mais eficientes em armazenar energia solar, como calor, na parte interna de suas infraestruturas, podendo absorver e armazenar duas vezes mais calor que áreas rurais vizinhas (CHRISTEN & VOGT, 2004). A geometria urbana afeta o escoamento do vento, a absorção de energia e a habilidade da superfície em emitir radiação de onda longa para o espaço. Estes mesmos materiais artificiais também possuem geralmente alta condutividade térmica, transferindo o calor de forma mais rápida e eficiente para outras camadas de construção (KATO & YAMAGUCHI, 2005).

> Ao contrário, a classe “vegetação” apresenta as menores temperaturas, o que é explicado em parte pelo efeito direto de sombreamento das superfícies e ainda pelos altos níveis de fluxo de calor latente devido à uma maior quantidade de água disponível para os processos de evaporação e evapotranspiração (OKE, 1982).

Figura 2. Climograma de temperaturas e precipitações médias em São Paulo nos últimos 30 anos.



A "máxima diária média" (linha vermelha contínua) mostra a média da temperatura máxima de um dia para cada mês para São Paulo. Da mesma forma, "mínima diária média" (linha azul contínua) mostra a média da temperatura mínima. Os dias quentes e noites frias (linhas vermelhas e azuis tracejadas) mostram a média do dia mais quente e da noite mais fria de cada mês nos últimos 30 anos. Para o planeamento de férias, você pode esperar as temperaturas médias, e estar preparado para dias mais quentes e mais frios.

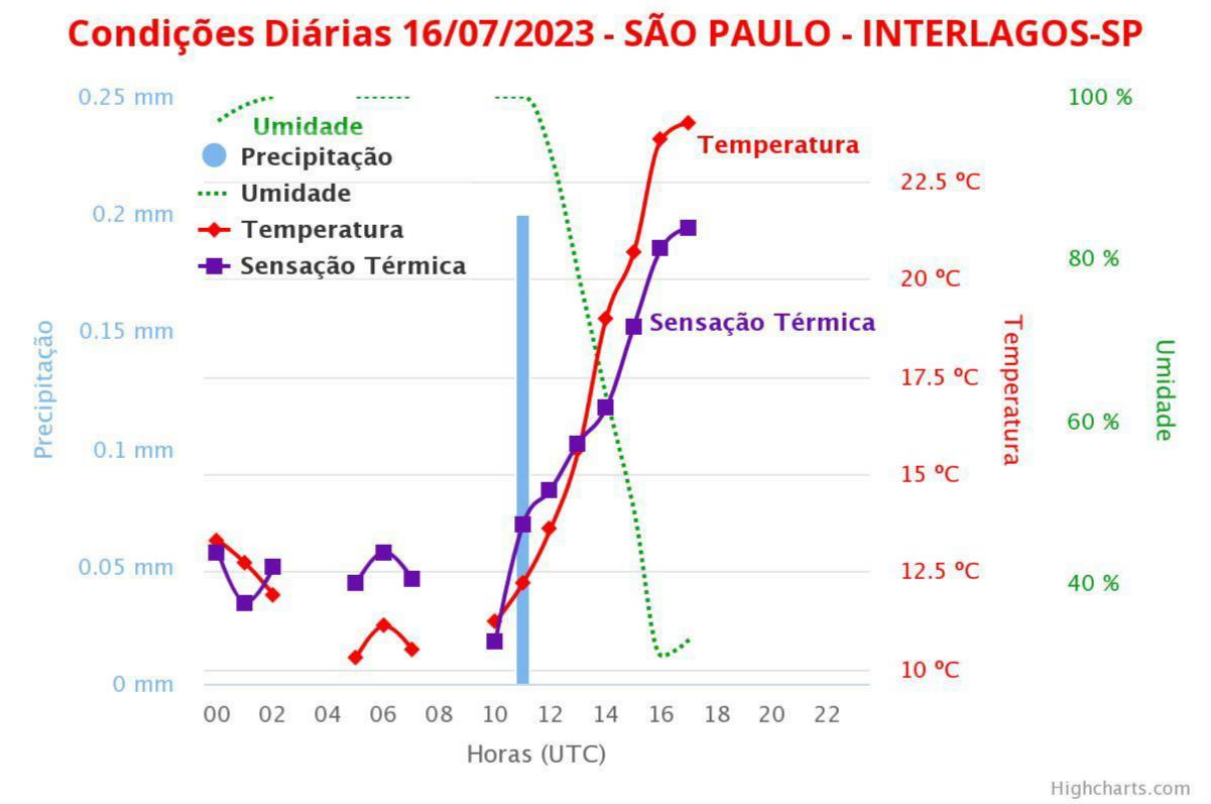
Tendo em vista que São Paulo localiza-se em uma zona de clima subtropical, que tem como característica as quatro estações do ano bem definidas, pode-se afirmar que as curvas de temperatura, tanto mínima média diária, quanto a máxima média diária, acompanham as colunas de precipitação. Entretanto, devido ao fenômeno em pauta, promove uma temperatura 3 ºC ou 4 ºC mais alta, consequentemente o desconforto térmico se faz presente no dia a dia dos habitantes.

Apesar de não ser o único, o desconforto térmico é o efeito mais evidente, que interfere diretamente na qualidade de vida das pessoas. Nas ciências biológicas, o ser humano é classificado entre os animais homeotérmicos. São aqueles que mantém a temperatura do corpo constante, independente da temperatura ambiente. “Sob uma variedade de condições físicas e ambientais, o equilíbrio entre a produção e a perda do calor, que é resultante da ação dos centros termorreguladores, mantém a temperatura corporal em níveis

estáveis, ou seja, em torno dos 37 ºC.” (CAMARGO e FURLAN, 2011, p.279). Caso haja alteração da situação física ou ambiental, por exemplo, quando o corpo é exposto a situações extremas de frio ou calor, fora da zona de conforto térmico, o organismo aciona mecanismos termorreguladores que garantam a temperatura interna em nível estável, no patamar de 37 ºC.

> Em resposta a temperaturas ambientais elevadas ou ao calor produzido por exercício, a produção de suor proveniente das glândulas sudoríferas é crinas aumenta; a evaporação do suor da superfície da pele ajuda a baixar a temperatura do corpo. Além disso, os vasos sanguíneos na derme se contraem (se estreitam), o que diminui o fluxo sanguíneo e reduz a perda de calor do corpo (TORTORA e DERRICKSON, 2017, p. 107).

Figura 3. Registro meteorológico da Estação de Interlagos- São Paulo. (Adaptado de INMet).



Agora, analisando gráfico meteorológico, adquirido no site do INMet (Instituto Nacional de Meteorologia), feito pela Estação Meteorológica SESC Interlagos, localizada da cidade de São Paulo, na data de 16/07/2023. Ao início desta data é perceptível um percentual de umidade de 100%, indicando assim a vinda de chuvas, que ocorreram entre as 10h e 12h com uma taxa de precipitação de 0.2mm, após a chuva a umidade sofreu constante queda até próximo do final da tarde do mesmo dia, quando já por volta das 18h começou a subir novamente, em contrapartida enquanto a umidade caia a temperatura aumentou em constância após a chuva chegando a atingir 24 ºC, oferecendo uma sensação térmica de 21,3 ºC por volta das 18h.

Com as informações presentes neste gráfico é possível reafirmar o que foi citado na metodologia deste artigo sobre São Paulo possuir temperatura média máxima diária de 29 ºC, sendo 24 ºC pertencente a este intervalo. Saliento ainda que a estação do ano que se passa no momento em que este gráfico foi gerado é de inverno, tendo em vista que por ser localizado numa região de clima subtropical o inverno, tal como as demais estações, tem suas características bem definidas, trazendo a esta região temperaturas mais amenas, mas não anulando os efeitos recorrentes da Ilha de Calor.

Conclusões

Através do discorrido artigo foi possível perceber com mais precisão a maneira como se dá o fenômeno da Ilha de Calor. Pesquisas com maior profundidade puderam reforçar aquilo que já se tinha conhecimento acerca, visto por mim no ensino médio, e acrescentando informações, tornando mais nítida minha forma de enxergar o que a modernização promovida pelo ser humano reflete sobre a sociedade.

Portanto, é necessário pensar na modernização envolvendo de maneira ampla e equivalente a relação homem-natureza, promovendo o bem-estar e o conforto, no referente à saúde; ao em vez de tão somente o luxo e a lucratividade com novas tecnologias que tomam posse rapidamente do espaço natural e o torna cada vez mais artificial, sem vida e sem cor. Sendo equivalente ao que Campos et al (2004) afirmam “Estes resultados também demonstram a importância da análise de características, como cobertura vegetal, para o direcionamento do uso racional e adequado de um determinado espaço geográfico.”.

Os dias vem ficando mais quentes, as noites mais secas, os ares menos sadios, as fontes de água mais poluídas, os solos desnutridos e desertificados, a fauna cada vez menos diversa, a flora menos verde, as geleiras tornam-se mais líquidas, enquanto bolsos ficam mais fartos com tanto lucro que se recebe com a destruição da nossa saúde, em outras palavras, com a dizimação da natureza.

Referências

BERNARDES, Luana. Ilhas de calor. Todo Estudo. Disponível em: https://www.todoestudo.com.br/geografia/ilhas-de-calor. Acesso em: 14 de mar de 2023.

Cidade de São Paulo é considerada uma ilha de calor. 2011. Disponível em: https://g1.globo.com/sao-paulo/respirar/noticia/2011/04/cidade-de-sao-paulo-e-considerada-uma-ilha-de-calor.html. Acesso em: 14 mar. 2023.

COSTA, Douglas F. da; SILVA, Hélio R.; PERES, Leonardo de F. IDENTIFICAÇÃO DE ILHAS DE CALOR NA ÁREA URBANA DE ILHA SOLTEIRA - SP ATRAVÉS DA UTILIZAÇÃO DE GEOTECNOLOGIAS. 2010. Disponível em:

https://www.scielo.br/j/eagri/a/bzMBJJ8MgLGXdSwHkYMHjYr/?format=pdf&lan. Acesso em: 14 de mar de 2023.

FERREIRA, Jhônatas Silva. CLIMATOLOGIA: APORTES TEORICOS, METODOLOGICOS E TECNICOS. 2012. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/195/o/TEORIA_E_METODO_EM_CLIMATOLOGIA.pdf. Acesso em: 13 mar. 2023.

INMet. https://portal.inmet.gov.br/. Acesso em: 16/07/2023.

Mendonça, Francisco; Lima, Myrian del Vecchio de (org.). A CIDADE E OS PROBLEMAS SOCIOAMBIENTAIS URBANOS: Uma perspectiva interdisciplinar. 2020. Disponível em: https://www.editora.ufpr.br/portal/wp-content/uploads/2020/12/A-cidade-e-os-problemas-socioambientais_digital.pdf. Acesso em: 26 mar. 2023.

METEOBLUE. Dados históricos simulados de clima e tempo para São Paulo. Disponível em: https://www.meteoblue.com/pt/tempo/historyclimate/climatemodelled/s%c3%a3o-paulo_brasil_3448439. Acesso em: 14 mar. 2023.

Neto, Aristóteles Teobaldo; Amorim, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Ilha de Calor Urbana e desconforto térmico: uma análise episódica em Cuiabá/MT. 2017. Disponível em: file:///C:/Users/PC/Downloads/suporte,+Gerente+da+revista,+2059-7845-1-SM.pdf. Acesso em: 16/07/2023.

Sousa, Adriano Amaro de. O PROCESSO DE INDUSTRIALIZAÇÃO EM SÃO PAULO E O SEU DESDOBRAMENTO NO OESTE PAULISTA: O CASO DAS INDÚSTRIAS DE MARÍLIA/SP E DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP. Disponível em: http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/viewFile/1421/1357. Acesso em: 30 mar. 2023.

Sistema de Informação Geográfica sobre desastre na cidade de Natal, RN/Brasil (2017-2022)

Geographic Information System on disaster in the city of Natal, RN/Brazil (2017-2022)

Mariana Raissa Paula da Silva Costa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
mariana.costa.701@ufrn.edu.br

Jeferson Gomes da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0009-0001-2819-9088
jeferson.gomes.064@ufrn.edu.br

Lutiane Queiroz de Almeida
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-6604-5987
lutianealmeida@hotmail.com

Jamilly Joana Araújo de Medeiros
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
jamilly.joana.106@ufrn.edu.br

Thiago Santoro Baptista Tirello
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
thiago.santoro.094@ufrn.edu.br

Resumo: O trabalho em questão tem como objetivo o desenvolvimento de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) sobre casos de desastres ocorridos no município de Natal/RN, entre os anos de 2017 a 2022, onde a partir de um banco de dados com informações fornecidas pela defesa civil da cidade, foi feita a Criação de códigos de identificação de cada ocorrência registrada pela Defesa Civil de Natal - DCN, ademais, a produção de uma planilha no software Microsoft Office Excel com os dados obtidos, a elaboração do SIG - Desastres 2017 - 2022 e por fim, a sistematização e produção cartográfica com os resultados obtidos. A partir disso, foram constatadas as áreas que concentram as ocorrências de desastres no município, seus deflagradores e sua correlação com eventos climáticos extremos.

Palavras-chave: Sistema de Informação geográfica (SIG); Desastres;Risco; Defesa civil; Natal.

Abstract: The work in question aims to develop a Geographic Information System (GIS) on cases of disasters that occurred in the municipality of Natal/RN, between the years 2017 to 2022, where from a database with information provided by civil defense of the city, besides the identification codes were created for each occurrence registered by the Civil Defense of Natal - DCN, also the production of a spreadsheet in Microsoft Office Excel software with the data obtained, the elaboration of the GIS - Disasters 2017 - 2022; and finally, the systematization and cartographic production with the results obtained. From this, the areas that concentrate the occurrences of disasters in the municipality, their triggers and their interference with extreme weather events were verified.

Keywords: Geographic Information System (GIS); Disasters; Risk; Civil Defense; Natal.

Introdução

Mediante ao cenário cumulativo de ocorrências de desastres de ordem natural e antrópica surge a necessidade de desenvolver mecanismos efetivos de monitoramento, análise e deliberação para mitigar a possibilidade de eventos futuros. Nessa perspectiva, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm se mostrado instrumentos valiosos na gestão e compreensão destes eventos adversos, permitindo desenvolver a capacidade de redução do risco de desastre.

Para isso, buscou-se construir um Sistema de Informação Geográfica para o município de Natal/RN, no período de 2017 a 2022, com enfoque nos casos de desastres registrados nesse intervalo de tempo. A realização desta pesquisa foi possível por causa da parceria com a Defesa Civil de Natal (DCN), que forneceu os dados necessários para a elaboração desse sistema.

De maneira inicial, definiu-se a implementação de códigos de identificação para os laudos de vistoria e autos de interdição registrados pela DCN, conferindo, dessa forma, organização e categorização aos casos, facilitando as análises posteriores.

Com base nos dados fornecidos pela DCN e compilados na planilha, deu-se início à etapa de desenvolvimento do Sistema de Informação Geográfica (SIG) "Desastres 2017 - 2022". Essa etapa consistiu na integração dos dados geográficos dos eventos com as informações disponíveis, possibilitando uma visualização espacial das ocorrências e a identificação de padrões ou áreas mais propensas a desastres. Os resultados obtidos foram sistematizados e postos na produção cartográfica, desenvolvendo uma representação cartográfica das ocorrências de desastres ocorridos em Natal/RN durante o período analisado.

Essa representação espacial contribui para a compreensão dos padrões de distribuição dos desastres na cidade e pode auxiliar na adoção de medidas preventivas e mitigadoras. Este artigo apresentará detalhadamente o processo de desenvolvimento do SIG, desde a coleta de dados até a produção do material cartográfico. Em síntese, serão discutidos os resultados obtidos e seu potencial impacto na gestão de desastres em Natal/RN. Espera-se que este estudo contribua para o aprimoramento das estratégias de prevenção e resposta a desastres na cidade, oferecendo subsídios para uma gestão mais eficiente e segura do território natalense.

Cartografia Municipal de Riscos

O mapeamento de áreas de risco e o uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), em escala municipal, é um dos instrumentos utilizados nas ações de ordenamento territorial, com o objetivo principal de realizar uma boa gestão local no que se refere ao planejamento das cidades; desta forma, existe de fato uma importância da cartografia

municipal de riscos, a qual tem a finalidade de identificar as áreas inadequadas para a ocupação humana considerando as vulnerabilidades da sociedade analisada.

> A identificação, a caracterização e a avaliação metódica dos riscos naturais, tecnológicos e mistos (...) são passos fundamentais no adequado desenvolvimento dos procedimentos de planejamento de emergência e de ordenamento do território. (Julião et al., p.5, 2009).

Partindo deste pressuposto é indispensável realizar a associação da gestão de riscos com os conceitos de Ordenamento Territorial e de Proteção Civil, o primeiro conceito refere-se a formulação de políticas públicas voltadas para a organização do espaço geográfico em relação às suas infraestruturas como habitações, rodovias, drenagem urbana, etc; já o segundo trata da Proteção Civil que segundo a Defesa Civil do estado de Mato Grosso é "o conjunto de ações preventivas, de socorro, assistenciais, reabilitadoras e reconstrutivas, destinadas a evitar desastres ou minimizar seus impactos para a população e a restabelecer a normalidade social."

> O conhecimento dos perigos que afetam os territórios e a sua localização, alcance e efeitos disseminados é fundamental para o desenvolvimento do planejamento de emergência e para a programação de exercícios com uma gama de cenários que se adequam à previsível severidade e recorrência dos perigos." (Julião et al., p.16, 2009).

Desta forma, se torna necessário a análise do passado com o objetivo de projetar cenários para o presente e futuro, visando minimizar e mitigar desastres em locais vulneráveis aos riscos e também identificar as áreas consideradas de alto grau de vulnerabilidade a eventos desastrosos diversos como: enchentes, alagamentos, inundações, deslizamentos de terra, dentre outros. Tal análise se torna eficiente ao representar a realidade em produtos que possibilitem a identificação, análise e projeções de eventos extremos como o uso de mapas, cartas e SIG, o que demonstra que a ciência geográfica tem papel fundamental na gestão de riscos em escala global, regional, local e micro-local, contribuindo assim para o ordenamento dos territórios e à mitigação de desastres.

O uso destas técnicas utilizadas pela geografia e cartografia permite a espacialização dos riscos, que possibilitam a produção de relatórios técnicos, atlas, mapeamentos e a construção de SIG proporcionando aos gestores públicos a elaboração de estratégias que visem minimizar os impactos ocasionados por eventos extremos e ainda elaborar políticas públicas de apoio às comunidades que residem em tais áreas.

> Sendo assim, a cartografia de risco, no âmbito das atividades da proteção civil, pode assumir um papel de grande dinamismo interativo, onde a informação sobre os processos e os diferentes "layers" de risco, depende,

> não somente de estudos e estatísticas sobre os períodos de recorrência de determinados eventos, mas também da atualização de dados proveniente da realização de exercícios, da implementação de medidas mitigadoras e da descrição mais afinada de cenários que enquadram a elaboração ou a revisão de planos. (Julião et al., p.36, 2009).

SIG sobre desastres

O Sistema de Informação Geográfica (SIG) foi desenvolvido durante o século XX, acontecimento este que só foi possível devido ao avanço técnico da informática no cenário mundial, atualmente tal ferramenta é utilizada para diversas finalidades, pois, a mesma possui vasta aplicabilidade para dados geoespaciais, contribuindo inclusive para o planejamento e gerenciamento urbano em diversas cidades do Brasil e do mundo. Dessa forma, a setorização de áreas de risco pode ser representada em SIG, contribuindo para a análise técnica e crítica dos fenômenos relacionados à temática da gestão de risco em escala local.

> Sistemas de Informação Geográfica é um conjunto de programas, equipamentos, metodologias, dados e pessoas, perfeitamente integrados, de forma a tornar possível a coleta, o armazenamento, o processamento e a análise de dados georreferenciados, bem como a produção de informação derivada de sua aplicação. (Teixeira,1995 apud. Filho,1996).

"A tecnologia dos SIG, vem se impondo como uma ferramenta de rotina para a visualização, a análise da informação espacial, sendo usada extensivamente em aplicações como a cartografia de uso do solo (planejamento urbano) [...]" (Mirandola, p.22, 2004). Nesta perspectiva, várias gestões em âmbito regional e local tiveram a iniciativa de produzir SIG com bases de dados que proporcionam uma melhor análise e a correta localização de áreas de risco, assim como a possível quantidade de perdas e danos após algum desastre; no Brasil algumas gestões municipais, estaduais e órgãos da iniciativa federal possuem os Sistemas de Informações Geográficas sobre desastres como formas de instrumentos de gestão que auxiliam de forma precisa nas tomadas de decisões antes, durante e após eventos adversos, como por exemplo: alagamentos, inundações, deslizamentos de terra e processos erosivos, além de ser uma fonte de dados e informações pertinentes ao assunto abordado que proporcionam o fácil acesso dos interessados. Dentre os SIG nacionais destacam-se três (S2iD, TOPODATA, Mapa Interativo Sobre Desastres - CEMADEN). O Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres - S2iD é o instrumento utilizado pela Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil - SEDEC, o mesmo é composto pela integração de diversos produtos informatizados disponibilizando para a sociedade informações sistematizadas, que possibilitam a qualificação e transparência da gestão de risco no país.

O TOPODATA é o SIG do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, que é considerado como o banco de dados geomorfométricos do Brasil, viabilizando a aquisição de informações do relevo de todo o Brasil, que auxilia na análise de risco a partir dos Modelos

Digitais de Elevação (MDE) com o viés de extrair, a partir de procedimentos cartográficos e do geoprocessamento, as curvas de nível, a hipsometria e a declividade dos terrenos por meio de imagens SRTM, com isso este sistema é fundamental para identificar áreas propícias a diversos acontecimento ligados a altitude do relevo tal como as ocupações de encostas e em planícies de inundações.

O CEMADEN - Centro de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais, possui um conteúdo em formato virtual que possibilita, através de mapas interativos, a visualização de informações de radares e estações climáticas sendo possível avaliar em tempo real ocorrências de eventos extremos de precipitação, além de também proporcionar a obtenção dessas informações e analisar dados de estações geotécnicas, na interface do mapa é possível escolher a localidade a ser analisada contribuindo para um detalhamento mais adequado para as escalas locais e regionais.

Com estes exemplos, outros órgãos do poder público passaram a utilizar a ferramenta como forma de melhorar a sua atuação, destacando as secretarias de defesa civil estadual e municipal que necessitam de mapeamento e a formação de banco de dados com credibilidade para aprimorar seus serviços.

Utilizando desta prerrogativa, a defesa civil de Natal, com a colaboração do Grupo de Pesquisa Dinâmicas Ambientais, Risco e Ordenamento do Território (GEORISCO), do Departamento de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, passou a contar com um banco de dados e com um SIG, que propicia analisar a atuação da DCN identificando assim as áreas com maior densidade de desastres. A ferramenta se encontra atualmente em fase de atualização de seus dados, etapa esta considerada indispensável para o aperfeiçoamento dos dados já disponibilizados e a ideal representação da realidade da cidade de Natal/RN no que se refere a áreas vulneráveis a perdas e danos neste município.

Em síntese, o presente trabalho demonstra a importância do SIG produzido pelo GEORISCO para a gestão de risco da cidade de Natal, assim como as etapas aplicadas durante o processo de atualização do mesmo e como tal instrumento pode ser utilizado para minimizar e mitigar desastres diversos que atingem na maioria das vezes a população mais vulnerável por meio de uma análise adequada e precisa dos dados sobre as atuações da Defesa Civil de Natal disponíveis no SIG em questão.

METODOLOGIA

Para a elaboração do Sistema de Informação Geográfica sobre Desastres de 2017 a 2022 (SIG - Desastres versão 2017 - 2022), bem como o Banco de Dados de Desastres de Natal (BDDN), foram desenvolvidas as etapas metodológicas a seguir:

1. Criação de códigos de identificação de cada ocorrência registrada pela DCN;

2. Produção de planilha no software Microsoft Office Excel com os dados fornecidos pela DCN;
3. Elaboração do SIG - Desastres 2017 - 2022;
4. Sistematização e produção cartográfica com os dados obtidos.

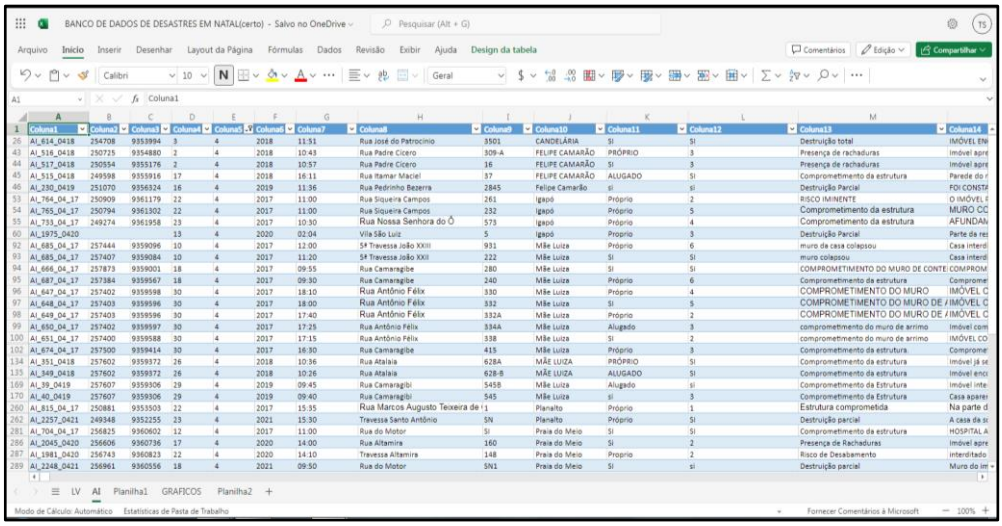
Códigos de Identificação

A primeira etapa constou em sistematizar uma nomenclatura única para cada uma das ocorrências registradas pela DCN, com base nas informações constatadas no laudo. As categorizações diferenciam os tipos de registros, laudo de vistoria ou auto de interdição, número da ocorrência, mês e ano da visita. Seguindo esta forma, as nomenclaturas foram representadas da seguinte forma: AI_1234_0122 para um hipotético Auto de Interdição nº 1234 realizado em janeiro de 2022, LV_1234_01_22, para um hipotético Laudo de Vistoria nº 1234 realizado em janeiro de 2022.

Produção de Planilhas

Em posse das ocorrências e com as nomenclaturas feitas, foi produzido uma planilha no Excel com informações coletadas de cada caso. Consta na planilha: o código (nomenclatura), coordenadas UTM do local, data do incidente, CEP, Logradouro, número do imóvel, bairro de ocorrência, tipo de imóvel, número de habitantes, motivo da ocorrência e observações que o vistoriador registrou no laudo para detalhar a ocorrência. O exemplo do esboço da planilha pode ser visualizado na Figura 1. Além de proporcionar uma sistematização e organização dos dados, a planilha foi de suma importância para a produção do SIG - desastres, pois proporcionou a dispersão geográfica das ocorrências pelo município de Natal e fazer análises espaço - temporais com os laudos.

Figura 1 – Planilha produzida com dados da Defesa Civil de Natal (DCN).



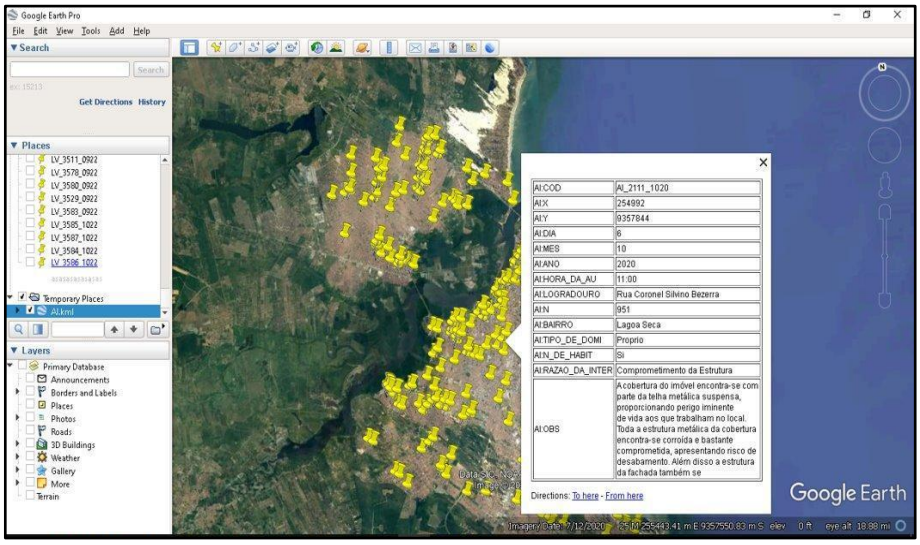
Fonte: Elaborado pelos autores (2023) com base nos dados da DCN.

Produção do SIG - Desastres versão 2017 - 2022

Logo, com a construção das planilhas com as respectivas coordenadas UTM de cada ocorrência, foi possível espacializar cada uma delas pelo município de Natal e produzir um Sistema de Informação Geográfica. Para isso, foram utilizados o software QGIS, versão 2.33, Google Earth Pro para realizar a distribuição. Primeiramente, a planilha foi salva em formato .CSV (número separado por vírgula) para possibilitar sua leitura pelo QGIS. Uma vez salvo, foi utilizado a função “Texto Delimitado”, no caminho **Camada > Adicionar nova camada > Texto Delimitado.** Utilizando essa função foi possível transformar cada uma das ocorrências em um ponto georreferenciado único, espacializado-as pelo município de Natal e permitindo fazer análises e correlações da concentração de ocorrências com outros fatores, tais quais: declividade, uso do solo, situação socioeconômica da localidade, etc. Essa transformação também foi indispensável para a produção de produtos cartográficos e análises espaciais.

Após este processo, foi utilizado o Google Earth Pro para espacializar as ocorrências em pontos contendo todas as informações presentes na planilha (código, Logradouro, Rua, etc.) para cada um dos laudos de vistoria e auto de interdição. Uma padronização de cores foi criada de acordo com o tipo de ocorrência (Laudo de Vistoria e Auto de Interdição) para facilitar a identificação visual de entres os tipos (Figura 2). Feito isso, os pontos foram salvos em formato *shapefile* (.shp) para que, com o auxílio dos softwares QGIS e ArcGIS, fosse possível a elaboração de mapas cartográficos a respeito da concentração de ocorrências.

Figura 2 – Protótipo do SIG - Desastres v. 2017 - 2022

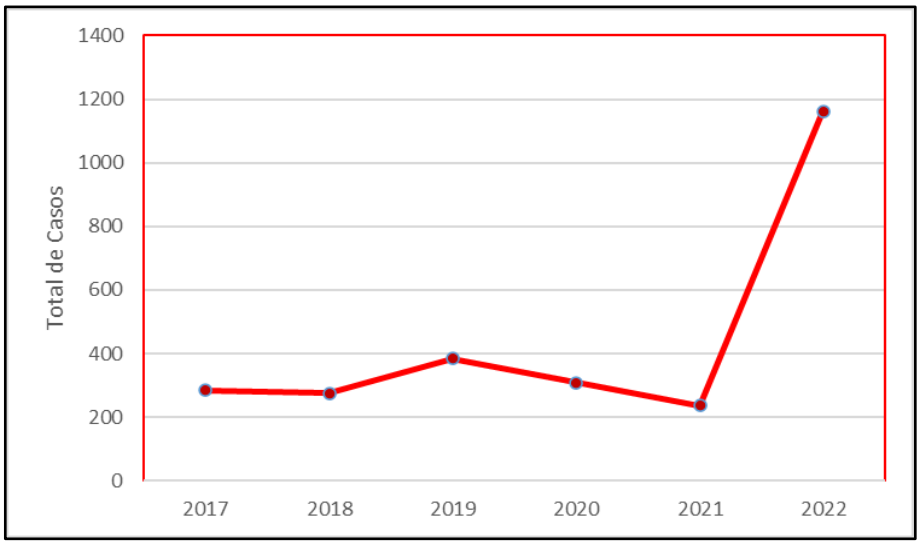


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Sistematização e Produções Cartográficas

Por meio de um compilado de todas as informações e dados mencionados acima, foram elaborados materiais cartográficos para a concentração e distribuição dos laudos de vistoria e autos de interdição para o município de Natal de 2017 a 2022. Do mesmo modo, foram produzidos gráficos e tabelas com o número de casos por mês, as razões de interdição, entre outros. Com o auxílio dos dados de precipitação para o período estudado da Estação Meteorológica de Natal (nº 82598) adquiridos na Base de Dados Meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), bem como, a análise dos dias com maior precipitação que foram correlacionados com as ocorrências de desastres, a fim de tentar entender os catalisadores para os desastres. A utilização de Modelos Digitais de Elevação, obtidos através da plataforma TOPODATA, do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), foi essencial para produção de material cartográfico a respeito de declividade para estudar a correlação desse fator com as ocorrências registradas.

Gráfico 1 – Evolução das ocorrências (AI e LV) de 2017 a 2022.

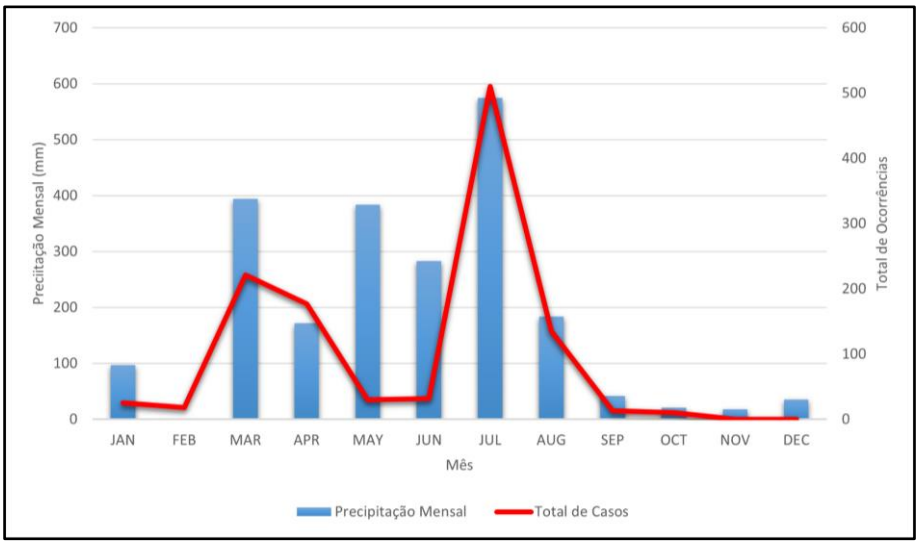


Fonte: Elaborado pelos autores (2023) com base nos dados da DCN.

O Gráfico 1 mostra a evolução dos casos entre 2017 e 2022. De maneira inicial, tanto os autos de interdição quanto os laudos de vistoria ficaram entre 200 e 400 ocorrências por ano até 2022, onde teve um crescimento exponencial para quase 1200 ocorrências/ano. Isso se deu pelo fato de ocorrer um regime anormal de chuvas naquele ano, principalmente para julho, mês em que ocorreram grande parte das ocorrências. Entre as consequências dessas chuvas excessivas, as mais notórias foram o desastre da rua Mirassol e o transbordamento de diversas lagoas de captação. O primeiro ocorreu no dia 7 de julho de 2022, na rua Mirassol

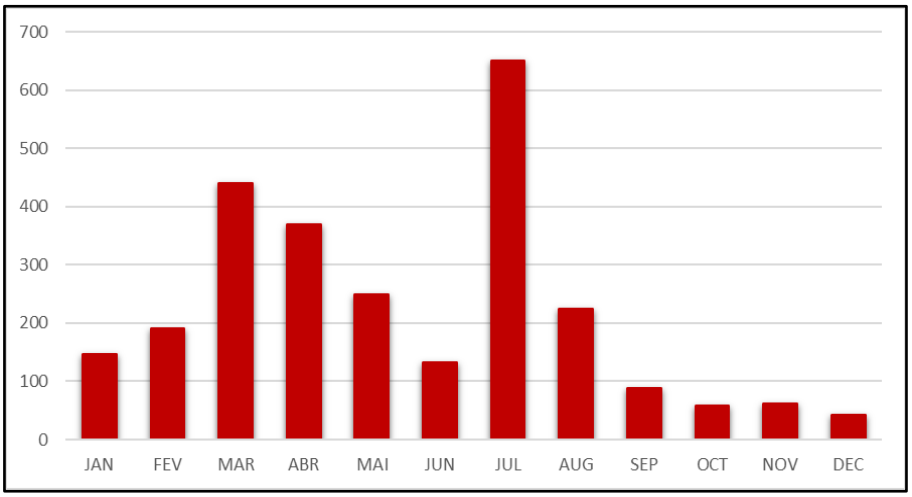
localizada no bairro de Felipe Camarão em Natal, onde as galerias subterrâneas se romperam devido ao alto volume de água o que ocasionou a abertura de uma cratera que forçou a retirada de 25 famílias do local (Agência Brasil, 2022). No mês de julho de 2022 também foram registrados mais de 12 lagoas de captação que transbordaram, forçando inúmeras famílias a deixarem suas casas devido à invasão pela água. Segundo a EMPARN, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte, na data do ocorrido choveu em 24 horas quase todo o volume esperado para o mês inteiro (Tribuna do Norte, 2022). Este cenário fez com que somente em julho fossem registradas mais de 600 ocorrências pela defesa civil, metade de todas as registradas para o ano de 2022, como mostra o gráfico 2. Com os dados do SIG também foi possível verificar o mês que mais ocorre a atuação da DCN devido aos eventos extremos diversos, ao analisar os dados e produzir o Gráfico 3 é possível afirmar que o mês de maior recorrência de desastres no município de Natal/RN é o mês de julho tendo em vista que entre 2017 e 2022 o mês possui mais de 600 casos.

Gráfico 2 – Total de ocorrências x Precipitação Mensal (mm) para o ano de 2022



Fonte: Defesa Civil de Natal (2022); INMET(2022).

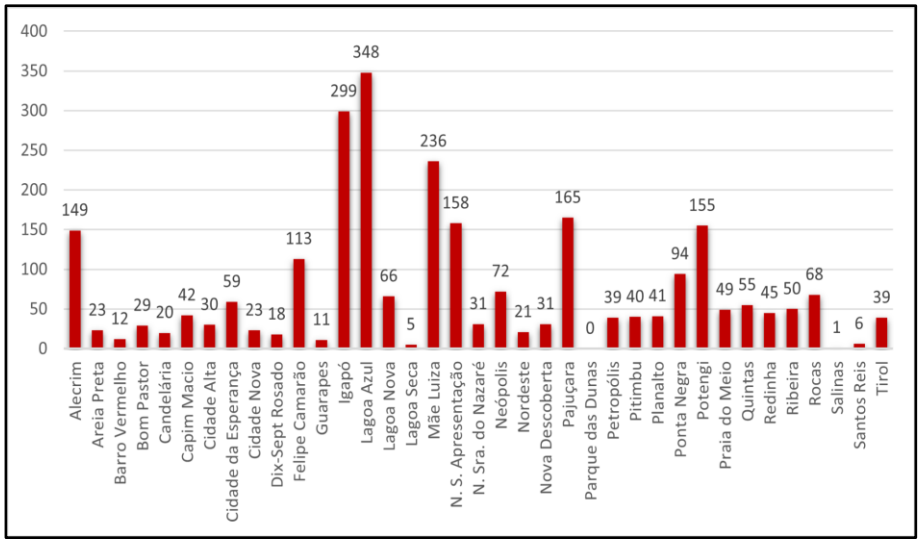
Gráfico 3 – Total de ocorrências mensais registradas de 2017 a 2022



Fonte: Defesa Civil de Natal (2022)

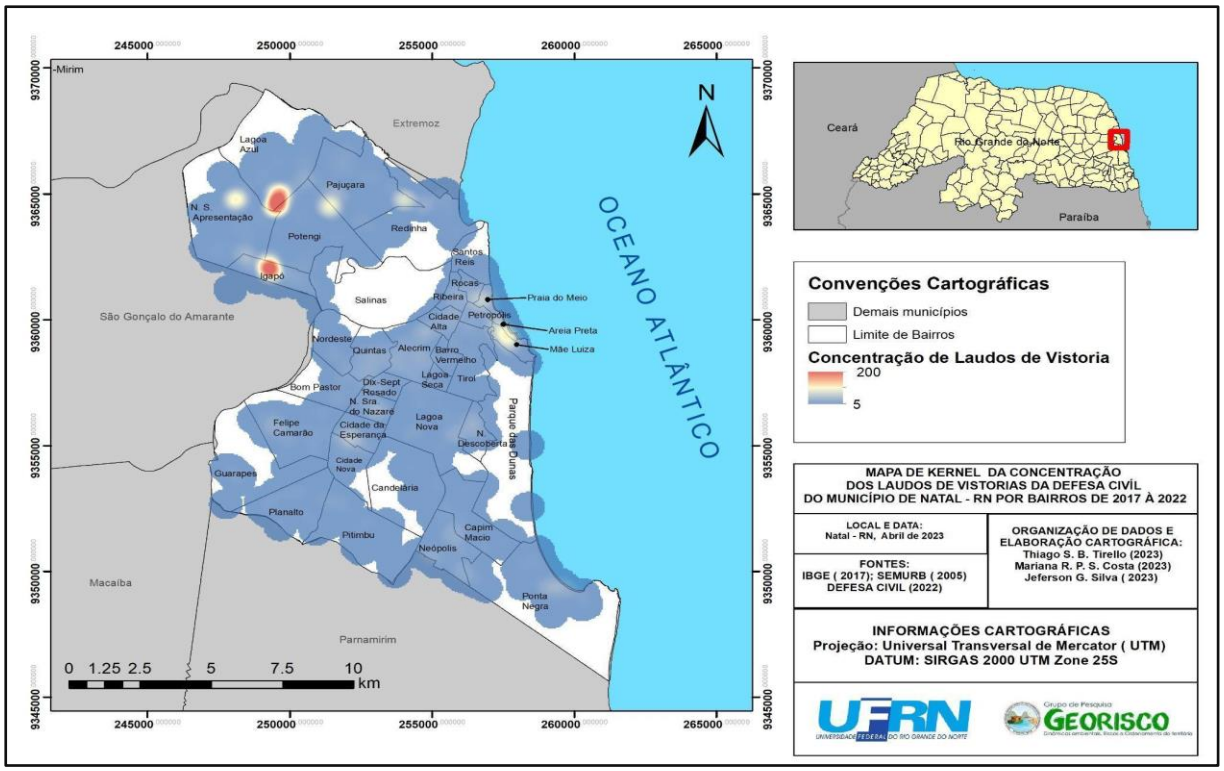
Ainda com os dados espacializados, foi possível identificar as áreas com maior concentração de casos, como mostrado no Gráfico 4. Para o ano de 2022, os bairros que concentram mais ocorrências da defesa civil foram, respectivamente: Lagoa Azul, Igapó, Mãe Luiza, Pajuçara e Nossa Senhora da Apresentação. Vale destacar também o bairro de Felipe Camarão, que foi o local do desastre da Rua Mirassol. Dentre as ocorrências, a maior parte foi decorrente de alagamento, sendo registrados quase 1000 ocorrências, seguido por comprometimento de estrutura e comprometimento de vias. Foi apurado que grande parte dessas autuações foram datadas no ano de 2022.

Gráfico 4 – Total de ocorrências registradas por bairro de 2017 a 2022



Fonte: Defesa Civil de Natal (2022)

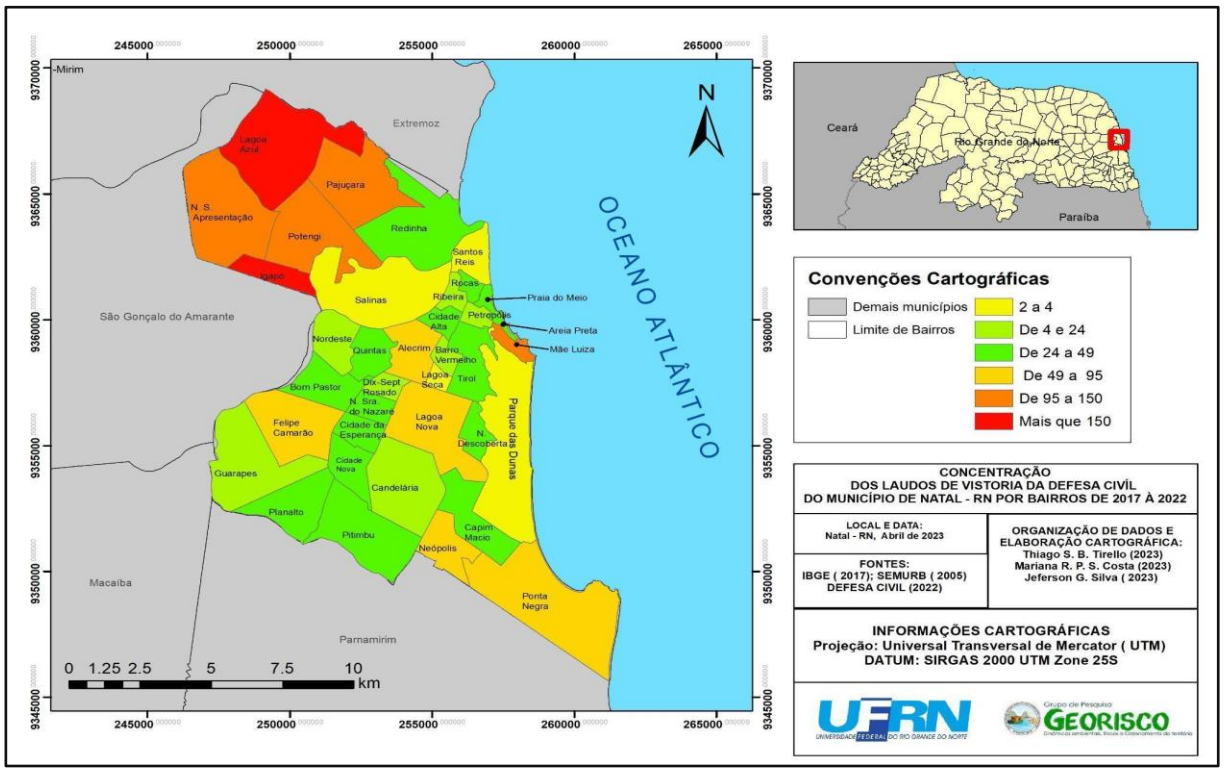
Figura 3: Concentração dos Laudos de Vistoria da defesa civil de Natal por bairros de 2017-2022



Fonte: Elaborado pelos autores (2023) com base nos dados da DCN.

A figura 3 mostra a concentração dos laudos de vistorias da DCN em Natal nos anos de 2017 a 2022 a partir de dados retirados do SIG-DESASTRES, onde é perceptível a existência de um número maior de casos nos bairros de Nossa Senhora da Apresentação, Lagoa azul, Igapó e Pajuçara, ambos na zona norte da cidade; os dados do SIG demonstram que a região norte da cidade possui um alto grau de vulnerabilidade ligados a eventos extremos de precipitação, já que os dados em sua maioria estão ligados a alagamentos de avenida e transbordamentos de lagoas de captação. Nota-se um considerável número de casos no bairro de Mãe Luiza, muitas dessas vistorias no bairro advém do desastre ocorrido no ano de 2014, pois, diversos impactos provenientes daquele evento extremo ainda perduram até os dias atuais levando transtornos aos moradores da comunidade em questão. A partir disto é perceptível a importância do SIG-DESASTRES na gestão de risco em escala municipal.

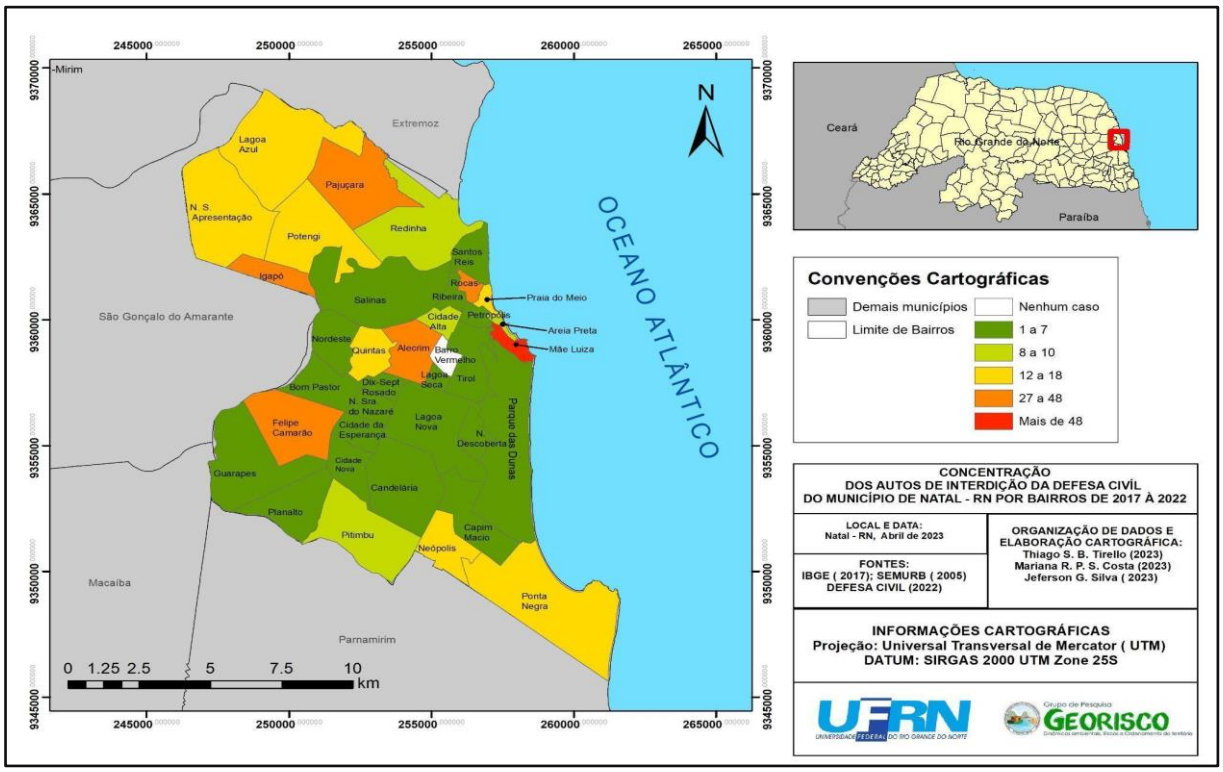
Figura 4: Concentração dos Laudos de vistoria da defesa civil de Natal por bairros de 2017-2022



Fonte: Elaborado pelos autores (2023) com base nos dados da DCN.

Na figura 4, o mapa de coroplético produzido a partir dos dados do SIG-DESASTRES mostra a maior concentração de vistorias na zona norte do município, onde o nível de vulnerabilidade é maior, se comparado a outras zonas administrativas de Natal. Os bairros mais afetados são os bairros de Igapó e Lagoa Azul, um dos maiores bairros da cidade, em proporção territorial. Os casos de vistorias nesses bairros, em sua maioria, estão relacionados a alagamentos causados pelo transbordamento das lagoas de captação e intensificados pela falta de infraestrutura dos bairros, por razões de comprometimento de estruturas dos locais vistoriados.

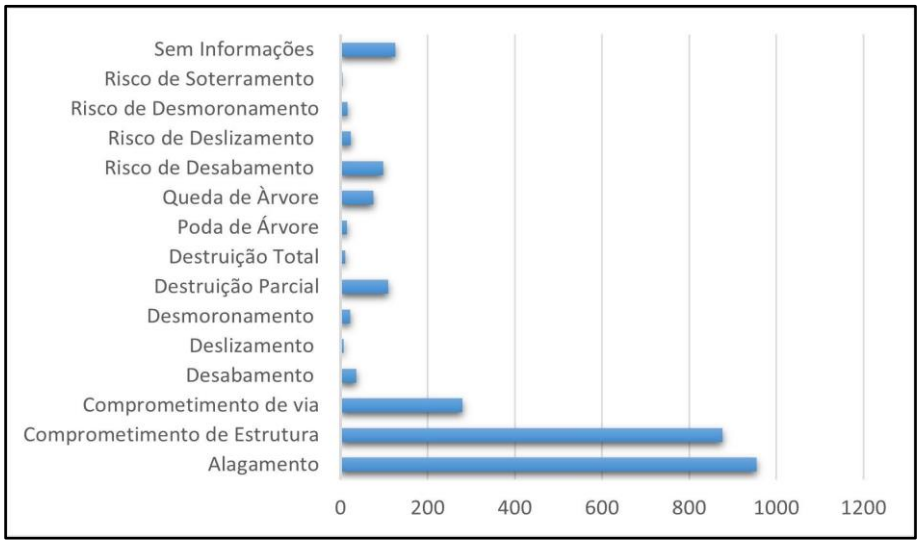
Figura 5: Concentração dos Autos de Interdição da defesa civil de Natal por bairros de 2017-2022



Fonte: Elaborado pelos autores (2023) com base nos dados da DCN.

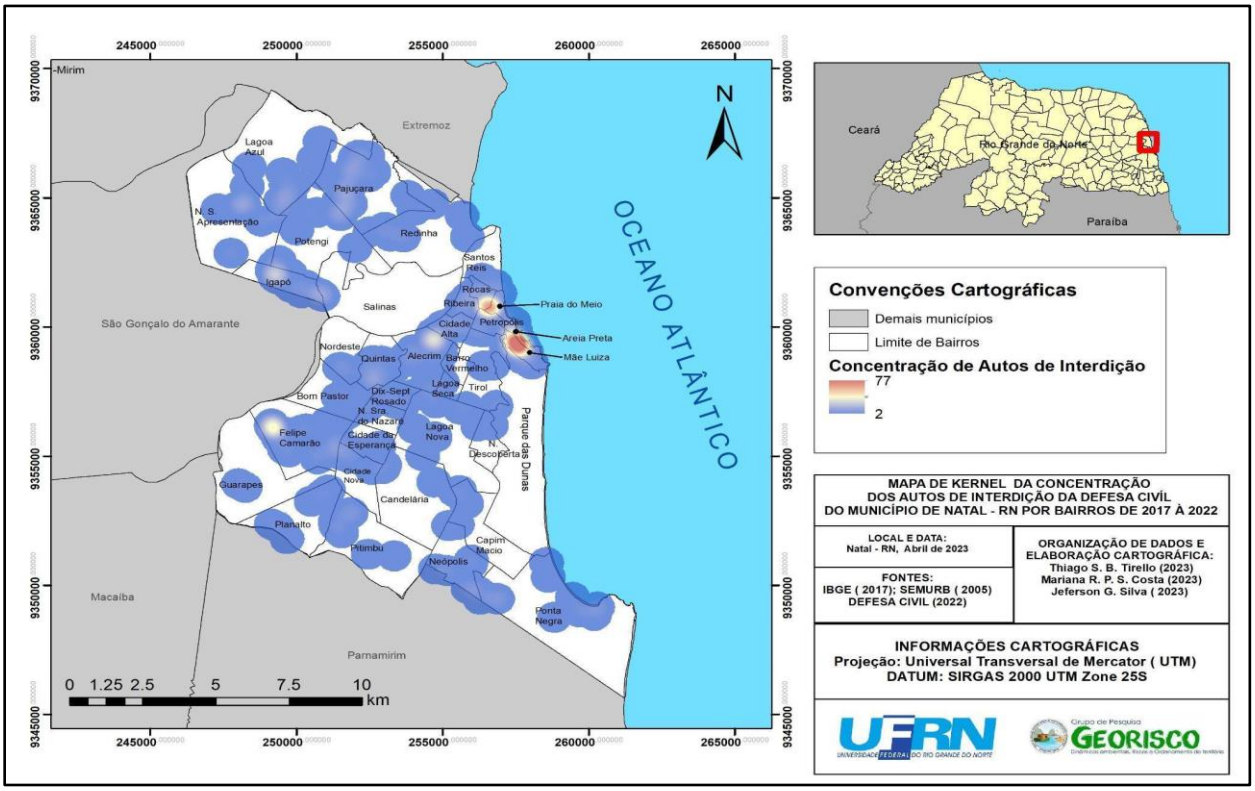
A Figura 5 demonstra o mapa dos registros de autos de interdição da defesa civil municipal, com destaque para o bairro de Mãe Luiza, onde está a maior concentração de interdições. As maiores razões para interdições são o comprometimento de estrutura e alagamentos, seguidos de comprometimento de vias e risco de desabamento estrutural. No Gráfico 5 é exposto os maiores motivos para ocorrências de interdições da defesa civil de Natal entre os anos de 2017 a 2022, onde além dos motivos anteriores citados, é mostrado outras causas onde tornaram-se necessárias a interdição de imóveis, vias ou estruturas pela DFC.

Gráfico 5 – Razão das ocorrências entre 2017 e 2022



Fonte: Defesa Civil de Natal (2022).

Figura 6: Concentração dos Autos de Interdição da defesa civil de Natal por bairros de 2017-2022.

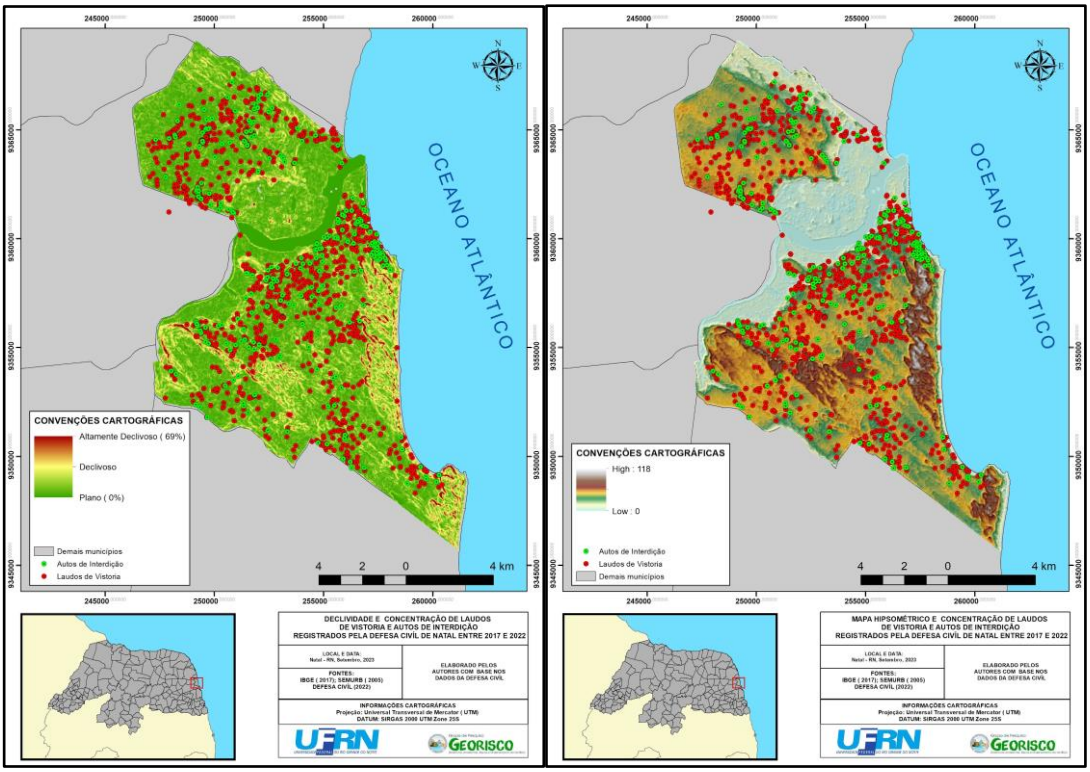


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A Figura 6 representa a concentração de Autos de Interdição. Ao analisar este produto cartográfico é perceptível que o maior número de AI situa-se espacialmente na região leste

da cidade, mais especificamente nos bairros de Mãe Luiza, Praia do Meio, Rocas, Areia Preta, entre os bairros do Alecrim e Cidade Alta, na comunidade do Passo da Pátria. Além disso, o mapa de calor em questão evidencia um quantitativo considerável de autos realizados pela Defesa Civil no bairro de Felipe Camarão na zona oeste de Natal/RN. Esta atuação da DCN é proveniente do evento extremo de precipitação ocorrido em julho de 2022, situação esta desencadeada pela falha na infraestrutura de drenagens das águas pluviais na área, no ocorrido mais de 20 residências foram interditadas.

Figura 7 e 8: Declividade e Hipsometria e com a Concentração dos Autos de Interdição e Vistoria da Defesa Civil de Natal por bairros de 2017-2022.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Por fim, evidenciou-se uma relação direta entre as ocorrências analisadas com os aspectos físicos do terreno, como pode ser visto na Figura 7 e 8; podendo inferir deste modo que as áreas de maiores ocorrências de alagamentos estão em áreas com declividades baixas o que caracteriza terrenos planos propícios aos eventos elencados, como é verificado na Zona Norte de Natal, onde as declividades são baixas e o terreno, em sua maioria, se caracteriza por ter características planas. Outro fator do terreno determinante nas ocorrências mapeadas está relacionado com a geomorfologia da cidade, composta por dunas, que são áreas sensíveis a processos erosivos; neste caso, como exemplo, pode-se citar o bairro de Mãe Luiza que possui altas declividades e possui um quantitativo considerável de atuação da DCN,

ligadas, sobretudo, ao movimento gravitacional de massa das encostas existentes na área, impulsionando a formação de deslizamentos e danos estruturais nas moradias dos residentes do bairro em questão.

Considerações Finais

O Sistema de Informação Geográfica pode ser utilizado de forma estratégica no que se refere ao ordenamento territorial das cidades, pois, a partir da sua devida utilização é possível realizar uma gestão de riscos em diversas escalas de forma eficiente visando a minimização de impactos ocasionados por diversos tipos de desastres em escala regional, local e micro-local.

Portanto, o SIG DESASTRE de Natal é considerado um instrumento fundamental e indispensável, que possibilita uma melhor gestão da defesa civil de Natal por meio da análise temporal de sua atuação. Assim, identificando as áreas vulneráveis e contribuindo para a implementação de ações de mitigação, como por exemplo: políticas públicas de apoio às comunidades afetadas e obras que visam diminuir os impactos ocasionados por eventos diversos.

Este instrumento deve ser difundido em várias escalas, proporcionando aos gestores uma base de dados eficaz, no que se refere a gestão de risco, possibilitando o aumento das operações da defesa civil no pré-desastre, a melhoria do tempo de resposta dos órgãos durante o desastre e as estratégias para atender os afetados no pós-desastre de forma correta e célere, além de possibilitar a queda dos números das perdas e danos ocasionados no Brasil.

Agradecimentos

Agradecemos, primeiramente, ao nosso orientador Dr. Lutiane Almeida pelo suporte e arcabouço que nos foi fornecido durante a etapa de produção deste trabalho. Agradecemos também aos membros do grupo GEORISCO - Grupo de Pesquisa Dinâmicas Ambientais, Risco e Ordenamento do Território, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, pelo apoio e acolhimento às ideias e aos colaboradores do projeto. E por fim, a CNPQ, pelo fomento à pesquisa e a inovação nas instituições públicas de ensino no Brasil.

Referências

DEFESA CIVIL DO MATO GROSSO. O que é proteção e defesa civil. Disponível em: https://www.defesacivil.mt.gov.br/o-que-e-protecao-e-defesa-civil . Acesso em: 8 jun. 2023.

FILHO, Jugurta Lisboa; IOCHPE, Cirano. Introdução a Sistemas de Informações Geográficas com ênfase em banco de dados. 1996.

JULIÃO, Rui Pedro et al. Guia metodológico para a produção de cartografia municipal de risco e para a criação de sistemas de informação geográfica (SIG) de base municipal. 2009.

MIRANDOLA, Patrícia Helena. A trajetória da tecnologia de sistemas de informação geográfica (SIG) na pesquisa geográfica. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros, Seção Três Lagoas, p. 21-37, 2004.

Com maior chuva em 24 anos, Natal entra em calamidade pública. **Tribuna do Norte**, 2022. Disponível em < http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/com-maior-chuva-em-24-anos-natal-entra-em-calamidade-paoblica/542096> Acesso em 21, jun. 2023.

Chuvas já afetaram mais de 64,8 mil pessoas no Rio Grande do Norte. Agência Brasil, 2022. Disponível em < https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-07/chuvas-ja-afetaram-mais-de-648-mil-pessoas-no-rio-grande-do-norte> . Acesso em: 21 jun. 2023.

Análise de Variância de Precipitação Mensal das Três Sub-Bacias do Rio Parnaíba

Monthly Precipitation Variance Analysis of the Three Sub-Basins of the Parnaíba River

João Luiz Santana Brazil
Universidade Federal de Sergipe
0009-0002-5144-953X
joao.s.brazil@gmail.com

Aline do Vale Figueiredo Barbosa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-6524-7034
alinevfbarbosa@gmail.com

Renata Barbosa Monteiro Machado
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
renata.monteiro.639@ufrn.edu.br

Resumo: O estudo hidrológico, faz-se de extrema importância para o gerenciamento de recursos hídricos. O objetivo do presente trabalho foi, portanto, realizar uma análise de variância do regime de pluviosidade das sub-bacias do baixo, médio e alto Parnaíba no período de 1985 até 2022, sendo escolhidas para o estudo três estações pluviométricas: São Félix de Balsas (Alto), Santa Cruz do Piauí (Médio) e Tinguis (Baixo). Num primeiro momento, a análise consistiu em agrupar e ordenar os dados, cronologicamente, de forma mensal e anual. A técnica estatística foi de Análise de Variância, com o intuito de verificar se existem diferenças significativas nas três estações quanto ao regime de chuvas. Para detectar as possíveis tendências, utilizou-se os testes de comparações múltiplas de Tukey, Shapiro-Wilk, Levene, Kruskal-Wallis e Wilcoxon. Os resultados demonstraram que houve diferença significativa no regime de precipitação entre os pontos estudados no alto, médio e baixo Parnaíba.

Palavras-chave: Precipitação. Testes estatísticos. Bacia do Parnaíba. ANOVA.

Abstract: The hydrological study is extremely important for the management of water resources. The objective of the present work was, therefore, to carry out a variance analysis of the rainfall regime of the sub-basins of the lower, middle and upper Parnaíba in the period from 1985 to 2022, choosing three rainfall stations for the study: São Félix de Balsas (Alto), Santa Cruz do Piauí (Middle) and Tinguis (Low). At first, the analysis consisted of grouping and ordering the data, chronologically, monthly and annually. The statistical technique was Analysis of Variance, with the aim of verifying whether there are significant differences in the three seasons in terms of rainfall. To detect possible trends, Tukey, Shapiro-Wilk, Levene, Kruskal-Wallis and Wilcoxon multiple comparison tests were used. The results showed that there was a significant difference in the precipitation regime between the points studied in the high, medium and low Parnaíba.

Keywords: Precipitation. Statistical tests. Parnaíba Basin. ANOVA.

Introdução

O clima é de grande importância para a dinâmica do meio ambiente, sendo considerado um elemento condicionador em diversos aspectos, pois exerce influência direta nos processos tanto de ordem física quanto biológica, assim como na sociedade de um modo

geral, visto que constitui um recurso essencial para a vida e para as atividades humanas (CHRISTOFOLETTI, 1993 *apud* RIPOLI E FERREIRA, 2014).

Os regimes climáticos e hidrológicos, em diversas regiões do globo, não se tratam de regimes estacionários (MILLY *et al*., 2008; KOUTSOYIANNIS, 2013). A variabilidade natural do clima não é completamente entendida (KOUTSOYIANNIS, 2013), da mesma forma que sua consequência nas bacias hidrográficas também não são completamente entendidas (SUN *et al.*, 2012).

O estudo das variabilidades da precipitação é atualmente um desafio na área de recursos hídricos (SOUSA *et al*., 2012), especialmente devido à elevada importância sobre os efeitos da disponibilidade hídrica em bacias hidrográficas, sobretudo aquelas situadas em regiões semiáridas ou de transição (FRANCISCO, 2004), como é o caso da Bacia do Parnaíba.

Em termos de recursos hídricos, a precipitação pluviométrica constitui o principal dado de entrada para análise do balanço hidrológico de uma bacia hidrográfica (ou sistema hidrológico), além de representar o elemento climático, dentre outros elementos e fatores, de maior importância para entender a dinâmica climática (FERREIRA NETO, 2001).

O conhecimento da variação da precipitação, tanto no espaço, como no tempo, é importante para estudos hidrológicos e para o planejamento dos recursos hídricos (BIGG, 1991, SAMPAIO *et al*., 2007).

Diante da necessidade de se conhecer o comportamento da variação pluviométrica na bacia hidrográfica do Rio Parnaíba, o objetivo do presente trabalho é analisar o regime de precipitação das sub-bacias baixo, médio e alto Parnaíba, no período de 1985 até 2020, com base na técnica estatística da análise de variância (ANOVA). O emprego desta técnica permite avaliar as anormalidades, as tendências, a variância e os impactos das chuvas em uma determinada região (COSTA, BECKER E BRITO, 2013 *apud* FILHO E ARAÚJO, 2015).

Para alcançar tal objetivo, foram desenvolvidos os seguintes objetivos específicos: (I) Verificar o regime de pluviosidade das sub-bacias do baixo, médio e alto Parnaíba no período de 1985 até 2020; e (II) Comparar as médias dos dados de precipitação das sub-bacias do baixo, médio e alto Parnaíba utilizando ANOVA.

A Bacia Hidrográfica do Parnaíba

Considera-se bacia hidrográfica como uma área de captação natural da água de precipitação, convergindo para um rio principal e é constituída por um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem (BERTONI; TUCCI, 2009).

Assim, trata-se de um sistema hidrográfico complexo capaz de realizar os balanços de entrada proveniente da chuva e saída de água através do exutório, “permitindo que sejam delineadas bacias e sub-bacias, cuja interconexão se dá pelos sistemas hídricos” (PORTO e PORTO 2008).

Conforme Alencar, Silva e Oliveira (2006), parte da precipitação pluviométrica é captada pela vegetação e se infiltra no solo e pode ocorrer de uma parte ser retida em depressões da superfície do terreno. Caso a ocorrência de chuva permaneça, com o preenchimento de água nas depressões, ocorrerá o escoamento superficial, onde a água vai ecoar até a superfície do solo, sem infiltrar, formando “a enxurrada que irá compor, junto com o escoamento de base, os córregos, ribeirões, rios, lagos e reservatórios” (ALENCAR, SILVA e OLIVEIRA, 2006).

Diante do exposto, verifica-se a importância, por exemplo, da análise estatística de séries temporais dos fenômenos hidrológicos, como a aplicação da ANOVA, onde se torna possível determinar medidas estruturais e não estruturais de controle de inundações e períodos de estiagem, dentre outras medidas.

De acordo com os dados do Relatório Situacional dos Recursos Hídricos Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba (2017), a bacia hidrográfica possui 66.449,09 km², equivalente a 75% do território do piauiense, 20% o Maranhão e 5% pertence ao Ceará. O rio Parnaíba, divisor natural entre os Estados do Maranhão e do Piauí, nasce na Chapada das Mangabeiras, em altitudes de aproximadamente 750m e percorre 1.380,64 km para chegar a sua foz, formando o delta do Parnaíba (CPRM, 2017).

Referida Bacia tem como rio principal o Parnaíba, o qual com mais de 1,4 mil km recorta o nordeste brasileiro e percorre os biomas cerrado, no alto curso; a caatinga, no médio; e ecossistemas costeiros, no baixo curso, em sua foz no oceano.

Material e Métodos

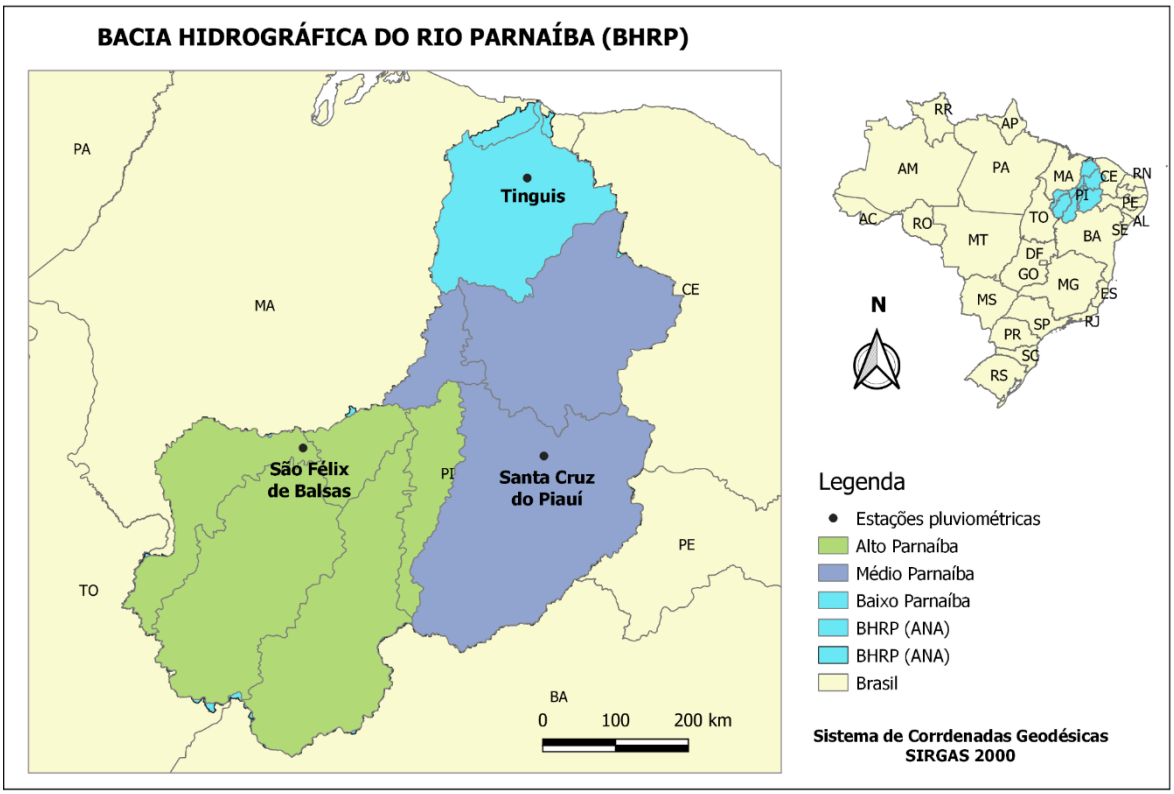
Área de estudo

O trabalho será desenvolvido na Bacia Hidrográfica do Rio Parnaíba (BHRP). Com aproximadamente 332.500 km², a bacia ocupa 3,9% do território nacional e é considerada uma das mais importantes do Nordeste. De acordo com a resolução CNRH n° 32 de 2003, a Região Hidrográfica do Parnaíba constitui uma das 12 regiões hidrográficas brasileiras (CODEVASF, 2020). Seus limites geográficos abrangem os estados do Piauí (75% da área total da bacia), Maranhão (20%) e Ceará (5%) (MMA, 2006).

A BHRP conta com 278 municípios, dos quais, 36 situam-se no estado do Maranhão, 223 no Piauí e 19 no Ceará, totalizando aproximadamente 4,7 milhões de habitantes, segundo último censo realizado (IBGE, 2010).

A Região Hidrográfica do Parnaíba é dividida em três grandes sub-bacias - Alto Parnaíba, Médio Parnaíba e Baixo Parnaíba - e para cada uma foi escolhida uma estação pluviométrica para a análise do estudo, a saber: São Félix de Balsas (Alto Parnaíba), Santa Cruz do Piauí (Médio Parnaíba) e Tinguis (Baixo Parnaíba) (Figura 01).

Figura 01: Divisão da Bacia Hidrográfica do Parnaíba.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

São Félix de Balsas (Alto Parnaíba) é um município do Maranhão com aproximadamente 4702 habitantes e surgiu nas margens do Rio Balsas (principal afluente da margem esquerda do rio Parnaíba e é perene em toda sua extensão). Sua precipitação está entre 1000 e 1200 mm/ano, está inserido no bioma Cerrado e teve 3-4 eventos de seca entre 1980 e 2016 (MMA, 2006; CODEVASF, 2020).

Santa Cruz do Piauí (Médio Parnaíba) é pertencente ao estado do Piauí, possui aproximadamente 5682 habitantes e está inserido na zona semiárida com bioma Caatinga. Fica nas proximidades do Rio Canindé que apresenta regime intermitente em seu alto, médio e baixo curso. Possui precipitação variando entre 700 e 900 mm/ano e teve mais de 15 eventos de seca e estiagem entre 1980 e 2016 (MMA, 2006; CODEVASF, 2020).

Tinguis (Baixo Parnaíba) é um povoado situado também no Piauí e se encontra nas margens do Rio Longá (rio perene no médio e baixo curso). Conta com uma alta precipitação anual, está inserido no bioma Ecótonos Caatinga-Amazônia entre 1500 e 1300 mm/ano, mas também sofreu com eventos de seca - 7 a 10 - nos anos de 1980 a 2016 (MMA, 2006; CODEVASF, 2020).

Coleta e análise dos dados

Para o levantamento de dados do trabalho foi utilizado o banco fornecido pela Hidroweb, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), onde três estações pluviométricas foram escolhidas no intervalo de anos de 1985 a 2020, totalizando 36 anos.

Os dados coletados foram organizados no Microsoft Office Excel e as análises de estatística descritiva, gráficos e análise de variância realizados no software R.

Estatística descritiva

Para a análise descritiva dos dados, foram calculadas as seguintes medidas: média, mediana, primeiro e terceiro quartil, mínimo, máximo e desvio padrão.

A média analisada no presente estudo está relacionada à média aritmética simples (xx), que diz respeito ao quociente da soma dos valores observados pelo número total de valores, onde é a média aritmética simples e n número total de valores (SANTOS *et al*., 2017). A mediana (Md) diz respeito ao valor da variável que ocupa a posição central de um conjunto de n dados ordenados, na qual Md é mediana e n é o número de observações (Santos *et al*., 2017). Por sua vez, o desvio padrão (s) está relacionado ao afastamento quadrático médio ou afastamento padrão, correspondendo à raiz quadrada positiva da variância, cujo s é o desvio padrão, xi o valor observado, é a média aritmética simples e Σfi é a frequência (SANTOS *et al*., 2017).

Valor mínimo e máximo dizem respeito ao menor e maior valor encontrados na série de dados, respectivamente. No quartil, cada parte tem 25% dos dados. O primeiro quartil corresponde aos primeiros 25% dos dados (começa no menor valor até o primeiro quarto dos dados). O segundo quartil corresponde ao intervalo entre 25 e 50% (a mediana). O terceiro quartil corresponde ao intervalo entre 50 e 75%. O quarto quartil corresponde aos intervalos entre 75 e 100% (ou o valor máximo).

Análise de Variância – ANOVA

De acordo com Montgomery (2008), a análise de variância, também conhecida como ANOVA é uma abordagem utilizada para se comparar vários grupos de interesse. Busca avaliar se há diferenças consideráveis entre os grupos investigados. Portanto, para verificar

se existe diferença estatística entre os regimes de precipitação das sub-bacias alto, médio e baixo Parnaíba no período de 1985-2020, se utilizou a técnica estatística Análise de Variância (ANOVA).

Esta técnica testa, por meio da soma de quadrados das diferenças, as diferenças entre dois pares de médias. A ideia é derivar a variabilidade total das informações em componentes, segundo o modelo estatístico utilizado. O resultado da ANOVA evidencia que a distribuição do regime de precipitação de pelo menos uma sub-bacia difere da outra sub-bacia.

Assim, caso a hipótese de igualdade de médias da ANOVA seja rejeitada, será calculado o teste de comparações múltiplas Tukey, também conhecido como Teste de Tukey HSD (Teste de Tukey da Diferença Honestamente Significativa) (TUKEY, 1949; DRISCOLL, 1996). O teste se destaca por ser eficiente ao fazer comparações entre todos os pares, quando os tamanhos amostrais dos grupos são iguais, e por ser de fácil aplicação.

Para os resultados da ANOVA e teste de Tukey serem válidos é necessário que os resíduos do modelo da ANOVA apresentem distribuição Normal, variância constante e independência. Estas suposições foram verificadas, respectivamente, por meio dos testes de Shapiro-Wilk's (Patrick Royston, 1982) Levene (Brown e Forsythe, 1974), Kruskal-Wallis (Kruskal e Wallis, 1952) e teste de Wilcoxon (Wilcoxon Matched-Pairs, 1945).

Resultados e Discussões

Análise descritiva

Na análise descritiva dos dados (Tabela 01 e Gráfico 01), destaca-se os dados de Tinguis, região do baixo Parnaíba, com maiores valores de média, mediana, máximo e desvio padrão, evidenciando ser o local de maior variabilidade e maior precipitação. Em contrapartida, Santa Cruz do Piauí recebe os menores valores de média e mediana, terceiro quartil e desvio padrão, mostrando ser um ponto com baixa precipitação e menor variabilidade dos dados.

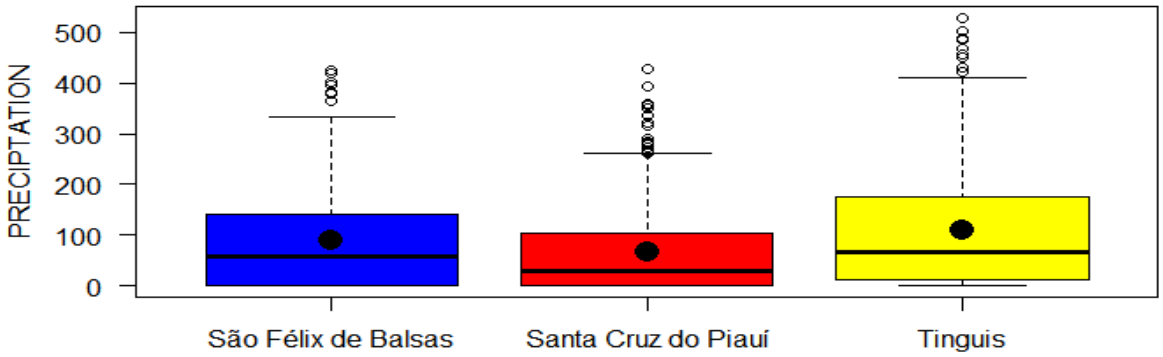
Tabela 01: Estatística Descritiva.

Parâmetro	São Félix de Balsas (Alto)	Santa Cruz do Piauí (Médio)	Tinguis (Baixo)
1º quartil	1,45	0,00	11,35
Mediana	58,60	30,10	67,30

Média	88,00	66,31	109,98
3º quartil	139,70	104,75	175,60
Máx	424,50	428,30	529,10
Desvio Padrão	94,82	84,42	119,50

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

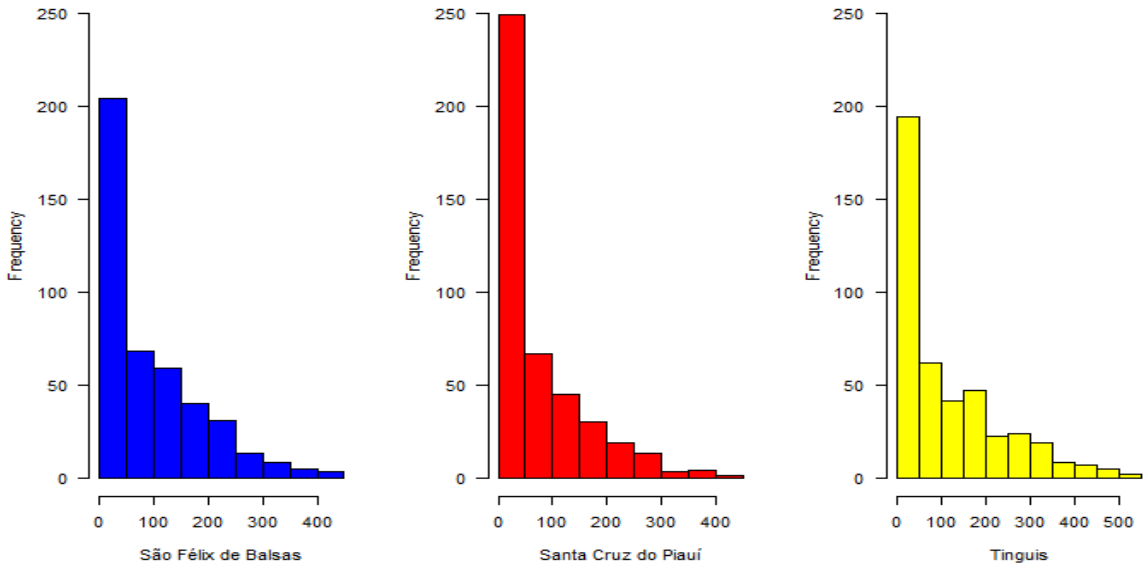
Gráfico 01: Boxplot para os pontos estudados.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

No histograma de precipitação (Gráfico 02), já pode ser observado que a distribuição dos pontos não obedece a uma distribuição normal, sendo mais semelhante a uma distribuição gama. Destaca-se também a maior frequência de precipitações baixas (0 - 50 mm) nos três pontos estudados, evidenciando, mais uma vez, Santa Cruz do Piauí.

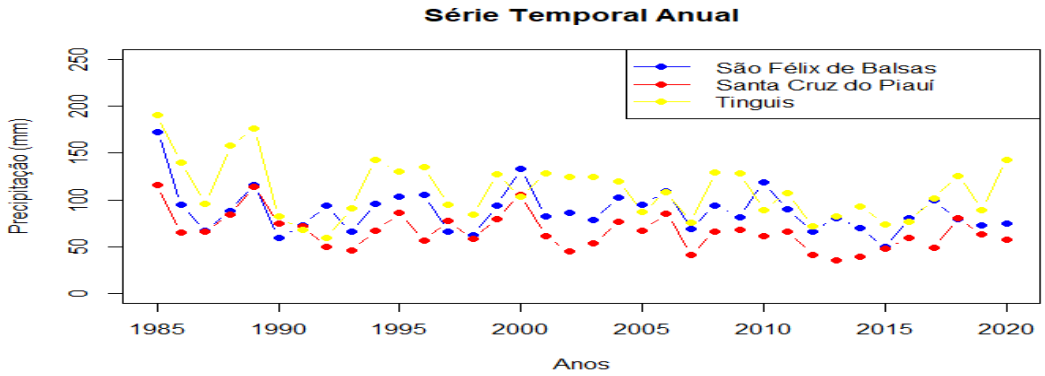
Gráfico 02: Histograma de precipitação.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

O Gráfico 03 mostra a precipitação média anual para cada ponto. Observa-se, na grande maioria dos pontos da série, os destaques para as maiores precipitações em Tinguis, região do baixo Parnaíba que fica nas proximidades do litoral, e menores precipitações em Santa Cruz do Piauí, local totalmente inserido na zona semiárida do Nordeste. Ressalta-se que a BHRP possui grandes dimensões e, por isso, seus dados podem apresentar diferenças significativas nas variáveis estudadas (ABREU *et al*., 2019).

Gráfico 03: Precipitação anual dos pontos.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

Análise ANOVA

Para realizar a ANOVA nos dados, é necessário primeiramente analisar se há normalidade e homocedasticidade nos resíduos dos dados. Para testar a normalidade, foi aplicado o teste de Shapiro-Wilk onde seu p-valor deveria ser maior que 0,05 para afirmar que a distribuição é normal. Conforme observado na Tabela 02, não há normalidade nos resíduos dos dados.

Tabela 02: Teste de Shapiro-Wilk.

Fontes de variação	Grau de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado	Valor-F	Valor-P
Local	2	41.09	20.545	20.28	$2.14e^{-09}$***
Residuais	1.290	1307.0	1.013	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

Para testar a homocedasticidade foi aplicado o teste de Levene e conforme a Tabela 03, os resíduos são não homocedásticos, confirmando a contra indicação em utilizar a ANOVA nos dados.

Tabela 03: Teste de Levene

Fontes de variação	Grau de liberdade	Valor-F	Valor-P
Grupos	2	18.52	$1.173e^{-08}$ ***
Residuais	1.290	-	-

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

A ANOVA nos responde se existe ou não diferença entre as médias de precipitação dos locais escolhidos. Já o teste de Tukey, em quais pontos há essa diferença. De toda forma, aplicando o teste de Tukey aos dados, observa-se que há diferença significativa entre as precipitações de todos os 3 pontos escolhidos (Tabela 04). Tinguis e Santa Cruz do Piauí possuem maior diferença, haja visto que suas localizações são as mais distintas - Tinguis nas proximidades do litoral da bacia e Santa Cruz totalmente inserido no semiárido.

Tabela 04: Teste de Tukey

Local	Diferença	Lwr	Upr	p-adj
Santa Cruz do Piauí (Médio) ~ São Felix de Balsas (Alto)	-21.69304	-37.782363	-5.603716	0.0045420
Tinguis (Baixo) ~ São Felix de Balsas (Alto)	21.97332	5.883994	38.062641	0.0039587
Tinguis (Baixo) ~ Santa Cruz do Piauí (Médio)	43.66636	27.577034	59.755681	0.0000000

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

Uma alternativa para a análise dos dados seria o teste de Kruskal-Wallis - método não-paramétrico alternativo à ANOVA para um fator (Kruskal e Wallis, 1952), sendo utilizado nos casos em que as suposições exigidas pela ANOVA não são atendidas.

O teste de Kruskal-Wallis é utilizado na comparação de três ou mais amostras independentes. Ele indica se há diferença entre pelo menos dois deles. A aplicação do teste utiliza os valores numéricos transformados em postos e agrupados num só conjunto de dados, conforme a Tabela 05.

Tabela 05: Teste de Kruskal-Wallis.

	Qui-Quadrado	Df	Valor-P
Precipitação ~ Local	37.971	2	$5.684e^{-09}$

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

O teste de Wilcoxon (Wilcoxon Matched-Pairs; Wilcoxon signed-ranks test) também foi um método não-paramétrico testado para comparação de duas amostras pareadas. Conforme a Tabela 06, observa-se as comparações de pares usando teste de soma de postos de Wilcoxon com correção de continuidade, utilizando o método de ajuste do valor P: BH. Mais uma vez, Tinguis e Santa Cruz do Piauí possuem maior diferença evidenciado pelo p-valor.

Tabela 06: Teste de Wilcoxon

Precipitação ~ Local	São Felix de Balsas (Alto)	Santa Cruz do Piauí (Médio)
Santa Cruz do Piauí (Médio)	0.00091	-
Tinguis (Baixo)	0.00959	$1.7e^{-09}$

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021

Semelhante ao estado do Maranhão, a Bacia do Rio Parnaíba tem uma grande extensão territorial no sentido latitudinal e recebe anualmente atuação de diferentes sistemas meteorológicos (MMA, 2006; REBOITA *et al*., 2010; BARROS & OYAMA, 2010; NASCIMENTO, 2014), o que pode explicar a diferença no regime de precipitação entre os pontos estudados. Merece destaque também a diversidade de ecossistemas que compõem o espaço geográfico da bacia contando com os biomas caatinga, cerrado, costeiro, ecótonos caatinga-amazônia e ecótonos cerrado-caatinga, os quais também contribuem para esses padrões distintos.

Considerações Finais

Com o intuito de compreender melhor a Bacia do Rio Parnaíba, o presente artigo analisou os dados de precipitação de três estações instaladas na mesma, pertencentes às sub-bacias do baixo, médio e alto Parnaíba. Foi possível compreender a distribuição

probabilística que melhor se ajusta à variância da série histórica pluviométrica no período de 1985 - 2020, bem como discriminar os padrões de agrupamento em relação à variância.

As análises estatísticas utilizadas foram úteis para compreensão da variabilidade espacial da precipitação anual das três estações, localizadas em regiões com características distintas que abrangem alguns municípios do Piauí e Maranhão, localizados em pontos que vão do litoral ao semiárido nordestino.

Embora a aplicação da ANOVA não tenha tido êxito, o teste de Kruskal-Wallis e Wilcoxon foram satisfatórios e há evidências estatísticas que existe diferença significativa no regime de precipitação entre os pontos das sub-bacias alto, médio e baixo Parnaíba.

Referências Bibliográficas

ABREU, L.P.; MUTTI, P.R.; LIMA, K.C.**Variabilidade espacial e temporal da precipitação na bacia hidrográfica do Rio Parnaíba, Nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 7, n. 2. 2019. DOI: https://doi.org/10.5281/zenodo.3524759.

ALENCAR, D. B. S. DE.; SILVA, C. L. DA.; OLIVEIRA, C. A. S. Influência da precipitação no escoamento superficial em uma microbacia hidrográfica do Distrito Federal. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 103-112, 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/eagri/a/BSDp3ygf5qjm36rNf7zsR6y/?lang=pt. Acesso em: 10 de dezembro de 2021.

BARROS, S.S.; OYAMA, M.D. **Sistemas Meteorológicos Associados à Ocorrência de Precipitação no Centro de Lançamento de Alcântara**. Revista Brasileira de Meteorologia, de Campina Grande. Campina Grande-PB, 168p. 2009.

BERTONI, J.C.; TUCCI, C.E.M. Precipitação. In: TUCCI, C.E.M.; SILVEIRA, A. L. L. (EDS.). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 2009.

BIGG, G.R. **Kriging and intraregional rainfall variability in England**. International Journal of Climatology v.11, p.663–675, 1991.

CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO PARNAÍBA. 2006. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA. Disponível em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao03032011023605.pdf>. Acesso em: 02 de novembro de 2021.

Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF). 2020. **DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARNAÍBA.** 501p.

FERREIRA NETO, J. V. **Regiões climatologicamente homogêneas do Estado de Alagoas com base na análise espaço-temporal da pluviometria**. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2001

FILHO, J. A. S., ARAÚJO, S. C. (2015). **Análise temporal do comportamento da precipitação pluviométrica no município de Pombal – PB**. II Workshop Internacional sobre água no Semiárido. Anais, v. 1. Disponível em: <http:// www.editorarealize.com.br/revistas/aguanosemiarido/anais.php>. Acesso em: 17 de novembro de 2021.

FRANCISCO, C. N. (2014). **Subsídios à gestão sustentável dos recursos hídricos no âmbito municipal** – O caso de Angra dos Reis, RJ. Tese de Doutorado. Universidade Federal Fluminense, Niterói - RJ. 2004. Disponível em: <http:// www.meusiteantigo.uff.br/ cristiane/ Documentos/Tese%20CNF.pdf>. Acesso em: 17 de novembro de 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico, 2010**. Disponível em: < https://cidades.ibge.gov.br/> Acesso em: 8 de dezembro de. 2021.

KOUTSOYIANNIS, D. **Hydrology and change**. Hydrological Sciences Journal, v. 58, n. 6, p. 1177–1197, 2013.

MILLY, P. C. D.; BETANCOURT, J.; FALKENMARK, M.; HIRSCH, R. M.; KUNDZEWICZ, Z. W.; LATTENMAIER, D. P.; STOUFFER, R. J. **Stationarity Is Dead:** Whither Water Management? Science, v. 319, p. 573-574, 2008.

RIPOLI, G., FERREIRA, D. H. L. (2014). **Tendências dos parâmetros hidro-climáticos no rio Paraíba do Sul**. Anais do IV Encontro de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação e XIX Encontro de Iniciação Científica. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/searchq=cache:A2eXoEAubEwJ:mtcm16c.sid.inpe.br/archive.cgi/sid.inpe.br/ePrint%4080/2005/05.11.13.21+&cd=2&hl=ptBR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 17 de novembro de 2021.

SAMPAIO, S. C.; QUEIROZ, M. M. F. de; FRIGO, E. P.; LONGO, A. J.; SUSZEK, M.; **Estimativa e distribuição de precipitações decendiais para o Estado do Paraná**. Irriga, Botucatu, v. 12 n. 1, p. 38-53. 2007.

SOUSA, A. S. et al. (2012). **Análise da deteriorização ambiental no município de Pombal – PB:** Uma Questão sociocultural, política e econômica. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 7, n. 2, p. 1-7, 2012.

SUN, F.; RODERICK, M. L.; FARQUHAR, G. D. **Changes in the variability of global land precipitation**. Geophysical Research Letters, v. 39, n. 18, p. 1–6, 2012.

MONTGOMERY, D.E. Introduction to Statistical Quality Control. Sixt edition New York: John Wiley and Sons, 2008.

NASCIMENTO, F.C.A. **Padrões climáticos associados à periodicidade de eventos extremos de precipitação no Estado do Maranhão**. Dissertação (Mestrado em Meteorologia). Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB, 108p. 2014.

PORTO, M. F. A.; PORTO R. La L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados 22** (63), 2008.

REBOITA, M.S.; GAN, M.A.; ROCHA, R.P.; AMBRIZZI, T. **Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. Revista Brasileira de Meteorologia***, v. 25.* n.2, 185 - 204, 2010.

RODRIGUES, D. T. **Análise de eventos extremos de precipitação no Nordeste do Brasil.** 2019. 122f. Tese (Doutorado em Ciências Climáticas) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. **Relatório situacional dos recursos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Parnaíba**. SACE – Sistema De Alerta de Eventos Críticos Residência de Teresina – RETE, 2017. Disponível em: https://www.cprm.gov.br/sace/boletins/Parnaiba/20171116_10-20171116%20-%20103332.pdf . Acesso em: 09 de dezembro de 2021.

O recorde diário de precipitação no município de Recife-PE registrado pelo instituto nacional de meteorologia e sua relação com os registros dos jornais históricos da Hemeroteca Digital Brasileira

The daily precipitation record in the municipality of Recife, Pernambuco, as recorded by the National Institute of Meteorology, and its relationship with the records from historical newspapers in the Brazilian Digital Newspaper Library

Lillian Souza dos Anjos
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0001-5181-319X
lillian.anjos@ufpe.br

Rafael Silva dos Anjos
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
https://orcid.org/0000-0003-4540-9531
anjos.rsa@gmail.com

Lucas Suassuna de Albuquerque Wanderley
Instituto Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0002-9734-5069
lucas.wanderley@ifal.edu.br

Vinicius Ferreira Luna
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-2973-314X
viniciusluna13@gmail.com

Ranyére Silva Nóbrega
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-9097-1537
ranyere.nobrega@yahoo.com.br

Resumo: O presente estudo teve como objetivo investigar o registro máximo diário de precipitação no município de Recife pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) através de registros históricos presentes em jornais históricos. Destaca-se o registro de 335,8 mm no dia 11 de agosto de 1970, além disso, foram investigados os relatos dos jornais da época para entender os impactos socioambientais causados por esse evento extremo. A análise comparativa entre os registros do INMET e os relatos dos jornais permitiu identificar discrepâncias, confirmar eventos extremos e obter uma compreensão abrangente dos padrões climáticos do município. Observou-se também o quão relevante foram as construções das barragens para redução dos danos causados pelas enchentes. Este estudo ressalta a importância de combinar dados científicos e fontes históricas para obter uma compreensão mais completa dos fenômenos climáticos e seus efeitos na sociedade e no meio ambiente.

Palavras-chave: Chuvas. Hemeroteca digital. Eventos extremos.

Abstract: This study aimed to investigate the maximum daily precipitation record in the city of Recife by the National Institute of Meteorology (INMET) using historical records from historical newspapers. The notable record of 335.8 mm on August 11, 1970, was highlighted, and newspaper reports from that period were examined to understand the socio-environmental impacts caused by this extreme event. The comparative analysis between INMET records and newspaper reports allowed for the identification of discrepancies, confirmation of extreme events, and a comprehensive understanding of the city's climate patterns. The study also emphasized the relevance of dam constructions in reducing flood damages. This study underscores the importance of combining scientific data and historical sources to

achieve a more comprehensive understanding of climate phenomena and their effects on society and the environment.

Keywords: Rainfall. Digital newspaper archives. Extreme events.

Introdução

A precipitação é um componente vital do sistema climático da Terra, desempenhando um papel fundamental em diversos processos ecológicos e atividades humanas (SOUZA; AZEVEDO; ARAUJO, 2012). Compreender os padrões e tendências da precipitação é essencial para uma gestão eficaz dos recursos hídricos, preparação para desastres e estratégias de adaptação às mudanças climáticas (DIAS, 2020). No município do Recife, localizado na região nordeste do Brasil, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) tem coletado e registrado diligentemente dados de precipitação há várias décadas. Esses registros fornecem informações valiosas sobre o comportamento histórico das chuvas na região.

Os registros de precipitação do INMET constituem uma base de dados confiável e bem documentada, que permite analisar tendências, variações sazonais e anomalias climáticas ao longo do tempo. No entanto, complementar esses dados com informações históricas presentes em jornais antigos em formato impresso digital pode enriquecer a análise e proporcionar uma compreensão mais completa dos padrões climáticos da região.

Diante desse contexto, pesquisadores tem buscado compreender os padrões dos impactos de desastres naturais nas comunidades a partir de fatos históricos. Segundo Girão (2012), o reconhecimento e o entendimento de eventos climáticos extremos ao longo da história, além dos seus impactos severos, contribuem para a análise dos perigos potenciais enfrentados pelas populações que habitam regiões vulneráveis a tais ocorrências.

Em um trabalho realizado por Armond e Sant'Anna Neto (2012), os autores utilizaram a mídia expressa para levantamento e análises de episódios extremos de chuva no Rio de Janeiro, identificando os tipos de danos causados e as áreas afetadas. Destaca-se que as informações de cunho qualitativo podem auxiliar na complementação de dados meteorológicos.

Neste contexto, este artigo tem como objetivo investigar o registro máximo da série temporal de precipitação no município de Recife, utilizando os dados fornecidos pelo INMET. Além disso, busca-se estabelecer uma relação entre esses registros e os relatos históricos presentes nos jornais da cidade, disponíveis em acervos de jornais históricos impressos.

Através da análise comparativa entre os registros do INMET e os relatos dos jornais históricos, espera-se identificar possíveis discrepâncias, confirmar eventos extremos e até mesmo descobrir fenômenos não registrados anteriormente. Essa abordagem interdisciplinar, que combina dados científicos e fontes históricas, pode oferecer novas perspectivas sobre a

variabilidade climática do município, contribuindo para a compreensão dos fenômenos climáticos e sua influência na sociedade e no meio ambiente.

Fundamentação teórica

A análise de dados climáticos é fundamental para a compreensão das variações e mudanças no clima ao longo do tempo. Segundo Marengo (2008), o monitoramento e a análise sistemática dos dados climáticos são cruciais para identificar padrões climáticos, detectar tendências de longo prazo e fornecer subsídios para o desenvolvimento de estratégias de adaptação e mitigação dos impactos das mudanças climáticas.

Além disso, a análise de dados climáticos é essencial para embasar políticas públicas, a tomada de decisões e o planejamento de atividades econômicas sensíveis ao clima (MONZONI, 2009). Para realizar a análise de dados climáticos, é imprescindível utilizar informações confiáveis e precisas. O Instituto Nacional de Meteorologia é uma instituição reconhecida e responsável por coletar e disponibilizar dados meteorológicos oficiais no Brasil. Seus registros possuem alta confiabilidade e são amplamente utilizados em estudos climáticos.

As fontes históricas desempenham um papel significativo na reconstrução de dados climáticos passados. De acordo com Lima e Amorim (2014), registros históricos de jornais contêm informações valiosas sobre o clima. Essas fontes permitem a reconstrução de eventos climáticos extremos, padrões de temperatura e precipitação em épocas anteriores, fornecendo uma linha do tempo mais abrangente para avaliar a variabilidade climática ao longo dos séculos. Ao comparar essas fontes históricas com dados meteorológicos, é possível verificar a consistência das informações ao longo do tempo, detectar mudanças nas características das chuvas extremas e entender melhor os padrões climáticos locais.

Recife, como muitas outras regiões, enfrenta a variabilidade climática que pode causar impactos significativos em sua dinâmica ambiental. Segundo Monteiro (2022), o município do Recife está localizado em uma área sensível às oscilações climáticas. Essas oscilações podem influenciar o regime de chuvas e a intensidade dos eventos climáticos extremos. O entendimento da variabilidade climática específica dessa região é crucial para a elaboração de estratégias de adaptação e gestão de riscos socioambientais.

As chuvas extremas podem ter impactos devastadores em comunidades e ecossistemas. Segundo Souza; Azevedo e Araújo (2012), eventos de precipitação intensa estão associados ao aumento do risco de enchentes, deslizamentos de terra e degradação da qualidade da água. Além disso, chuvas extremas podem afetar a agricultura, a segurança alimentar e a infraestrutura urbana, causando prejuízos econômicos e sociais significativos. A compreensão dos padrões e tendências das chuvas extremas é essencial para o

desenvolvimento de estratégias de mitigação e adaptação para minimizar os impactos socioambientais negativos.

As barragens têm sido amplamente utilizadas para mitigar os danos causados por enchentes. De acordo com Ximenes (2010), as barragens podem atuar como reguladoras do fluxo de água em rios e bacias hidrográficas, reduzindo o pico de cheias durante eventos de chuvas intensas. Essa capacidade de controle de vazão permite proteger áreas urbanas e rurais contra inundações, além de viabilizar o fornecimento de água para usos diversos, como abastecimento humano, agricultura e geração de energia.

No entanto, o papel das barragens na redução de danos causados por enchentes deve ser avaliado considerando também seus impactos ambientais e sociais, como a alteração do regime de águas em ecossistemas fluviais (COLLISCHONN et al., 2005). A compreensão da variabilidade climática em Recife, especialmente em relação às chuvas extremas, pode contribuir para uma melhor gestão dos recursos hídricos e para o planejamento adequado da construção e operação de barragens na região, visando minimizar os impactos das enchentes e otimizar os benefícios dessas estruturas de controle de inundação.

Materiais e métodos

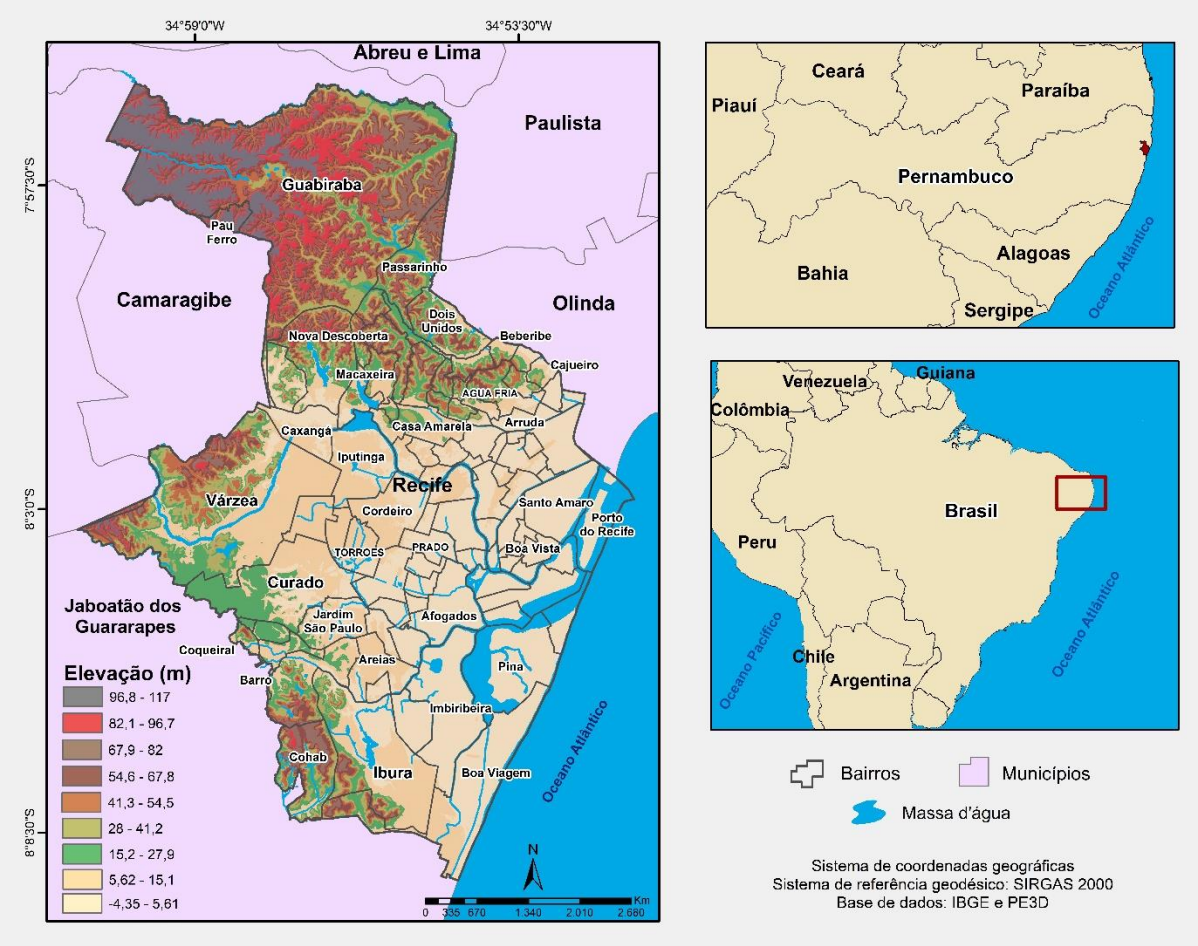
Área de estudo

A área em que se concentrou o objeto desse estudo foi o município de Recife, localizado na costa litorânea do estado de Pernambuco, e capital do mesmo estado (Figura 1). De acordo com o IBGE (2022) a população do Recife é de 1.488.920 habitantes, em uma área de aproximadamente 218 mil km^2. Vale ressaltar que na década de 1970, o IBGE já contabilizava para o município uma população de 1.225.499 habitantes.

A partir de estudos da FIDEM e dados de indicadores dos Censos do IBGE de 1970 e 1980, estima-se que no Recife na região metropolitana recifense existiam, em 1978, cerca de 210 mil moradias e 1.135.000 de habitantes distribuídos por aglomerados subnormais. Atualmente, Recife é uma das capitais com maior número de habitações nesse tipo de localidade.

Com características climáticas complexas, de acordo com dados do IPCC (2014) o Recife é um dos municípios vulneráveis ao aumento do nível do mar. O município tem uma grande variabilidade na distribuição da precipitação anual, com uma média de cerca de 2.000mm e ocorrências frequentes de eventos climáticos extremos, e de impactos associados. É um município com uma enorme quantidade de corpos hídricos, rios e córregos (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização da cidade do Recife destacando a hipsometria e os corpos hídricos



Fonte: Lillian Anjos (2023)

Além disso, tem uma vasta área plana circundada por morros que vão de 80 a 100m de altitude como é possível observar na Figura 1. Ao longo da história de urbanização da cidade, com o adensamento urbano e especulação imobiliária devido a supervalorização econômica de áreas na planície, a população mais vulnerável economicamente foi sendo empurrada para as áreas de tabuleiros, que são áreas em sua maior parte vulneráveis do ponto de vista ambiental e de risco a desastres naturais. Essas condições se refletem nas condições de desigualdade socioeconômica e ambiental que permeiam até hoje o município.

Coleta de análise dos dados

Os dados históricos de precipitação foram coletados da plataforma do Banco de dados meteorológicos do INMET (BDMEP) disponível *online*. Esses dados foram organizados em planilhas eletrônicas do *Excel*, para *Windows*.

A série histórica de precipitação diária foi ordenada de modo a identificar os maiores volumes de chuva registrados. O maior volume de chuva identificado em 24h foi do dia 11 de

agosto de 1970 e chamou atenção pela sua magnitude. Diante disso, ele realizada uma investigação detalhada acerca dos registros de precipitação, deste evento climático extremo, e dos impactos noticiados na época. Os impactos desse evento foram investigados a partir de arquivos de jornais históricos encontrados na Hemeroteca da Biblioteca Nacional Digital, disponível *online*. Os registros históricos de jornais como Diário de Pernambuco, atualmente o mais antigo em circulação da América Latina, foram achados para os períodos analisados, dos dias 11 e 13 de agosto de 1970 e dos dias 20 e 21 de julho de 1970.

As informações encontradas nos jornais foram sintetizadas, discutidas, e relacionadas aos registros que foram obtidos pelo INMET. Além disso, foi solicitado dados de precipitação para o período à Seção de Meteorologia Aeronáutica do Instituto de Controle do Espaço Aéreo (ICEA) e utilizado os dados encontrados na plataforma *hidroweb* online da Agência Nacional de Águas (ANA) de uma estação localizada no Recife entre os anos de 1926 e 1970, no bairro da Caxangá, operada pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS). Esses dados possibilitaram maior refinamento e embasamento à discussão.

Diante de tais informações, foi feita uma análise documental e descritiva acerca dos eventos extremos de precipitação em Recife, e em especial o de maior registro da série histórica do INMET.

Resultados e discussão

O maior registro diário de uma série de dados históricos de precipitação coletados pela estação meteorológica do Instituto Nacional de Meteorologia na cidade do Recife (1961-2021), localizada no bairro da Várzea, foi de 335,8 mm no dia 11 de agosto de 1970. Esses registros pluviométricos são os únicos dados disponíveis de precipitação em série temporal histórica para a cidade do Recife, que passou a contar apenas a partir de 2015, com uma rede ampla de pluviômetros do Centro Nacional de Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN) distribuídos pelo município. A partir desses registros mais recentes, é possível perceber que a cidade do Recife possui uma variabilidade espacial das chuvas devido a vários fatores, que atuam desde escalas regionais até escalas locais, mas que juntos podem atenuar os efeitos dos eventos extremos de chuvas e a distribuição dos seus impactos (ANJOS *et al*., 2020).

Compreender a historicidade dos eventos de chuva na cidade do Recife é importante para o planejamento, pois suas repercussões podem indicar mudanças necessárias em termos de gestão de riscos no ambiente urbano, contribuindo para mitigar os impactos decorrentes dos episódios de chuvas intensas. É a partir da história dos eventos que acometeram a cidade, dos erros e acertos que os envolvem, e do entendimento dos impactos decorrentes das mudanças nas paisagens ao longo dos anos, que é possível tecer reflexões críticas ao que hoje se vive, e é presente, no cotidiano das populações.

Mesmo diante o reconhecimento das chuvas como um elemento climático que impacta a vida de todos os habitantes da cidade do Recife (WANDERLEY *et al*., 2015), ainda há uma abordagem fatalista sobre os eventos das chuvas intensas. Os impactos decorrentes das chuvas são históricos, percebe-se claramente na matéria do jornal Diário de Pernambuco de agosto de 1970 com o seguinte relato: “Os antigos prefeitos do Recife esperavam o verão para tapar os buracos. As ruas ficavam cheias de buracos que se aprofundavam durante a estação das chuvas”. E em outro momento, continua: “Esta é uma cidade com problemas eternos, requerendo atenção eterna. [...] As chuvas não atrapalham tanto, com as enchentes é que são elas” (JORNAL DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 1970). Os problemas de infraestrutura são antigos, e que o poder público tem falhado ao longo de tempo em gerir os riscos e impactos decorrentes das chuvas na cidade do Recife.

Os impactos do episódio de chuvas extremas em maio de 2022 marcaram a vida dos *recifenses* (MARENGO *et al*., 2022). Em algumas localidades, foram registrados mais de 210mm em 24 horas, e mais de 500 mm em apenas 7 dias (entre 23 e 29 de maio). Durante 2015 e 2022 o único registro dos postos do CEMADEN (postos localizados no bairro do Recife, Morro da Conceição e Dois Unidos) com chuvas acima de 200mm é do dia 13 de junho de 2019. Para a série de dados históricos do INMET, o registro de 335,8mm é algo incomum, já que existem apenas três registros de precipitação diária acima de 200 mm, e esse é um deles (os outros são de 24 de maio de 1986 com 235mm, e 29 de maio de 1966 com 208,5mm).

Segundo as informações do Jornal Diário de Pernambuco (1970) do dia 12 de agosto de 1970, o número oficial de mortos em decorrência das fortes chuvas dos dias 10 e 11 do Rio Beberibe foram de 84 no Recife, Olinda, Paulista, Goiana e Igarassu, sendo a maioria em decorrência do desabamento de casas e barreiras. Na capital, o número exato de mortos foi de 67, sendo 3 desses por afogamento, 1 por descarga elétrica e os outros asfixiados pelo soterramento de barreiras. Em um só desmoronamento, 15 pessoas morreram no bairro de Beberibe. Outros bairros mais atingidos em Recife foram Água Fria e Casa Amarela. Foram quase 5 mil desabrigados, o deslocamento em todas as vias da cidade foi afetado, com vias obstruídas, árvores derrubadas, além da falta de energia elétrica.

De modo similar, a chuva havia causado grandes transtornos durante o mês de julho do mesmo ano. Inclusive, o jornal cita que as cheias do Rio Capibaribe em agosto não foram maiores do que a de julho, fato contrário ao que teria sido anunciado à população pelos órgãos públicos, pois apesar da previsão negativa para as chuvas em 11 de agosto de 70 e para cheias de grande porte, houve a movimentação das populações das zonas mais baixas da cidade, mas não houve grandes impactos. Todavia, houve queixas pela ineficiência dos serviços de previsão meteorológica, e da falta de assertividade quando realmente há a possível ocorrência de impactos severos. Isso mostra que as chuvas atingiram em grande

parte a cabeceira do Rio Beberibe e se confirma pelo boletim da operação alívio que diz não ter chovido nas cabeceiras do Rio Capibaribe e seus afluentes (JORNAL DIÁRIO DE PERNAMBUCO, 1970).

O poder público era desde já alvo de críticas, pois alimentava as promessas de construções das barragens e de que elas resolveriam o problema das enchentes e nada tinha até então sido feito. Outra questão é o fato de que as informações muitas vezes fornecidas pelos órgãos oficiais afetavam o psicológico da população, gerando confusão, insegurança e medo.

Isso traz à tona um fato que muito se discutia entre as décadas de 1960 e 1970 no Recife, que eram as construções das barragens na bacia do rio Capibaribe, de Tapacurá e de Carpina, localizadas a montante da capital, que hoje construídas, auxiliam na contenção das águas das chuvas em grandes volumes, e evitam as grandes magnitudes de inundação do rio Capibaribe registradas até a década de 1970. As cheias durante esses anos estavam relacionadas aos Rios Capibaribe e Beberibe, atingindo os bairros localizados em suas margens. Nas enchentes de julho de 1970, os bairros localizados nas margens do Capibaribe foram os mais atingidos, diferentemente das enchentes de agosto do mesmo ano.

Em relação aos dados meteorológicos disponibilizados pelo jornal, e para o entendimento da intensidade das chuvas entre os dias 10 e 11 de agosto de 1970 em Recife, a prefeitura tornou público um quadro informando sobre os números registrados pelo Serviço de Meteorologia da Aeronáutica (Quadro 1). Segundo os dados do INMET, as chuvas do dia 10 de agosto de 1970 foram de 6,9 mm em 24h, de 335,8mm no dia 11, e de 5,3 mm no dia 12. O que não corresponde aos dados informados pelo Serviço de Meteorologia da Aeronáutica, e com as informações dos jornais. Mesmo tendo de levar em conta a variabilidade das chuvas em Recife, e as condições das precipitações antigamente, em que as chuvas nas cabeceiras dos rios acentuavam seu volume e dos afluentes, além de favorecer as enchentes em todo o curso, é preciso considerar a localização geográfica da estação do INMET e sua maior proximidade com o Rio Capibaribe, o qual foi atingido em menores proporções durante a cheia de agosto.

Quadro 1 - Quadro comparativo da precipitação que atingiu Recife em agosto de 1970

Informação sobre o registro	Data	Total (mm)	Principais impactos
Maior precipitação anteriormente registrada em Recife	10 de agosto de 1964	52 mm	Não foram encontrados registros de impactos em mídias digitais

Registro pluviométrico das chuvas de agosto de 1970	Entre às 18:00h do dia 10/08/1970 e às 14:30h do dia 11/08/1970 (20h e 30 minutos)	151,7 mm	Os bairros mais atingidos foram Córrego do Euclides, Linha do Tiro, Água Fria, Beberibe, Caixa d'água, Casa Amarela e diversos morros e córregos.
Precipitação aferida nos 4 dias de cheia no mês anterior	18 a 21 de julho de 1970	250 mm	Os locais mais atingidos foram a Várzea, Caxangá, Iputinga, Zumbi, Madalena, Torre, Estrada dos Remédios, Ilha do Retiro, Afogados, Rua Imperial, Apipucos, Dois Irmãos e todas as demais áreas baixas e ribeirinha do Capibaribe. As enchentes atingiram ruas que antes nunca haviam sido inundadas, como a Rua Nova e Rua da Aurora, Impactos esses atribuídos aos aterros.

Fonte: Hemeroteca Digital Brasileira. Jornal Diário de Pernambuco (1970), extraído do Serviço de Meteorologia da Aeronáutica. Organizado pelos autores (2023).

A partir desses registros, buscou-se outras fontes de dados históricos de precipitação para a mesma data, no intuito de confirmar tais informações. Os dados de precipitação do Instituto do Controle do Espaço Aéreo (ICEA), e da antiga estação inoperante do Departamento Nacional de Obras Contra Secas que era localizada no bairro da Caxangá registrou um volume de chuvas inferior ao que foi registrado pelo INMET nos dias 10, 11 e 12 de agosto, como é possível observar no Quadro 2. Vale ressaltar que estudos atuais sobre a variabilidade das chuvas em Recife mostraram que no geral, tende a chover mais em bairros como a Várzea e Caxangá, e menos em bairros próximos a parte central do Recife, como o bairro da Imbiribeira, e nas áreas litorâneas (ANJOS *et al*., 2020)

Tabela 1 - Comparativo entre os registros históricos dos postos do Aeroporto e do DNOCS entre os dias 10 e 12 de agosto de 1970

Fonte dos dados	10/08/1970	11/08/1970	12/08/1970
ICEA (*aeroporto/imbiribeira*)	80,9 mm	31,8 mm	0,6 mm
DNOCS (*Caxangá*)	4,6 mm	37,4 mm	19,6 mm

Fonte: ICEA e ANA. Organizado pela autora.

A situação das chuvas em agosto foi diferente do que ocorreu entre os dias 18 e 21 de julho de 1970, em que as águas do Rio Capibaribe subiram exponencialmente, como é relatado no jornal do dia 20, e nos dos dias 21 e 22. Segundo informações, o Rio Tapacurá em Vitória de Santo Antão transbordou e continuou subindo, fazendo com que o Rio Capibaribe não suportasse o fluxo. Antes disso, comunidades ribeirinhas do Rio Capibaribe em Recife já eram atingidas. Houve o registro de altos índices pluviométricos em 24 horas em cidades como Bonito (173mm) e São Joaquim do Monte (154mm), além disso, o Rio Capibaribe atingiu mais de 3 metros no município de Limoeiro, e mesmo com a diminuição das chuvas ao longo do dia na cabeceira do rio entre os municípios de Poções e Santa Cruz do Capibaribe, a chuva continuou nos municípios de Paudalho, Carpina e Limoeiro, já entre as proximidades com o Rio Beberibe e afluentes.

Nessas enchentes, os bairros mais atingidos foram Caxangá, Várzea, Iputinga, Cordeiro, Madalena, Afogados, Engenho do Meio, Torre e outros próximos às margens do Capibaribe. Mais de 40 mil pessoas ficaram desabrigadas, e 6 pessoas morreram na capital. Outra informação que precisa ser reforçada, é que segundo o jornal, a cidade universitária foi um dos pontos mais atingidos pelas cheias com as águas alcançando volumes nunca vistos. Esse cenário vão de encontro aos registros acima de 100 mm nos dias 20 e 21 de julho de 1970 da estação do INMET (Várzea), localizada nas proximidades do Rio Capibaribe em Recife. E corrobora para os dados do referente acumulado de 250 mm nos 4 dias de chuva registrados pelo Serviço de Meteorologia da Aeronáutica.

Esses registros dos jornais também reforçam que pode ter ocorrido um erro no registro do dia 11 de agosto de 1970. Devido ao fato de as medições serem convencionais, algumas intercorrências durante eventos climáticos extremos podem impossibilitar os registros nesses dias, o que pode ocasionar em medições atrasadas ou registros de mais de 1 dias serem registrados como sendo de um único dia. Sabe-se que trafegar na cidade em dias de chuvas é muitas vezes impossível, o que pode ter feito com que não fosse possível chegar até a estação para serem feitas as medições. Entretanto, apesar da não correspondência dos registros dos jornais com o registro do INMET de 11 de agosto de 1970, há uma relação entre os registrados em julho do mesmo ano. Isso reitera a importância de conhecer além dos dados climáticos como números, mas de entender sua dinâmica espacial ao longo da história atrelado aos componentes da paisagem da cidade, além de demonstrar a importância dos registros históricos dos jornais e da documentação dos acontecimentos.

Outros pontos importantes e válidos de destaque são os impactos associados a esses eventos climáticos de grandes proporções. Nota-se a partir dos fatos documentados pelos jornais que os mais atingidos são a população mais vulnerável socioeconomicamente, tanto

os que habitavam a planície, e principalmente as comunidades ribeirinhas, como os que passaram a habitar as áreas mais elevadas e íngremes do município.

A partir das construções das barragens, as enchentes passaram a tomar menores proporções nas décadas seguintes aos anos 80. Isso gerou uma maior valorização e especulação imobiliária em algumas áreas da planície *recifense*, e deixou à margem as populações que continuaram a morar nas proximidades dos rios devido às condições socioeconômicas, sendo outras empurradas por esse fenômeno ainda mais para as áreas de morro, explicando o maior adensamento atual desses locais no Recife.

Após as construções das barragens, a população da cidade do Recife presenciou em maio de 2022 a maior enchente de sua história. Além do dia 28 de maio de 2022 ter sido o segundo maior dia de chuvas na história do Recife desde 2015 com os registros do CEMADEN, foi o 5° maior da história (Tabela 2). Associado a isso, o grande acumulado de chuvas desde o dia 25 de maio, com registros diários acima de 100mm, contribuíram para a tragédia, contabilizando um acumulado de 5 dias (4 anteriores a data máxima, e 1 posterior) de 405,6mm. Nesse evento, as áreas de morro foram as mais atingidas com graves deslizamentos de barreiras e mais de 50 mortos. O valor acumulado só não ultrapassou o valor do evento do dia 29 de maio de 1966, com registro de 440,6 mm em 5 dias.

Tabela 2 - 5 maiores volumes diários de precipitação entre a estação do INMET e postos do CEMADEN e os seus respectivos acumulados em 5 dias

Posto pluviométrico	Data	Total diário (mm)	Total acumulado em 5 dias (mm)
INMET(Várzea)	11/08/1970	335,8	366,4
INMET (Várzea)	24/05/1986	235	365,8
INMET (Várzea)	29/05/1966	208,5	440,6
CEMADEN (Bairro do Recife)	13/06/2019	230,2	200
CEMADEN (UR3 IBURA)	28/05/2022	212,8	405,8

Fonte: INMET e CEMADEN. Organizado pelos autores (2023).

Para além dos totais pluviométricos, algo comum a todos esses episódios, são as pessoas atingidas pelos impactos e que reiteram a falta de um olhar mais atento do poder público e de uma gestão de riscos eficiente, mesmo sabendo que os eventos extremos vêm acometendo a cidade do Recife e sua população tem sido afetada ao longo de toda a sua história. É necessário também estudos acerca dos efeitos das ações antrópicas nas modificações da paisagem da cidade, e como elas podem estar contribuindo para atenuar esses impactos, demonstrando a necessidade de um planejamento urbano eficiente, além de um trabalho de conscientização da população para, principalmente, a adaptação e

convivência com esses eventos climáticos, uma vez que eles são presentes no cotidiano, independentemente de sua intensidade.

Considerações Finais

O registro notável de 335,8 mm em 11 de agosto de 1970 foi identificado e, por meio da análise comparativa com os relatos dos jornais da época, foram compreendidos os impactos socioambientais causados por esse evento extremo.

A combinação de dados científicos e fontes históricas permitiu identificar discrepâncias, confirmar eventos extremos e obter uma compreensão abrangente dos padrões climáticos do município. Além disso, foi ressaltada a relevância das construções das barragens de Tapacurá e Carpina na redução dos danos causados pelas enchentes, evidenciando a importância da gestão de riscos e do planejamento urbano eficiente.

A análise histórica das chuvas em Recife, desde o passado até eventos mais recentes, trouxe à tona a vulnerabilidade socioeconômica da população em áreas ribeirinhas e de morros, bem como a necessidade de conscientização e adaptação às mudanças climáticas. A valorização das fontes históricas, como os jornais digitais, foi destacada como uma ferramenta essencial para entender os impactos climáticos na sociedade ao longo do tempo.

Este estudo ressalta a importância de considerar tanto os registros científicos quanto as fontes históricas para uma compreensão mais completa dos fenômenos climáticos e de seus efeitos na sociedade e no meio ambiente. A pesquisa interdisciplinar entre instituições acadêmicas e órgãos governamentais pode fornecer dados mais precisos e atualizados, contribuindo para um melhor planejamento urbano e uma gestão de riscos mais eficiente frente a eventos climáticos extremos.

Em suma, a investigação sobre as chuvas em Recife, apoiada por dados do INMET e por registros históricos em mídias digitais, reforça a necessidade de ações integradas entre ciência, história e políticas públicas para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas e suas consequências na cidade e em sua população.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Pesquisa de Pernambuco pela bolsa de incentivo que culminou nessa pesquisa.

Referências

ANJOS, R. S.; WANDERLEY, L. S. A.; NÓBREGA, R. S. Análise espacial da precipitação e possíveis fatores que contribuem para sua espacialização em Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 13, n. 1, p. 18-34, jan. 2020.

ARMOND, N. B.; SANT'ANNA NETO, J. L. Utilização de mídia impressa na identificação e análise de episódios extremos de chuva no município do Rio de Janeiro. **Revista geonorte**, *[S. l.]*, v. 3, n. 8, p. 774 –, 2012.

BIBLIOTECA NACIONAL DIGITAL. **Diário de Pernambuco**, 12 de agosto de 1970, ed. 188.

_____.**Diário de Pernambuco**, 12 de agosto de 1970, ed. 188, p. 12.

_____.**Diário de Pernambuco**, 22 de julho de 1970, ed. 171.

_____.**Diário de Pernambuco**, 23 de julho de 1970, ed. 172.

CAMPOS, T. L. O. B.; MOTA, M. A. S.; SANTOS, S. R. Q. Eventos extremos de precipitação em Belém-PA: uma revisão de notícias históricas de jornais. **Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science**, Taubaté, v. 10, n. 1, p. 182-184, 1 jan. 2015. Instituto de Pesquisas Ambientais em Bacias Hidrograficas (IPABHi). http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1433.

COLLISCHONN, W. et al. Em busca do hidrograma ecológico. Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (16.: 2005 nov. 20-24: João Pessoa, PB). **Anais**.[João Pessoa]: ABRH, 2005. 2005.

DIAS, E. M. S. Mudanças climáticas e recursos hídricos: percepções sobre riscos climáticos e capacidade adaptativa na região semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil. **Dissertação** (mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Rio Grande do Norte. 2020. 137 f.

GIRÃO, O. Reconstrução do clima no nordeste brasileiro secas e enchentes do século XIX. **Finisterra**, Lisboa, v. 93, n. , p. 29-47, mar. 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico** – 1970. Rio de Janeiro: IBGE, 1972.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico** – 1980. Rio de Janeiro: IBGE, 1982.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Prévia da população calculada com base nos resultados do Censo Demográfico 2022 até 25 de dezembro de 2022**. Rio de Janeiro, 2022.

IPCC. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, Chapter 13: Sea Level Change. 2014.

LIMA, A. P; AMORIM, M. C. C. T. Análise de episódios de alagamentos e inundações urbanas na cidade de São Carlos a partir de notícias de jornal. **Revista Brasileira de Climatologia**, Recife. Vol. 15, n. 10, P. 182 – 204, jul/dez de 2014.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, impactos e adaptação à mudança do clima no semi-árido do Brasil. In: Parcerias Estratégicas/Centro de Gestão e Estudos Estratégicos de (Orgs.). **Mudança do clima no Brasil: vulnerabilidade, impactos e adaptação**. Brasília. Dez 2008. P. 149-176.

MONTEIRO, L. S. Chuvas urbanas nas capitais do Nordeste brasileiro. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Meteorologia) – Instituto de Ciências Atmosféricas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió. 2022. 103 f.

MONZONI, M. **Diretrizes para formulação de políticas públicas em mudanças climáticas no Brasil**. Centro de Estudos em Sustentabilidade da EAESP, 2009.

SOUZA, W. M.; AZEVEDO, P. V.; ARAÚJO, L. E. Classificação da Precipitação Diária e Impactos Decorrentes dos Desastres Associados às Chuvas na Cidade do Recife-PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 5, n. 2, p. 250-268, 11 out. 2012. http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v5i2.232788.

VALENTE, P. T. Eventos extremos de precipitação no Rio Grande do Sul no século XX a partir de dados de reanálise e registros históricos. **Dissertação** (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Instituto de Geociências. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2018. 99 f.

XIMENES, E. F. Enchentes e saúde: levantamento das diferentes abordagens e percepções, Região do Médio Paraíba, RJ. 2010. 145 f. **Dissertação** (Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2010.

WANDERLEY, L. S. de A. *et al*. As chuvas na cidade do Recife: Uma climatologia de extremos.

Revista Brasileira de Climatologia, Curitiba, v. 22, n. 14, p. 149-164, jun. 2018.

Eventos intensos de chuva no estado da Paraíba: comportamento espaço-temporal

Intense rainfall events in the state of Paraíba: spatiotemporal behavior

Natália Duarte de Sousa
Universidade Federal da Paraíba – Campus I (UFPB)
https://orcid.org/0000-0001-9955-4772
nds2@academico.ufpb.br

Daisy Beserra Lucena
Universidade Federal da Paraíba – Campus I (UFPB)
https://orcid.org/0000-0002-1645-9743
daisy.beserra.lucena@academico.ufpb.br

Manoella Santos Morais
Universidade Federal da Paraíba – Campus I (UFPB)
https://orcid.org./0009-0004-4572-3090
manoella.morais@academico.br

Helayne Luiza de Sousa Florêncio
Universidade Federal da Paraíba – Campus I (UFPB)
https://orcid.org/0009-0002-1910-2640
helayneluiza@hotmail.com

José Arnaldo Gomes do Nascimento Filho
Universidade Federal da Paraíba – Campus I (UFPB)
https://orcid.org/0009-0001-6876-9129
jose.arnaldo@academico.ufpb.br

Resumo: A dinâmica das chuvas é de suma importância às atividades agropecuárias na Paraíba, bem como às discussões sobre as mudanças climáticas. Logo, este trabalho consiste em verificar o comportamento espaço-temporal dos eventos intensos de chuva, por meio do percentil 95, nos municípios da Paraíba, entre 1994 e 2018. Dados diários de chuva foram disponibilizados pela Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba (AESA). Utilizou-se de diagramas espaço-temporais mensal e anual para a análise das chuvas intensas. Foi observado que os eventos intensos são mais comuns no período chuvoso de cada microrregião. Os anos de 2000, 2004, 2008 e 2011 apresentaram os maiores quantitativos de eventos intensos. Por fim, não se verifica, no decorrer dos anos, um aumento da quantidade desses eventos, contudo é notória a variabilidade espacial destes no estado. Espera-se que o trabalho contribua com reflexões e subsídios para o enfrentamento às mudanças climáticas e planejamento socioeconômico.

Palavras-chave: Percentil. Diagramas espaço-temporais. Microrregiões Pluviometricamente Homogêneas. Chuvas Intensas.

Abstract: The dynamics of rainfall is of paramount importance to agricultural activities in Paraíba, as well as to discussions on climate change. Therefore, this work consists of verifying the space-time behavior of intense rainfall events, through the 95th percentile, in the municipalities of Paraíba, between 1994 and 2018. Daily rainfall data were made available by the Executive Agency for Water Management of the State of Paraíba (AESA). Monthly and interannual space-time diagrams were used for the analysis of heavy rainfall. It was observed that intense events are more common in the rainy season of each microregion. The years 2000, 2004, 2008 and 2011 had the highest number of intense events. Finally, there has not been an increase in the number of these events over the years, however their spatial variability in the state is notorious. It is expected that the work will contribute with reflections and subsidies for tackling climate change and socioeconomic planning.

Keywords: Percentil. Space-time diagrams. Pluviometrical Homogeneous Micro-regions. Intense Rainfall.

Introdução

A chuva é apontada como um importante elemento nos estudos hidrológicos por se tratar de uma variável fundamental para o entendimento da dinâmica do meio físico (RODRIGUES; SOUSA; LOPES, 2022). Além disso, apresenta uma considerável relevância para a caracterização do clima de uma região e, consequentemente, seu estudo é imprescindível quando se trata de atividades agrícolas por permitir previsões mais próximas da realidade e a tomada de decisões mais assertivas (ARAI *et al.*, 2010).

A dinâmica natural da atmosfera é responsável pela ocorrência de eventos usuais e intensos, também chamados de anômalos ou excepcionais. Quando acontecem com uma certa regularidade e não se distanciam significativamente da média histórica, eles são chamados de eventos usuais de tal modo que são facilmente absorvidos pela sociedade, que já estão adaptadas ao seu ritmo natural. Já quando apresentam valores de chuvas superiores ou inferiores à média histórica, são conhecidos como eventos intensos, a exemplo das precipitações intensas e extremas (eventos intensos positivos), bem como das estiagens e secas (eventos intensos negativos), que ocorrem com menos frequência do que os habituais, mas causam significativos impactos ao meio ambiente, à vida humana e todas as atividades e setores da sociedade (FARIAS; ALVES; NÓBREGA, 2012).

Uma característica marcante da chuva é a sua variabilidade no tempo e no espaço, especialmente na região semiárida do Brasil, onde há notáveis variações nos totais anuais, na quantidade e distribuição espacial do regime pluviométrico (SILVA *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2022). No estado da Paraíba, de modo particular, esta variabilidade é ainda mais marcante, destacando-se por ser o Estado nordestino com a maior variabilidade espacial de chuva, variando os totais médios anuais de 300 mm a 1700 mm entre locais com distância aproximada de 150 Km. Por causa disso, a Paraíba é considerada um ótimo laboratório voltado ao estudo de eventos meteorológicos e climatológicos da região Nordeste (BECKER *et al.*, 2011).

No entanto, a investigação das causas de variação da chuva na escala diária, tem lacunas ainda não totalmente compreendidas, principalmente no tocante aos eventos extemos e suas repercussões. Alves *et al.* (2017) comentam da necessidade de pesquisas que visem a análise das diferenças de intensidade associadas aos totais anuais de chuva. Por outro lado, nas últimas décadas, os eventos intensos estão deflagrando variados e recorrentes impactos nas cidades brasileira, com diferentes configurações socioambientais e graus de vulnerabilidade, a exemplo de muitas mortes, feridos, desabrigados, proliferação de doenças,

perdas econômicas, impactos ao meio ambiente, dentre outros (LOUREIRO *et al.*, 2014; COSTA, SILVA JÚNIOR, ARAÚJO, 2018).

Deste modo, conforme apontado por Camargo *et al.* (2011), as sociedades humanas estão cada vez mais dependentes do clima da região, de tal maneira que suas características socioeconômicas são moldadas e adaptadas aos diversos padrões mensais e sazonais. E os problemas gerados são enormes, isto é, o planejamento de adaptação e mitigação dessas populações frente ao impacto deflagrado pelo comportamento dos elementos climáticos é de grande relevância. Isso compactua com as discussões, reflexões e ações globais sobre o meio ambiente diante das mudanças climáticas, reforçadas pela Organização das Nações Unidas (ONU) e pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que trouxeram à tona a necessidade de indicadores para acompanhar a evolução dos países, estados e municípios no que diz respeito ao cumprimento da Agenda 2030 nas suas diferentes realidades.

Observa-se que as atividades agropecuárias desenvolvidas no estado da Paraíba são fortemente marcadas pela dependência quanto à disponibilidade hídrica, especialmente da água na forma de chuva, em quantidade e qualidade adequadas. Sendo assim, tais atividades e o próprio uso da terra estão fortemente associados às potencialidades e limitações ambientais, a exemplo da baixa latitude, da luz e do calor, que são fatores importantes para o sucesso das atividades agrícolas (FRANCISCO, 2010).

Posto isto, o objetivo deste trabalho consiste em verificar o comportamento espaço-temporal dos eventos intensos de chuva, a partir do percentil 95, dos municípios da Paraíba, no período de 1994 a 2018. Para este fim, foram utilizados os diagramas espaço-temporais em escala mensal e anual que permitem compreender como a chuva se distribui ao longo das microrregiões do estado da Paraíba, bem como a sua variação ao longo dos meses e dos anos analisados. Com este estudo, pretende-se auxiliar na tomada de decisões e no planejamento quanto à gestão dos recursos hídricos do estado e das atividades econômicas que dependem das chuvas para a sua manutenção. Além disso, contribuirá também nas reflexões e subsídios para ações de enfrentamento a possíveis modificações nesses comportamentos frente às mudanças climáticas com o intuito de mitigar os impactos deflagrados por eles.

Fundamentação teórica-metodológica

Área de Estudo

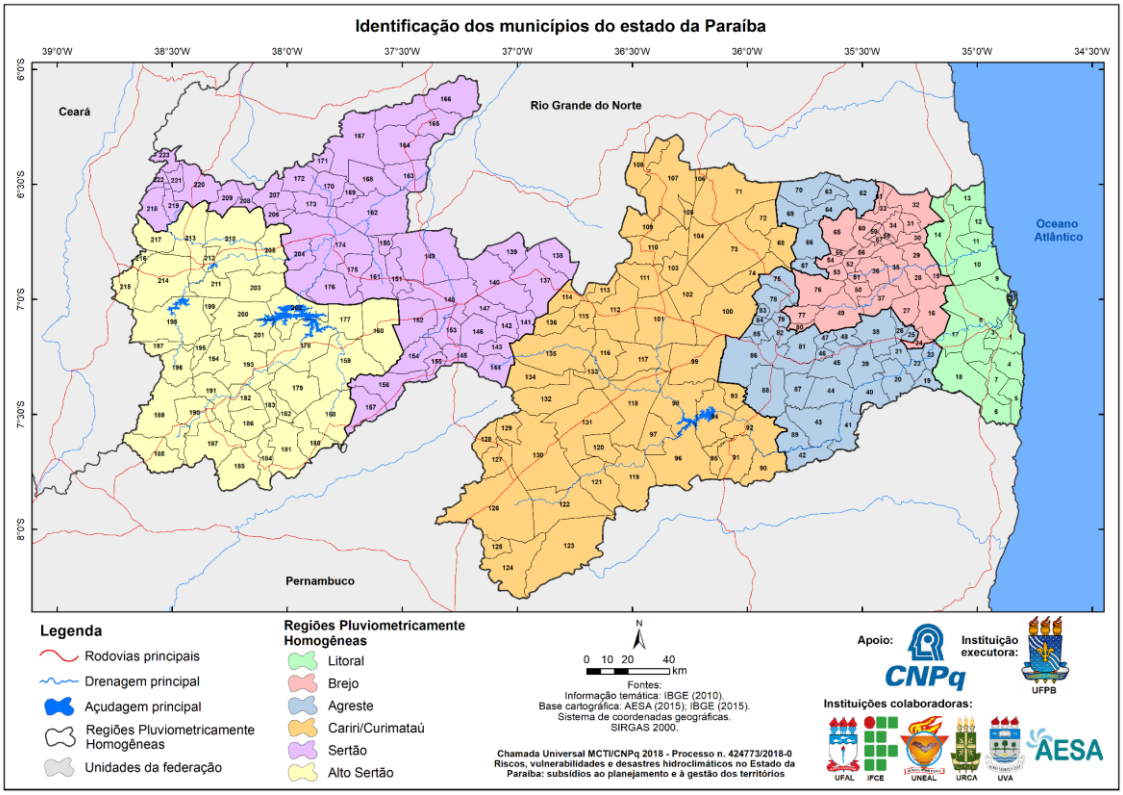
O Estado da Paraíba é um dos nove estados que compõem a região Nordeste do Brasil, apresentando uma população atual de 3.974.495 pessoas, distribuída pelos seus 223 municípios, que ocupam uma área de 56.467,242 km², equivalente a 0,663% do território nacional (IBGE, 2022; FRANCISCO, 2010). A Paraíba está situada no extremo leste do país entre os paralelos de 6°02'12" e 8°19'18" de latitude sul e entre os meridianos de 34°45'54" e 38°45'45" de longitude oeste. Faz divisa, ao norte, com o Estado do Rio Grande do Norte; a leste, com o Oceano Atlântico; a oeste, com o Estado do Ceará; e ao sul, com o Estado de Pernambuco.

Para facilitar a identificação e localização dos 223 municípios do estado da Paraíba no mapa, estes foram numerados de 1 a 223, funcionando como um código de referência para citar os municípios tanto no corpo do texto quanto nos diagramas, sem que seja necessário muito espaço no mapa para isto (Figura 1).

A partir de uma metodologia proposta por Braga e Silva (1990), citados por Silva (2007), Becker *et al.* (2011) e Silva *et al.* (2022), que leva em consideração técnicas de análise multivariada para identificar um padrão comum entre as localidades, especialmente associadas às características da pluviometria, o estado da Paraíba foi dividido em 6 (seis) Microrregiões Pluviometricamente Homogêneas (MPH): Litoral, Brejo, Agreste, Cariri/Curimataú, Sertão e Alto Sertão. De forma simplificada, pode-se afirmar que a Paraíba apresenta dois regimes de chuvas bem característicos: nas microrregiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú, o período chuvoso acontece entre os meses de fevereiro a maio; já nas microrregiões do Agreste, Brejo e Litoral, o período chuvoso ocorre nos meses de abril a julho (FRANCISCO; SANTOS, 2017).

A classificação climática de Köppen define três tipos de clima predominantes no estado da Paraíba: As' (quente e úmido), que apresenta pluviosidade média anual de 1.800 mm condensada, principalmente, nos meses do outono e inverno; Bsh (semiárido quente), com chuvas de verão que chegam a marcar totais pluviométricos anuais que variam de 350 a 500 mm; e Aw' (quente semiúmido), com totais pluviométricos anuais de 800 mm e chuvas que se concentram no período do verão ao outono (PEREIRA; SILVA, 2016).

Figura 1 – Mapa de localização com numeração dos 223 municípios do estado da Paraíba



Fonte: Elaborado por Camila Cunico (2022)

Os principais sistemas meteorológicos responsáveis pelas chuvas na região Nordeste e, por conseguinte, no estado da Paraíba estão associados com a interação oceano-atmosfera, são eles: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Complexo Convectivos de Mesoescala (CCM), Vórtices Ciclônicos de Ar Superior (VCAS), Sistemas Frontais, Linhas de Instabilidade (LI), Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL), e Brisas Marítimas e Terrestres (NÓBREGA, 2012). Além destes sistemas, tem-se a influência da variabilidade/dinâmica da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) que influencia diretamente o tempo no NEB com os fenômenos El Niño - Oscilação Sul (ENOS) e o gradiente inter-hemisférico das anomalias da TSM no Oceano Atlântico, conhecido como DIPOLO.

Origem dos dados

Os dados utilizados neste estudo foram disponibilizados pela Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba (AESA) que, desde o início da década de 1990, é o órgão estadual responsável por coletar e organizar os dados diários, mensais e anuais de

chuva no estado da Paraíba, no Laboratório de Meteorologia, Recursos Hídricos e Sensoriamento Remoto – LMRS (SILVA, 2007). O banco de dados diários de chuva possui 253 postos pluviométricos localizados nos 223 municípios do estado da Paraíba para uma série temporal de 01 de janeiro de 1994 a 31 de dezembro de 2018.

Como a pesquisa em questão fez parte do Projeto Universal “Riscos, vulnerabilidades e desastres hidroclimáticos no Estado da Paraíba: subsídios ao planejamento e à gestão dos territórios” (Chamada Universal MCTIC/CNPq 2018), não foram considerados dados após o ano de 2018, que corresponde ao ano em que o projeto foi aprovado.

Um dos problemas apontados por Farias, Alves e Nóbrega (2012) para a realização de estudos voltados à análise da variabilidade é a falta de dados consistentes. Marengo e Valverde (2007) complementam que a limitação no desenvolvimento de estudos sobre intensos de chuva é consequência da falta de dados climatológicos diários confiáveis e de boa qualidade, o que pode comprometer os resultados dos estudos.

Do mesmo modo, também foram encontradas falhas nos dados dos postos pluviométricos disponibilizados, sendo preciso adotar o critério de escolha das estações meteorológicas proposta por Camargo *et al.* (2011), selecionando aquelas que apresentaram as séries mais longas e completas, logo com a maior homogeneidade dos dados. Como uma quantidade considerável de municípios tinha dados incompletos de chuvas, foram excluídos aqueles com menos de 70% de dados disponíveis para que os resultados gerados não tivessem a sua qualidade e confiabilidade comprometidas. Após a exclusão, restaram 188 municípios que, de fato, foram analisados na pesquisa, o que corresponde a, aproximadamente, 84% do total de municípios do estado.

Cálculo do percentil 95

Inicialmente, foi aplicada a técnica dos Quantis que consiste na organização da série pluviométrica de dados em ordem crescente para depois dividir em *n* partes, permitindo identificar e classificar os dados de chuvas em eventos intensos diários de chuva. Sendo assim, utilizou-se a técnica dos Percentis (P) que consiste na divisão da amostra em 100 partes iguais, em que cada uma representa uma porcentagem de dados aproximadamente igual (COSTA *et al.*, 2015).

É importante mencionar que, este estudo compreende parte dos resultados de um projeto de iniciação científica (PIBIC) desenvolvido pela autora, em parceria com os coautores

que auxiliaram na organização e manipulação dos dados. No projeto de pesquisa em questão, foram analisados os percentis 95 (P95) e 99 (P99). Além disso, foram desconsiderados os dias sem chuva no cálculo dos percentis, ou seja, foram retirados os dados em que a chuva diária era igual a 0 mm, já que esse valor representa o dia sem chuva, e se eles permanecessem, alterariam significativamente os valores dos limiares, especialmente naquelas localidades que chove pouco ao longo dos anos – tem mais dias sem chuva do que com chuva, o que é uma realidade em muitos dos municípios da Paraíba.

Deste modo, a análise dos eventos intensos positivos, especificamente as chuvas intensas, foi realizada a partir do Percentil de ordem 95 que caracterizam esse tipo de chuva. Justifica-se a utilização dessa técnica por ela já ter sido amplamente aplicada com êxito em outros trabalhos voltados à determinação dos eventos intensos, como mostram diversos estudos (COSTA *et al*., 2015; PEREIRA *et al*., 2020; SILVA *et al*., 2022).

Acrescenta-se que, a escolha dos Percentis é baseada em um dos nove índices climáticos, que foram criados para auxiliar na análise de chuvas e são recomendados pelo Equipe de Especialistas em Detecção, Monitoramento e Índices de Mudanças Climáticas, também conhecida pela sigla, em inglês, ETCCDMI - *Expert Team on Climate Change Detection Monitoring and Indices*. No cálculo do P95, os dados são agrupados de tal maneira que 95% deles ficam abaixo do limiar e os demais 5% estão situados acima dele, dando destaque para as chuvas intensas observada em cada posto pluviométrico.

O cálculo do Percentil 95 foi realizado em planilha eletrônica do Excel, a partir da aplicação da função PERCENTIL.EXC (matriz, k), sendo essa matriz o intervalo de dados de cada posto pluviométrico e k é o valor do percentil que deve estar contido entre o intervalo de 0 a 1. Logo, para o P95, k = 0,95. Assim, foi possível determinar os limiares que correspondem ao volume de chuva (em mm) que definem as chuvas intensas para cada município, bem como foram calculadas as quantidades de eventos intensos que ocorreram. Tal procedimento foi realizado para cada série temporal de chuvas diárias dos municípios analisados.

Após a definição dos limiares para cada município, foi realizada a quantificação dos eventos intensos de chuva por mês e por ano com a finalidade de analisar a variabilidade espaço-temporal desses eventos e verificar as diferenças no estado, bem como entre as microrregiões. Para a visualização desses resultados, também usando planilha eletrônica do Excel, foram elaborados diagramas espaço-temporais com base no somatório da quantidade de eventos que excedem o limiar do P95 em cada mês e, posteriormente, em cada ano. Esta foi uma forma encontrada de analisar de forma sintética e diferenciada a variação da ocorrência de eventos intensos de chuva em escala espacial e temporal.

Resultados e Discussões

Os diagramas espaço-temporais mensal (Figura 2) e anual (Figura 3) mostram um padrão de comportamento comum entre as microrregiões do Agreste, Brejo e Litoral, apresentando mais eventos intensos de chuva. Por outro lado, nas MPH do Sertão, Alto Sertão e Cariri/Curimataú, há um quantitativo menor de eventos intensos de chuva. Dentre as microrregiões da Paraíba, o Litoral é a que apresenta a maior quantidade de eventos intensos com base no P95, enquanto o Cariri/Curimataú possui a menor quantidade.

Figura 2 - Diagrama espaço-temporal mensal da quantidade de eventos intensos de chuva, com base no percentil 95, para os municípios da Paraíba (1994 a 2018)

MPH	MUNICÍPIO/MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
LITORAL	ALHANDRA (7)	5	15	23	28	37	49	23	17	5	1	0	4
	BAÍA DA TRAIÇÃO (12)	10	4	20	26	21	44	29	7	4	0	1	3
	BAYEUX (3)	10	15	16	31	30	42	24	10	6	1	0	3
	CAAPORÃ (6)	5	12	15	22	20	39	20	4	5	0	2	2
	CABEDELO (2)	3	4	11	22	20	42	20	8	6	0	0	0
	CONDE (4)	11	15	12	20	26	48	27	10	7	0	0	2
	CRUZ DO ESPÍRITO SANTO (17)	10	14	18	19	28	42	23	11	6	0	0	3
	JOÃO PESSOA (1)	10	13	24	31	45	61	37	10	6	0	0	2
	MAMANGUAPE (14)	13	10	19	24	22	44	20	8	8	0	0	1
	MATARACA (13)	8	11	20	21	18	28	21	6	5	0	0	2
	PEDRAS DE FOGO (18)	10	15	16	26	28	48	20	11	5	1	1	5
	PITIMBU (5)	5	9	12	27	30	43	21	6	5	0	0	4
	RIO TINTO (10)	10	14	20	23	16	40	13	9	7	0	0	2
	SANTA RITA (8)	10	13	14	20	22	42	19	8	8	0	0	2
BREJO	ALAGOA GRANDE (49)	11	13	11	14	17	23	12	5	2	1	1	1
	ALAGOA NOVA (77)	10	16	10	24	13	20	13	8	2	1	2	4
	ALAGOINHA (50)	18	13	12	13	17	20	18	9	3	0	1	3
	ARAÇAGI (35)	11	11	18	13	15	26	21	7	5	0	1	6
	AREIA (76)	10	16	27	35	33	41	36	21	7	0	2	4
	BANANEIRAS (65)	14	17	17	20	19	23	22	12	6	0	0	1
	BELÉM (60)	13	10	10	8	13	20	17	3	4	0	1	4
	BORBOREMA (55)	18	9	16	24	15	21	17	6	7	1	0	6
	CAIÇARA (33)	11	12	17	13	13	17	17	4	3	0	0	3
	DUAS ESTRADAS (58)	6	10	11	7	11	14	8	3	2	0	0	2
	GUARABIRA (36)	15	12	17	15	18	23	19	5	3	0	0	5
	ITAPOROROCA (29)	5	4	11	13	8	19	15	4	4	0	1	1
	JACARAÚ (32)	15	11	18	28	20	33	24	7	6	0	0	3
	LAGOA DE DENTRO (34)	7	5	9	13	8	10	12	5	3	0	0	0
	MARI (27)	10	16	11	17	20	34	17	7	3	1	0	3
	MATINHAS (80)	11	11	10	18	11	18	13	4	0	1	0	1
	MULUNGU (37)	13	17	20	22	20	28	18	6	5	0	0	3
	PILÕES (53)	17	15	16	22	22	21	19	10	6	0	1	5
	PILÕEZINHOS (52)	12	7	10	8	15	20	18	2	5	0	0	4
	PIRPIRITUBA (56)	12	9	17	16	14	22	13	4	6	0	1	2
	SAPÉ (16)	7	12	13	23	20	41	20	6	5	0	0	2
	SERRA DA RAIZ (59)	12	12	18	10	17	26	20	3	8	1	2	4
	SERRARIA (54)	15	8	17	14	18	26	22	9	3	0	2	4
AGRESTE	ARARA (67)	9	11	14	12	10	15	11	4	0	0	0	2
	ARARUNA (70)	15	15	15	15	10	14	13	4	3	0	2	5
	AREIAL (83)	6	11	14	21	12	19	9	2	2	0	0	4
	AROEIRAS (43)	7	5	14	11	13	10	8	3	1	0	0	1
	CACIMBA DE DENTRO (69)	11	10	14	12	7	12	12	3	1	0	1	3
	CALDAS BRANDÃO (26)	6	9	10	19	17	35	11	4	3	1	0	0
	CAMPINA GRANDE (86)	13	18	24	26	17	31	22	12	4	0	2	5
	DONA INÊS (64)	16	11	25	14	9	18	12	5	3	0	2	2
	ESPERANÇA (78)	11	12	11	19	15	21	14	9	3	0	2	4
	FAGUNDES (87)	10	9	16	17	14	16	19	7	3	0	1	3
	GURINHÉM (38)	10	8	6	14	14	16	8	2	1	0	0	2
	INGÁ (45)	13	10	10	8	12	17	7	5	1	0	0	5
	ITABAIANA (20)	10	9	7	16	16	19	9	3	0	0	0	2
	ITATUBA (44)	6	7	15	11	14	19	8	4	1	0	0	2
	JUAREZ TÁVORA (48)	11	9	6	12	12	23	8	7	1	0	0	3
	JURIPIRANGA (19)	7	6	6	16	11	21	15	6	2	1	2	3

MPH	MUNICÍPIO/MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
AGRESTE	LAGOA SECA (82)	14	15	11	14	19	26	25	9	5	0	1	3
	MASSARANDUBA (81)	10	7	13	10	13	18	16	4	1	1	0	1
	MOGEIRO (39)	10	7	9	19	14	17	12	7	1	0	1	3
	MONTADAS (84)	13	10	9	15	13	15	8	1	1	0	0	0
	NATUBA (41)	7	13	10	17	18	22	13	9	8	1	3	2
	PILAR (22)	0	8	3	10	13	25	11	3	1	0	0	1
	PUXINANÃ (85)	7	17	11	13	10	18	10	5	4	0	0	5
	QUEIMADAS (88)	6	8	11	12	7	13	9	4	0	0	0	3
	REMÍGIO (75)	7	14	14	11	12	19	15	8	4	0	1	4
	SALGADO DE SÃO FÉLIX (40)	9	9	8	17	7	12	10	2	0	0	0	2
	SÃO MIGUEL DE TAIPU (23)	4	8	2	9	9	14	13	2	2	0	0	0
	SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA (79)	6	16	13	21	18	20	10	5	5	0	2	2
	SERRA REDONDA (47)	8	9	6	8	12	22	8	2	0	1	1	0
	SOLÂNEA (66)	19	17	19	21	17	23	21	8	8	0	0	3
	TACIMA (62)	14	12	15	17	9	9	9	4	1	0	2	2
	UMBUZEIRO (42)	6	10	10	18	16	28	16	2	1	0	0	2
SERTÃO	ÁGUA BRANCA (157)	17	17	23	9	12	3	1	0	1	1	2	2
	BELÉM DO BREJO DO CRUZ (166)	6	7	16	14	9	4	0	0	0	1	1	1
	BOM SUCESSO (172)	9	14	12	18	7	1	0	0	0	1	2	4
	BREJO DO CRUZ (164)	10	11	19	15	14	2	0	1	0	0	1	2
	BREJO DOS SANTOS (171)	10	10	13	13	10	2	0	0	0	0	3	3
	CACIMBA DE AREIA (146)	12	6	10	7	8	0	0	0	1	0	0	2
	CATOLÉ DO ROCHA (167)	11	9	21	16	12	4	1	0	0	1	2	1
	CONDADO (161)	7	12	17	12	3	0	1	0	1	1	1	4
	DESTERRO (144)	10	1	11	6	3	0	1	0	0	0	0	4
	VISTA SERRANA (150)	7	5	8	11	8	0	0	0	0	1	0	5
	IMACULADA (156)	7	5	20	7	10	0	0	0	0	0	2	5
	JERICÓ (170)	6	8	17	16	10	0	1	0	0	0	4	3
	LAGOA (173)	10	10	23	15	7	0	1	0	0	0	1	2
	LASTRO (208)	6	10	7	9	3	0	0	0	0	0	1	2
	MÃE D'ÁGUA (154)	12	5	14	9	2	1	0	0	0	1	3	4
	MALTA (151)	11	12	16	12	4	0	0	0	0	1	2	5
	PASSAGEM (142)	10	10	5	3	7	0	0	0	0	0	0	1
	PATOS (148)	9	15	22	11	8	0	0	0	0	1	1	6
	PAULISTA (162)	6	10	10	16	8	1	1	0	0	1	3	1
	POMBAL (174)	8	20	18	11	5	1	0	1	0	2	1	1
	QUIXABÁ (147)	7	3	9	2	5	0	0	0	0	0	0	3
	RIACHO DOS CAVALOS (168)	11	9	9	13	5	2	0	0	0	0	2	3
	SANTA CRUZ (207)	8	10	16	12	8	0	1	0	0	0	2	2
	SANTA LUZIA (137)	8	10	13	9	9	1	0	0	0	0	0	3
	SANTA TERESINHA (152)	7	13	12	14	6	0	0	0	0	0	0	1
	SÃO BENTO (163)	9	11	10	12	3	0	1	0	0	1	0	0
	SÃO BENTINHO (175)	4	14	14	13	3	1	0	1	0	2	0	1
	SÃO FRANCISCO (206)	9	12	18	14	5	0	1	0	0	0	1	3
	SÃO JOSÉ DE ESPINHARAS (149)	3	9	10	6	6	0	0	0	0	0	0	1
	SÃO JOSÉ DO BONFIM (153)	5	5	12	6	4	0	0	0	0	0	0	5
	SÃO JOSÉ DO BREJO DO CRUZ (165)	9	11	11	7	5	0	1	1	1	0	0	3
	SÃO JOSÉ DO SABUGI (138)	8	8	18	11	4	0	0	0	0	0	0	1
	SÃO MAMEDE (140)	5	6	19	7	6	0	0	0	0	2	0	1
	TEIXEIRA (145)	13	8	20	14	7	0	0	0	1	0	0	4
	TRIUNFO (218)	6	7	13	18	6	0	0	0	0	1	1	3
	UIRAÚNA (220)	10	10	12	13	5	1	1	0	0	1	1	2
	VÁRZEA (139)	1	10	14	9	9	0	1	0	0	0	0	1

MPH	MUNICÍPIO/MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
ALTO SERTÃO	AGUIAR (200)	18	12	13	9	6	0	0	0	0	0	1	2
	SÃO JOÃO DO RIO DO PEIXE (213)	11	16	17	15	3	1	0	0	0	1	0	2
	APARECIDA (205)	7	8	17	10	5	1	0	0	0	1	0	4
	BOA VENTURA (192)	13	12	16	10	5	1	0	0	0	0	0	5
	BOM JESUS (216)	9	10	15	9	5	0	0	0	0	1	1	2
	BONITO DE SANTA FÉ (196)	14	11	19	7	4	1	0	0	0	2	1	6
	IGARACY (201)	15	12	12	6	9	1	0	0	0	2	1	3
	CACHOEIRA DOS ÍNDIOS (215)	13	11	21	11	6	0	0	0	0	2	1	4
	CAJAZEIRAS (214)	13	16	23	15	10	0	0	0	0	2	1	3
ALTO SERTÃO	CARRAPATEIRA (199)	9	10	14	7	6	0	0	0	0	3	1	3
	CATINGUEIRA (160)	11	10	12	12	8	0	0	0	0	1	0	3
	CONCEIÇÃO (189)	12	11	28	9	4	1	0	0	0	2	1	3
	COREMAS (202)	16	9	16	10	9	0	1	0	0	2	2	0
	CURRAL VELHO (186)	7	7	15	7	4	1	0	0	0	1	0	4
	DIAMANTE (191)	11	10	15	7	4	1	0	0	0	0	0	1
	EMAS (177)	12	11	13	11	5	0	0	0	0	2	3	2
	IBIARA (190)	14	14	21	11	5	0	1	0	0	2	0	5
	ITAPORANGA (193)	17	12	12	11	3	1	0	0	0	2	2	5
	JURU (158)	12	9	20	11	6	2	0	0	0	2	0	4
	MANAÍRA (185)	17	11	15	9	2	0	0	0	0	1	1	8
	MONTE HOREBE (197)	15	14	15	7	7	1	0	0	0	1	3	6
	NAZAREZINHO (211)	13	17	22	12	6	0	0	0	0	1	0	2
	NOVA OLINDA (182)	10	15	19	7	4	0	0	0	0	0	0	5
	OLHO D'ÁGUA (159)	10	9	10	13	5	2	0	0	0	1	2	1
	PEDRA BRANCA (183)	11	15	15	12	6	0	0	0	0	1	2	4
	PIANCÓ (178)	17	9	14	13	5	2	0	0	0	1	1	2
	PRINCESA ISABEL (181)	13	13	20	20	9	0	1	0	0	2	2	5
	SANTA HELENA (217)	12	16	16	14	8	0	0	0	0	2	0	1
	SANTANA DE MANGUEIRA (187)	12	9	15	7	1	0	0	0	0	3	0	5
	SANTANA DOS GARROTES (179)	11	8	17	10	5	1	0	0	0	2	2	2
	SÃO JOSÉ DA LAGOA TAPADA (203)	13	10	19	8	3	1	0	0	0	1	1	3
	SÃO JOSÉ DE CAIANA (194)	12	13	16	12	4	1	0	0	0	2	0	3
	SÃO JOSÉ DE PIRANHAS (198)	22	13	24	14	7	0	0	0	0	2	3	8
	SERRA GRANDE (195)	11	10	11	8	3	0	0	0	0	0	0	3
	SOUSA (210)	20	19	30	14	9	0	1	0	0	3	0	3
	TAVARES (180)	16	12	18	11	8	1	0	1	0	0	1	2
CARIRI/CURIMATAÚ	ALGODÃO DE JANDAÍRA (74)	6	7	8	5	3	2	2	0	0	0	0	1
	BARRA DE SANTA ROSA (73)	10	10	7	14	3	9	3	1	0	0	0	2
	CASSERENGUE (68)	13	13	16	15	9	17	6	3	0	2	0	2
	CUBATI (103)	8	2	10	8	5	3	2	1	0	0	0	1
	CUITÉ (71)	16	7	12	14	9	7	2	0	1	0	0	2
	DAMIÃO (72)	11	10	10	15	10	16	9	6	3	0	0	1
	FREI MARTINHO (108)	7	7	7	12	5	1	0	1	0	1	0	2
	JUAZEIRINHO (112)	4	7	12	12	7	3	1	0	0	2	1	2
	NOVA FLORESTA (106)	10	8	14	10	9	4	4	0	0	0	0	2
	NOVA PALMEIRA (109)	3	4	11	10	3	2	1	0	0	2	0	2
	OLIVEDOS (102)	8	12	13	15	11	7	2	1	0	0	0	4
	PEDRA LAVRADA (110)	1	5	12	5	2	2	0	1	0	2	0	0
	PICUÍ (107)	9	5	13	13	7	3	2	0	0	0	0	1
	POCINHOS (100)	10	11	15	18	10	12	7	3	0	0	0	2
	SÃO VICENTE DO SERIDÓ (111)	4	10	13	3	3	0	2	0	0	1	0	1
	SOLEDADE (101)	2	3	12	9	6	1	0	0	0	1	0	1
	SOSSÊGO (104)	5	5	4	5	7	3	1	0	0	0	0	2
	TENÓRIO (113)	5	4	6	9	3	1	0	0	0	0	1	1
	ALCANTIL (91)	11	4	9	8	10	8	2	0	0	0	0	2
	AMPARO (129)	9	3	13	10	6	2	0	1	0	1	0	1
	BARRA DE SANTANA	6	11	18	11	8	8	3	1	0	1	0	0
	BARRA DE SÃO MIGUEL (96)	5	5	7	11	2	1	1	0	0	0	0	1
	BOA VISTA (99)	6	8	9	8	4	5	3	0	0	0	0	1
	BOQUEIRÃO (194)	12	14	16	13	8	10	8	3	1	0	1	1
	CABACEIRAS (98)	7	9	13	9	6	4	2	0	0	1	0	2
	CAMALAÚ (122)	5	6	12	5	6	1	1	0	0	2	0	2
	CARAÚBAS (119)	6	3	11	4	6	2	1	0	0	1	0	3
	CONGO (121)	4	8	9	8	5	4	1	0	0	0	1	2
	COXIXOLA (120)	6	7	12	5	5	1	0	0	0	1	1	1
	GURJÃO (117)	4	6	13	9	8	1	0	1	0	1	1	0
	JUNCO DO SERIDÓ (114)	8	5	12	11	7	3	0	0	0	0	2	2
	LIVRAMENTO (134)	6	7	13	2	6	0	1	0	0	1	0	2
	MONTEIRO (126)	9	4	9	7	9	0	2	0	1	2	2	6
	OURO VELHO (128)	6	3	13	11	6	2	1	1	0	0	0	1

MPH	MUNICÍPIO/MESES	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
CARIRI/CURIMATAÚ	PARARI (133)	3	6	11	7	3	2	0	0	0	1	0	0
	PRATA (127)	8	8	10	10	5	0	0	0	0	0	0	3
	RIACHO DE SANTO ANTÔNIO (95)	6	3	9	5	3	2	2	0	0	1	1	0
	SALGADINHO (136)	6	7	9	5	7	2	1	0	0	0	0	1
	SÃO DOMINGOS DO CARIRI (97)	7	3	12	6	7	3	0	0	0	2	1	0
	SÃO JOÃO DO CARIRI (118)	13	12	19	7	12	4	1	1	0	2	3	1
	SÃO JOÃO DO TIGRE (123)	6	3	13	8	4	2	0	0	0	1	1	5
	SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS (132)	9	9	16	10	8	1	0	0	0	1	0	4
	SÃO SEBASTIÃO DO UMBUZEIRO (124)	6	11	13	7	5	3	1	0	0	2	3	5
	SERRA BRANCA (131)	8	8	14	5	9	4	1	0	0	1	1	1
	SUMÉ (130)	11	9	14	9	5	2	1	0	0	0	0	2
	TAPEROÁ (135)	10	6	19	15	14	1	2	0	0	1	0	3

Legenda:

- Valores entre 54 e 61
- Valores entre 47 e 53
- Valores entre 39 e 46
- Valores entre 31 e 38
- Valores entre 23 e 30
- Valores entre 15 e 22
- Valores entre 8 e 14
- Valores entre 1 e 7
- Valores iguais a 0

*Os números ao lado dos nomes dos municípios são códigos de identificação para facilitar a sua localização no mapa.

Fonte: Elaborado por Natália Duarte (2022).

Analisando o diagrama espaço-temporal mensal (Figura 2), percebe-se que, de maneira geral, nas MPH do Agreste, Brejo e Litoral, os meses em que mais ocorrem eventos intensos de chuva são de abril a julho, que corresponde ao período chuvoso da região. No caso das regiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú, os meses com a ocorrência da maior quantidade de eventos intensos pelo P95 também coincidem com o período chuvoso que acontece de fevereiro a maio na região. Os estudos de Medeiros, Sousa e Filho (2014) verificaram que, no município de Campina Grande – PB, a maioria dos eventos intensos também ocorrem no período chuvoso para a escala temporal de 1970 a 2010.

No entanto, também há alguns casos desses eventos que chamam a atenção por ocorrerem no período seco com grandes volumes de chuva, capazes de causar impactos consideráveis. Nestes casos, é preciso considerar não apenas os sistemas atmosféricos atuantes, mas também a própria dinâmica local. Por exemplo, é possível perceber que o mês de outubro apresenta a menor quantidade de observações de eventos intensos nas MPH do Litoral, Brejo e Agreste. Em Bayeux, no Litoral, ocorreu um evento intenso no dia 13/10/2014 com acumulado de chuva de 69,0 mm em 24 horas. No Brejo, o município de Alagoa Grande se destaca por ter apresentado um evento extremo de 72,0 mm no dia 25/10/2010. E, no mesmo dia, só que na MPH Agreste, Massaranduba apresentou um evento intenso de 46,5 mm de chuva.

Já nas MPH do Sertão, Alto Sertão e Cariri/Curimataú, observou-se que o mês de setembro apresenta a menor ocorrência de eventos intensos, tanto que não houve nenhum registro no Alto Sertão. No Sertão, ocorreu um evento extremo de 91,2 mm no dia 18/09/1996 no município de Água Branca, sendo este um evento excepcional e isolado, pois, nos dias anteriores e posteriores, não houve registro de chuva. Na MPH do Cariri/Curimataú, destaca-se o município de Damião que apresentou 3 eventos intensos nos dias 18/09/2000, 04/09/2013 e 09/09/2014 que foram, respectivamente, de 32,3 mm, 29,0 mm e 30,0 mm. Na mesma MPH, Monteiro também se destacou por apresentar no dia 08/09/2000 um evento intenso de 58,0 mm.

Considerando o P95 mensal, destaca-se que o mês de junho apresenta a maior quantidade de eventos intensos no Litoral, Brejo e Agreste. Em vista disso, no Agreste, teve mais eventos em Caldas Brandão, com 35 notificações, e em Campina Grande, com 31 casos apenas no mês de junho. No Brejo, os municípios com mais eventos intensos foram Areia e Sapé ambos com 41 notificações em junho. Já no Litoral, João Pessoa se destaca com 61 eventos intensos e, logo em seguida, Alhandra com 49 casos em junho também.

Nas regiões do Sertão, Alto Sertão e Cariri/Curimataú, março é o mês que mais tem eventos intensos para o P95. Considerando isso, no Alto Sertão, tem-se destaque para os municípios de Sousa, com 30 eventos, e Conceição, que teve 28 ocorrências, exclusivamente no mês de março. No Cariri/Curimataú, as maiores quantidades de eventos intensos foram identificadas nos municípios de São João do Cariri e Taperoá, ambos apresentaram 19 eventos intensos só no mês de março. Por fim, no Sertão, os municípios que tiveram mais eventos intensos foram Água Branca e Lagoa com 23 casos cada, apenas no mês de março.

Desta forma, é importante lembrar que estes valores se tratam de precipitações diárias e que, mesmo que ocorram com menor frequência, precisam ser estudadas para que tais cidades possam se preparar melhor diante desses eventos intensos. Além disso, é preciso analisar o nível de vulnerabilidade socioambiental de cada localidade, pois, dependendo da sua condição, algumas irão sofrer mais com os efeitos dessas chuvas do que outras, mesmo que o volume não seja tão elevado. Logo, tem-se a relevância de estudos dessa natureza, especialmente estudos em nível local.

Analisando o diagrama espaço-temporal anual do P95 (Figura 3), os anos que tiveram mais eventos intensos de chuva no Litoral, Brejo e Agreste foram 2000, 2004 e 2011. No caso do Litoral, acrescentam-se ainda os anos de 2003, 2009 e 2013 por terem uma quantidade considerável de ocorrência de eventos intensos de chuva também. No Alto Sertão e Cariri/Curimataú, chamam a atenção os anos de 2004, 2008 e 2011 por terem os maiores quantitativos de eventos intensos de chuva. No Sertão, além dos anos de 2004 e 2008, destaca-se ainda o ano de 2009 também pelo elevado número de eventos intensos.

Figura 3 - Diagrama espaço-temporal anual da quantidade de eventos intensos de chuva, com base no percentil 95, para os municípios da Paraíba (1994 a 2018)

MPH	MUNICÍPIO/ANO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
LITORAL	ALHANDRA (7)	19	9	8	7	4	3	13	2	7	12	13	9	4	7	10	14	4	13	8	9	6	7	7	6	6
	BAÍA DA TRAIÇÃO (12)	0	4	10	0	6	3	16	5	6	10	15	5	2	8	9	11	4	7	4	12	10	6	4	6	6
	BAYEUX (3)	0	0	6	7	4	7	16	3	10	11	6	2	3	9	9	7	6	13	10	10	8	11	9	14	7
	CAAPORÃ (6)	0	0	0	4	2	3	17	4	5	9	12	6	3	8	7	14	4	11	8	12	9	8	0	0	0
	CABEDELO (2)	0	0	0	0	0	4	16	4	7	12	9	7	1	7	8	15	6	9	6	9	8	3	5	0	0
	CONDE (4)	0	5	9	4	0	4	16	5	7	12	13	3	1	10	11	11	3	15	8	12	5	4	5	10	5
	CRUZ DO ESPÍRITO SANTO (17)	0	3	7	10	4	3	17	2	7	11	8	5	2	10	10	9	1	11	11	12	6	4	6	7	7
	JOÃO PESSOA (1)	21	10	10	10	7	3	12	3	10	14	11	11	2	8	14	18	1	14	9	11	6	10	5	13	6
	MAMANGUAPE (14)	14	5	5	4	2	2	13	2	4	10	10	7	2	10	8	17	5	12	5	8	5	4	7	8	0
	MATARACA (13)	0	0	2	6	7	2	9	5	3	8	15	6	2	5	4	6	3	13	4	10	5	7	5	6	7
	PEDRAS DE FOGO (18)	18	4	8	7	2	3	13	4	7	10	11	8	4	7	9	10	2	16	7	8	6	3	5	5	9
	PITIMBU (5)	0	0	6	6	0	1	12	4	8	9	11	5	1	8	6	8	6	13	7	12	8	8	10	7	6
	RIO TINTO (10)	0	0	4	5	3	2	11	0	6	9	10	4	3	10	10	14	4	11	5	6	8	8	7	8	6
	SANTA RITA (8)	0	0	4	0	0	3	18	2	9	8	6	1	0	10	7	15	4	12	11	12	9	3	8	10	6
BREJO	ALAGOA GRANDE (49)	6	4	8	3	2	1	11	2	3	4	12	3	1	2	5	6	6	7	3	5	4	1	4	2	6
	ALAGOA NOVA (77)	9	2	9	3	2	3	15	6	6	4	15	2	2	1	9	0	6	9	4	3	3	4	4	2	0
	ALAGOINHA (50)	7	5	6	4	1	2	9	3	3	9	12	2	4	3	5	11	5	9	6	2	5	2	7	2	3
	ARAÇAGI (35)	10	3	3	6	2	3	11	2	1	6	11	3	2	4	8	8	1	11	4	6	3	7	6	5	8
	AREIA (76)	16	12	9	8	5	6	20	4	7	9	17	8	7	13	12	11	4	15	5	11	7	5	9	7	5
	BANANEIRAS (65)	6	4	3	6	1	5	13	3	4	6	15	8	4	9	7	9	3	7	7	5	8	4	6	1	7
	BELÉM (60)	7	2	3	3	1	4	7	1	7	6	11	5	1	4	5	5	1	9	0	1	4	6	4	2	4
	BORBOREMA (55)	0	0	0	9	2	6	13	5	7	4	8	5	5	5	9	11	3	8	5	6	6	5	7	4	7
	CAIÇARA (33)	7	4	2	5	2	3	6	3	5	5	10	1	0	6	8	7	5	8	2	3	2	3	4	4	5
	DUAS ESTRADAS (58)	0	0	1	2	2	3	0	0	6	5	4	2	4	5	4	7	2	5	2	2	3	4	4	4	3
	GUARABIRA (36)	6	9	2	4	3	6	9	7	3	6	12	4	1	2	8	10	1	10	4	3	4	6	5	3	4
	ITAPOROROCA (29)	0	2	2	4	2	4	8	1	0	3	5	2	1	9	7	3	2	5	1	7	2	5	4	2	4
	JACARAÚ (32)	9	5	6	2	4	4	9	4	5	7	13	3	3	9	12	11	5	11	5	7	6	4	7	7	7
	LAGOA DE DENTRO (34)	0	2	3	2	2	4	5	1	4	1	4	2	1	7	4	4	2	5	2	3	2	3	3	2	4
	MARI (27)	0	0	4	5	1	4	10	1	4	13	8	4	2	8	8	8	2	12	10	9	7	2	7	5	5
	MATINHAS (80)	0	0	0	0	0	0	8	5	1	3	12	3	1	3	7	7	5	17	4	3	3	3	3	6	4
	MULUNGU (37)	11	10	7	4	2	4	10	3	3	7	11	3	0	4	4	10	5	14	7	5	6	3	8	6	5
	PILÕES (53)	0	1	5	4	3	5	13	3	7	7	16	5	6	7	11	10	5	13	4	2	5	5	9	3	5
	PILÕEZINHOS (52)	0	0	0	4	0	5	12	7	3	1	8	7	0	0	0	0	0	9	6	6	5	9	8	5	6
	PIRPIRITUBA (56)	0	0	4	3	0	4	10	2	4	1	9	6	1	7	7	11	2	12	2	3	7	5	7	2	7
	SAPÉ (16)	10	3	7	5	3	2	9	3	4	9	9	5	2	7	8	5	1	15	9	10	4	6	7	5	1
	SERRA DA RAIZ (59)	0	3	3	4	2	4	10	2	8	9	14	4	0	8	7	8	2	10	5	4	6	5	1	6	8
	SERRARIA (54)	13	5	3	5	2	4	7	1	4	7	12	6	3	6	7	8	2	7	5	3	4	6	6	5	7
AGRESTE	ARARA (67)	0	0	5	3	1	2	6	3	2	4	11	2	2	4	7	8	1	5	3	3	3	2	4	2	5
	ARARUNA (70)	8	5	7	5	0	2	7	1	2	4	10	2	1	7	8	8	2	8	0	5	3	5	5	3	3
	AREIAL (83)	4	3	4	1	1	3	9	3	2	3	9	3	1	1	7	8	5	10	3	3	4	2	3	3	5
	AROEIRAS (43)	2	2	3	3	0	1	4	5	1	0	9	5	2	2	2	5	4	9	1	2	5	0	2	3	1
	CACIMBA DE DENTRO (69)	8	2	1	5	1	1	4	1	1	2	13	3	2	6	5	5	1	7	1	2	2	3	3	1	6
	CALDAS BRANDÃO (26)	7	3	6	7	2	4	8	2	4	8	4	3	3	4	7	7	2	11	7	6	1	1	2	6	0
	CAMPINA GRANDE (86)	9	4	6	6	2	4	16	6	7	2	9	9	6	4	8	14	5	18	8	9	7	2	5	2	6
	DONA INÊS (64)	4	3	6	6	0	3	5	6	4	5	12	3	1	6	8	6	3	9	2	3	4	4	6	3	5
	ESPERANÇA (78)	-	0	6	4	2	4	11	6	3	6	14	5	1	1	8	6	2	13	4	4	4	4	5	4	4
	FAGUNDES (87)	10	6	4	4	1	2	8	5	3	5	8	4	3	5	3	5	6	10	3	6	6	1	2	1	4
	GURINHÉM (38)	-	2	2	4	0	2	6	1	4	2	9	3	1	0	7	7	2	6	5	3	2	0	6	4	3
	INGÁ (45)	4	3	5	3	1	5	4	2	2	3	9	5	2	1	5	4	4	11	4	2	1	2	5	-	1
	ITABAIANA (20)	4	1	3	3	1	1	2	3	2	6	8	2	0	4	6	7	3	8	5	5	0	2	6	3	6

MPH	MUNICÍPIO/ANO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
AGRESTE	ITATUBA (44)	7	4	3	3	0	1	8	4	4	3	6	5	3	5	2	3	4	8	2	-	2	0	2	4	4
	JUAREZ TÁVORA (48)	8	1	2	2	0	2	6	1	2	5	3	3	3	5	4	4	6	8	4	5	6	1	5	4	2
	JURIPIRANGA (19)	-	-	5	1	2	0	4	3	5	10	5	5	3	3	3	6	2	13	4	8	3	3	4	2	2
	LAGOA SECA (82)	-	2	6	5	1	4	7	8	6	5	13	4	2	1	5	11	7	16	6	8	6	4	4	3	8
	MASSARANDUBA (81)	7	4	5	1	1	5	8	4	1	3	14	3	4	1	3	4	3	10	3	5	1	1	0	1	2
	MOGEIRO (39)	4	2	6	3	1	2	6	2	5	4	9	4	1	5	5	4	3	13	4	3	3	0	5	2	4
	MONTADAS (84)	-	0	0	-	2	0	5	2	2	3	14	4	2	2	5	7	3	10	4	3	3	1	4	2	7
	NATUBA (41)	-	0	10	3	2	1	7	5	4	3	11	5	5	6	4	6	7	15	2	7	5	2	5	4	4
	PILAR (22)	10	3	6	5	1	1	4	2	3	3	5	1	3	2	3	3	1	9	4	4	2	-	-	-	-
	PUXINANÃ (85)	4	4	1	3	0	1	10	5	3	1	8	7	2	2	4	8	4	11	5	3	4	0	2	2	6
	QUEIMADAS (88)	1	5	4	2	1	1	9	1	2	3	7	5	4	3	7	4	4	9	0	0	0	0	1	-	-
	REMÍGIO (75)	-	0	5	4	1	2	9	6	2	2	8	4	5	7	8	6	2	12	5	5	3	4	4	2	3
	SALGADO DE SÃO FÉLIX (40)	-	-	2	2	1	1	4	3	2	2	7	1	3	5	3	6	2	9	3	4	4	1	4	2	5
	SÃO MIGUEL DE TAIPU (23)	7	2	1	6	1	0	5	1	2	4	3	1	2	2	2	2	1	5	4	3	1	1	4	3	0
	SÃO SEBASTIÃO DE LAGOA DE ROÇA (79)	-	-	7	5	2	6	8	4	6	3	9	4	3	5	5	9	3	8	5	3	9	1	5	4	4
	SERRA REDONDA (47)	-	-	8	2	0	2	6	1	4	2	13	2	2	0	0	2	4	10	2	4	5	0	-	4	4
	SOLÂNEA (66)	11	6	3	8	1	4	11	3	4	5	14	8	3	7	10	8	4	9	4	7	4	4	6	3	9
	TACIMA (62)	-	1	5	3	2	3	5	0	2	5	6	2	1	6	8	7	4	7	2	5	4	2	5	1	8
	UMBUZEIRO (42)	8	0	6	4	2	1	5	3	3	1	8	8	3	4	2	4	7	12	2	5	2	3	6	3	7
SERTÃO	ÁGUA BRANCA (157)	7	5	3	3	1	5	3	2	3	3	5	6	4	3	6	5	3	5	1	0	0	3	2	5	5
	BELÉM DO BREJO DO CRUZ (166)	2	4	3	0	2	1	2	2	4	3	1	2	4	3	6	3	0	3	2	5	0	1	0	2	4
	BOM SUCESSO (172)	3	4	8	1	1	1	3	0	4	4	5	1	1	2	3	2	4	4	1	4	3	1	1	3	4
	BREJO DO CRUZ (164)	3	3	5	2	1	3	2	0	5	0	3	5	4	1	8	5	3	7	1	4	2	2	1	3	2
	BREJO DOS SANTOS (171)	3	4	6	1	1	2	2	0	6	4	3	1	3	2	5	2	0	5	0	7	2	1	1	1	2
	CACIMBA DE AREIA (146)	1	1	2	1	1	3	1	1	1	2	2	2	3	2	5	2	1	1	0	1	3	1	6	2	1
	CATOLÉ DO ROCHA (167)	3	4	4	5	0	3	4	3	6	2	1	2	3	2	6	3	3	4	2	7	4	1	1	2	3
	CONDADO (161)	3	4	2	0	2	2	3	3	2	0	2	5	2	2	5	4	3	2	0	0	1	1	2	4	5
	DESTERRO (144)	3	2	0	0	1	2	0	1	4	0	3	1	2	0	2	2	2	3	0	3	1	2	2	0	0
	VISTA SERRANA (150)	0	2	1	2	0	3	1	1	2	0	5	1	3	1	4	4	2	4	0	1	3	1	2	1	1
	IMACULADA (156)	3	4	4	3	0	0	2	2	3	2	4	3	0	2	4	2	1	1	0	3	4	3	2	3	1
	JERICÓ (170)	5	3	2	2	1	4	3	1	6	4	2	1	3	1	5	5	1	3	0	2	5	2	1	1	2
	LAGOA (173)	1	1	3	1	0	4	1	2	6	4	5	3	3	4	3	6	3	1	3	3	2	2	3	3	2
	LASTRO (208)	0	0	2	3	0	3	4	1	1	4	3	1	2	1	2	2	2	1	3	2	0	1	0	0	0
	MÃE D'ÁGUA (154)	3	4	1	3	0	3	1	0	3	4	6	2	0	1	6	2	1	2	0	1	4	1	1	1	1
	MALTA (151)	1	6	2	2	1	4	4	2	3	0	3	1	2	2	7	5	1	3	2	1	2	2	2	3	2
	PASSAGEM (142)	2	3	1	2	0	4	0	0	1	1	7	2	2	1	2	4	1	1	0	0	1	1	0	0	0
	PATOS (148)	5	2	6	3	1	4	1	2	1	2	0	5	5	4	8	4	2	2	0	1	6	3	3	3	0
	PAULISTA (162)	3	2	2	1	0	2	0	2	2	1	5	2	6	2	6	4	4	5	0	2	1	1	1	3	0
	POMBAL (174)	1	3	3	1	2	2	1	1	3	3	7	1	6	5	7	4	6	3	0	1	2	2	2	2	0
	QUIXABÁ (147)	0	0	0	1	1	2	0	2	0	1	3	2	1	2	6	5	0	1	0	0	0	1	1	0	0
	RIACHO DOS CAVALOS (168)	2	2	7	2	1	3	1	2	2	0	1	1	5	2	6	4	0	1	2	6	1	0	1	2	0
	SANTA CRUZ (207)	0	1	5	0	1	4	4	0	2	3	5	0	4	3	4	2	3	2	2	2	0	2	0	5	5
	SANTA LUZIA (137)	4	3	2	5	0	0	3	0	3	0	5	4	3	2	4	4	1	1	1	0	0	3	0	2	3
	SANTA TERESINHA (152)	2	3	4	0	0	5	1	0	2	1	3	5	3	1	4	5	2	1	0	2	5	0	1	1	2
	SÃO BENTO (163)	1	0	3	0	1	2	1	1	2	0	2	1	2	3	6	3	6	2	1	2	2	1	2	3	0
	SÃO BENTINHO (175)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	4	3	5	2	5	7	6	3	0	0	4	2	1	2	5
	SÃO FRANCISCO (206)	3	4	3	1	4	2	4	2	0	1	3	0	5	3	3	3	6	0	3	3	2	2	2	3	1
	SÃO JOSÉ DE ESPINHARAS (149)	1	2	2	1	0	1	0	1	1	0	2	2	1	2	5	2	1	2	0	1	6	1	1	0	0
	SÃO JOSÉ DO BONFIM (153)	0	0	3	1	1	3	2	1	1	0	3	1	1	2	6	4	1	3	1	1	0	0	2	0	0
	SÃO JOSÉ DO BREJO DO CRUZ (165)	0	0	0	0	0	3	4	1	4	2	4	1	1	0	2	2	3	7	1	3	1	0	2	2	6
	SÃO JOSÉ DO SABUGI (138)	4	2	2	0	0	2	3	1	1	3	5	1	4	2	2	2	1	4	1	0	1	1	3	0	5
	SÃO MAMEDE (140)	1	2	5	1	0	2	0	4	3	2	1	2	1	0	5	2	3	1	2	0	4	1	2	0	2
	TEIXEIRA (145)	2	2	2	1	1	3	3	1	3	3	4	3	5	2	6	5	2	4	0	1	6	1	3	2	2
	TRIUNFO (218)	0	0	3	2	1	2	3	1	1	1	5	3	2	2	4	3	5	6	1	2	3	0	1	1	3
	UIRAÚNA (220)	3	4	2	3	1	0	4	0	2	2	4	4	1	4	3	5	2	2	2	2	2	1	0	2	1
	VÁRZEA (139)	3	2	0	2	0	0	0	1	4	1	3	3	1	3	5	2	1	5	0	0	2	0	2	2	3
ALTO SERTÃO	AGUIAR (200)	3	3	2	6	1	1	0	2	2	1	3	2	5	3	5	4	3	4	0	1	2	2	2	3	1
	SÃO JOÃO DO RIO DO PEIXE (213)	2	2	1	4	2	5	7	3	0	2	1	1	7	2	5	3	3	4	2	2	1	0	3	2	2
	APARECIDA (205)	0	4	1	0	1	4	0	3	1	1	0	2	2	2	4	5	5	5	0	4	1	2	4	1	1
	BOA VENTURA (192)	3	4	1	2	1	2	4	1	4	3	3	3	5	1	7	3	2	1	0	4	1	1	1	1	4
	BOM JESUS (216)	0	0	5	4	1	1	3	0	2	3	4	2	4	0	4	1	0	6	4	1	2	1	4	0	0
	BONITO DE SANTA FÉ (196)	4	4	2	2	3	1	3	2	2	0	2	4	2	1	5	1	6	6	2	4	2	2	1	1	3
	IGARACY (201)	1	1	4	4	4	1	2	2	4	1	4	0	3	4	4	4	2	3	1	3	2	3	3	1	0

MPH	MUNICÍPIO/ANO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
ALTO SERTÃO	CACHOEIRA DOS ÍNDIOS (215)	0	0	4	2	2	1	3	4	2	3	4	1	3	1	9	5	3	4	1	1	3	1	7	1	4
	CAJAZEIRAS (214)	0	2	4	7	1	1	3	1	3	4	4	5	3	5	8	4	0	4	5	2	7	1	3	2	4
	CARRAPATEIRA (199)	0	0	6	2	2	3	3	2	3	3	2	2	2	1	3	2	3	2	1	2	1	2	2	1	3
	CATINGUEIRA (160)	5	3	1	4	0	2	2	3	4	1	5	2	3	2	5	3	3	1	0	0	4	0	1	1	2
	CONCEIÇÃO (189)	5	7	2	4	1	3	3	0	3	1	6	4	3	1	3	5	3	3	1	5	1	2	2	1	2
	COREMAS (202)	4	3	5	5	1	2	2	3	2	2	2	1	7	2	4	5	1	3	0	3	4	1	1	1	1
	CURRAL VELHO (186)	0	0	3	1	1	1	1	2	1	2	3	4	3	0	4	4	1	2	0	7	3	0	0	2	1
	DIAMANTE (191)	0	0	1	3	2	2	3	1	5	2	3	2	1	2	9	2	1	1	0	3	0	2	1	1	2
	EMAS (177)	5	5	1	0	1	5	0	0	2	1	3	3	6	2	4	4	1	3	1	3	4	1	4	0	0
	IBIARA (190)	3	4	3	3	0	3	6	2	4	2	6	2	2	2	4	3	2	4	0	6	2	2	1	2	5
	ITAPORANGA (193)	4	5	3	6	1	3	4	3	2	4	3	0	2	2	3	4	1	5	2	3	1	1	0	1	2
	JURU (158)	3	2	2	1	0	3	1	5	5	4	4	4	6	2	2	3	3	6	1	3	0	2	3	0	1
	MANAÍRA (185)	6	3	1	3	0	8	3	2	2	2	2	2	2	3	3	4	1	4	2	1	2	3	3	1	1
	MONTE HOREBE (197)	0	1	5	4	1	2	2	4	5	2	2	2	5	1	5	3	2	7	0	6	2	2	1	1	4
	NAZAREZINHO (211)	1	2	3	2	4	2	2	3	5	4	3	2	2	3	6	1	2	4	3	3	2	2	6	1	5
	NOVA OLINDA (182)	4	3	2	2	0	2	2	3	1	3	5	3	5	4	6	5	1	2	1	3	1	0	0	1	1
	OLHO D'ÁGUA (159)	2	6	3	1	2	2	1	1	3	2	4	1	2	4	5	2	3	3	0	0	3	1	2	0	0
	PEDRA BRANCA (183)	0	0	3	3	1	2	2	2	4	3	5	3	5	1	2	3	3	5	0	5	3	1	2	5	3
	PIANCÓ (178)	3	6	6	5	1	1	7	1	5	2	5	1	2	2	4	2	2	0	0	1	3	0	1	2	2
	PRINCESA ISABEL (181)	8	1	4	6	1	2	3	4	4	1	7	4	5	4	4	4	3	3	1	2	4	1	3	2	4
	SANTA HELENA (217)	0	0	2	2	1	1	4	3	3	3	4	2	8	1	6	2	3	6	4	3	3	0	2	2	4
	SANTANA DE MANGUEIRA (187)	0	2	4	2	0	2	3	1	3	1	4	0	3	3	2	5	4	2	0	5	1	1	2	2	0
	SANTANA DOS GARROTES (179)	2	5	3	4	1	1	1	2	1	1	2	1	2	0	5	4	2	5	2	2	2	2	1	4	3
	SÃO JOSÉ DA LAGOA TAPADA (203)	2	5	6	3	0	2	1	2	3	2	3	2	3	4	4	1	0	3	1	2	2	2	2	1	3
	SÃO JOSÉ DE CAIANA (194)	0	0	5	2	3	1	5	1	3	5	5	3	5	0	7	2	3	3	2	3	0	3	0	2	0
	SÃO JOSÉ DE PIRANHAS (198)	5	6	6	3	1	4	3	2	4	1	4	4	6	1	10	5	3	5	3	2	5	1	0	2	7
	SERRA GRANDE (195)	1	5	1	2	1	2	3	3	4	0	2	3	2	2	2	3	0	2	1	2	2	1	0	1	1
	SOUSA (210)	6	4	1	4	1	2	3	5	6	2	3	5	2	2	14	7	0	7	3	4	5	4	3	3	3
	TAVARES (180)	0	0	1	3	0	1	1	2	7	6	8	2	3	2	6	8	2	3	2	3	3	0	2	0	5
CARIRI/CURIMATAÚ	ALGODÃO DE JANDAÍRA (74)	0	2	1	2	0	3	1	1	0	1	6	2	1	1	2	3	0	-	0	0	0	1	3	1	3
	BARRA DE SANTA ROSA (73)	3	4	2	3	0	0	5	0	1	1	8	2	2	2	7	6	4	5	0	1	0	0	0	2	1
	CASSERENGUE (68)	5	2	3	6	1	1	5	3	4	4	11	1	6	3	8	4	5	11	3	0	2	0	3	2	3
	CUBATI (103)	-	-	1	1	0	1	4	0	4	1	4	3	2	1	4	3	3	7	0	0	0	1	0	0	0
	CUITÉ (71)	5	2	2	4	0	1	5	3	1	2	7	1	3	3	6	3	5	7	0	3	2	1	1	1	2
	DAMIÃO (72)	-	-	-	-	-	-	9	0	3	4	12	5	3	5	11	6	2	10	2	6	2	3	2	3	3
	FREI MARTINHO (108)	0	0	1	3	0	1	3	0	3	1	6	4	3	2	2	7	0	2	0	0	1	0	2	0	2
	JUAZEIRINHO (112)	2	1	0	1	0	1	5	3	4	1	2	3	2	0	3	5	4	4	0	0	3	0	3	0	4
	NOVA FLORESTA (106)	-	-	4	2	0	3	2	2	3	3	6	2	5	1	3	3	2	6	1	2	3	3	1	1	3
	NOVA PALMEIRA (109)	-	-	0	3	0	2	5	0	2	1	2	0	4	0	2	4	3	3	0	0	3	0	0	0	4
	OLIVEDOS (102)	1	2	3	5	0	0	6	2	4	0	5	6	3	2	9	5	4	7	2	0	2	1	0	0	4
	PEDRA LAVRADA (110)	2	2	0	1	0	2	2	1	1	1	0	0	1	2	2	0	4	3	0	0	1	0	2	0	3
	PICUÍ (107)	2	1	3	2	0	1	2	1	3	3	3	4	3	2	2	5	5	5	1	0	2	1	0	1	1
	POCINHOS (100)	4	3	3	5	1	2	4	3	2	1	7	7	2	1	5	6	3	11	2	2	4	1	3	2	4
	SÃO VICENTE DO SERIDÓ (111)	1	3	3	1	0	2	4	0	1	1	3	1	-	-	3	0	3	7	0	0	2	1	1	0	0
	SOLEDADE (101)	1	4	2	0	0	0	1	0	1	1	1	1	2	1	5	1	4	4	1	0	4	0	0	0	1
	SOSSÊGO (104)	1	1	3	0	0	0	5	3	3	0	4	0	-	-	-	1	3	6	0	1	1	0	0	0	0
	TENÓRIO (113)	-	-	-	-	0	0	2	1	1	2	3	2	2	2	2	1	2	2	0	0	3	1	1	1	2
	ALCANTIL (91)	-	-	-	-	-	-	4	3	2	2	8	4	3	3	4	3	5	6	2	1	2	0	0	0	2
	AMPARO (129)	-	-	-	-	1	2	1	2	3	2	4	0	1	2	5	6	1	5	0	0	3	3	2	2	1
	BARRA DE SANTANA	-	0	1	3	0	1	5	3	2	3	9	4	3	5	3	4	5	8	1	0	2	2	1	0	2
	BARRA DE SÃO MIGUEL (96)	0	3	1	1	0	1	3	0	2	0	3	2	1	0	4	3	1	2	1	2	1	0	0	1	1
	BOA VISTA (99)	2	1	1	5	0	2	5	0	1	1	4	1	1	1	4	3	3	3	2	0	3	0	0	0	1
	BOQUEIRÃO (194)	7	3	2	7	0	1	2	5	5	4	7	4	3	2	3	5	3	8	3	2	4	0	2	1	4
	CABACEIRAS (98)	2	2	1	2	0	1	2	2	4	2	5	2	2	2	7	4	2	5	0	0	3	0	0	0	3
	CAMALAÚ (122)	1	3	2	2	1	0	2	2	2	0	4	1	1	0	1	6	2	3	0	2	2	1	1	1	0
	CARAÚBAS (119)	0	1	2	1	0	4	2	1	3	0	1	2	2	0	4	5	3	4	0	0	1	0	1	0	0
	CONGO (121)	0	4	1	1	0	3	3	0	1	1	2	2	4	1	3	4	4	2	0	1	0	2	0	1	2
	COXIXOLA (120)	1	2	0	0	0	2	0	1	1	2	3	2	3	0	4	2	2	4	1	0	2	3	0	0	4
	GURJÃO (117)	2	2	0	1	0	0	3	0	2	2	2	3	5	1	2	3	4	8	1	1	0	1	0	0	1
	JUNCO DO SERIDÓ (114)	2	1	1	1	0	1	3	0	2	1	5	4	3	2	2	7	2	2	0	0	2	1	4	0	4
	LIVRAMENTO (134)	3	1	1	2	1	5	1	0	1	1	3	1	0	2	4	0	4	3	0	1	1	0	0	2	1
	MONTEIRO (126)	0	3	2	3	0	2	3	1	3	0	4	3	3	1	2	4	4	3	1	1	1	3	1	2	1
	OURO VELHO (128)	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	4	4	3	1	8	6	3	4	0	1	1	0	2	1	0

MPH	MUNICÍPIO/ANO	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
CARIRI/CURIMATAÚ	PARARI (133)	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	1	3	4	1	3	3	3	5	1	0	2	0	0	0	4
	PRATA (127)	2	3	2	1	1	1	0	1	0	3	4	2	3	3	2	4	2	3	0	1	2	1	1	2	0
	RIACHO DE SANTO ANTÔNIO (95)	0	3	1	1	0	2	1	0	0	1	5	2	2	1	1	4	2	2	0	2	2	0	0	0	0
	SALGADINHO (136)	4	3	0	2	1	0	0	0	0	1	3	3	0	2	4	2	2	5	1	0	0	2	0	1	2
	SÃO DOMINGOS DO CARIRI (97)	0	0	0	0	0	1	3	2	1	0	6	2	2	1	5	3	6	3	0	1	2	1	0	0	2
	SÃO JOÃO DO CARIRI (118)	0	4	3	3	0	0	5	2	6	2	5	5	2	1	4	4	7	13	2	1	2	1	3	0	0
	SÃO JOÃO DO TIGRE (123)	4	4	2	1	0	0	1	1	4	0	5	2	3	0	2	6	2	3	0	2	1	0	0	0	0
	SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS (132)	1	5	3	2	0	2	3	0	3	1	4	2	4	1	3	7	1	5	1	1	1	3	1	0	4
	SÃO SEBASTIÃO DO UMBUZEIRO (124)	1	4	2	4	0	0	2	2	2	0	2	4	1	1	4	5	8	1	0	3	1	2	3	2	2
	SERRA BRANCA (131)	2	6	1	2	0	0	1	1	2	0	4	3	9	1	4	4	3	5	0	0	1	0	1	0	2
	SUMÉ (130)	2	2	3	1	1	4	3	3	4	2	2	5	0	0	3	5	3	5	0	0	4	0	1	0	0
	TAPEROÁ (135)	2	3	1	1	0	3	1	0	4	0	2	4	5	2	5	7	2	12	1	2	4	2	1	0	7

*Os números ao lado do nome dos municípios são códigos de identificação para facilitar a sua localização no mapa.

Fonte: Elaborado por Natália Duarte (2022)

De acordo com Sena (2021), que analisou a variabilidade pluviométrica para 62 municípios do semiárido brasileiro, não há um padrão de chuva comum a todos os municípios a cada ano, mas é possível afirmar que alguns anos tendem a serem mais chuvosos (2000, 2004, 2009 e 2011) e outros tendem a serem mais secos (1998, 2001, 2003, 2012, 2014, 2015, 2016 e 2017). Deste modo, cada localidade terá um padrão de chuva específico que dependerá das condições meteorológicas e dos sistemas atmosféricos atuantes no local em cada ano. Por isso, seria interessante estudar a relação desses eventos intensos de chuva com os fenômenos atmosféricos e os de interação oceano/atmosférica, como o El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e o Dipolo do Atlântico.

Ainda de acordo com o diagrama espaço-temporal anual do P95 (Figura 3), são listados os municípios com o maior quantitativo de eventos intensos de chuva por microrregião. No Agreste, Campina Grande se destacou com 174 notificações de eventos intensos. No Brejo, foram 232 casos de eventos intensos em Areia. E, no Litoral, João Pessoa, teve 239 eventos intensos. No Sertão, Água Branca teve 88 eventos identificados de chuva extrema. No Cariri/Curimataú, foram identificadas 96 ocorrências de eventos intensos no município de Casserengue. Por fim, no Alto Sertão, Sousa teve 99 eventos intensos de chuva, sendo este o maior valor observado na região.

É importante mencionar ainda que, visualmente, não há indícios de que está havendo o aumento dos eventos intensos de chuva pela interpretação do diagrama espaço-temporal anual. O que se observa é que há uma média de ocorrência de eventos intensos, ocorrendo em praticamente todos os anos. Porém, a quantidade desses eventos oscila ano a ano. Logo,

para analisar melhor essa tendência, é preciso estudar detalhadamente esses dados, observando-os ano a ano.

Conforme Camargo *et al.* (2011), é sabido que têm sido observadas alterações no clima nos últimos anos que podem estar associadas à modificação no uso e ocupação do solo, às queimadas, ao desmatamento e outras interferências. Portanto, é preciso investigar, com seriedade e profundidade, a relação existente entre os eventos intensos e as modificações na cobertura vegetal da terra no estado, além de compreender como os fenômenos atmosféricos interferem nos padrões de comportamento desses eventos.

Considerações Finais

A partir dos resultados apontados, é perceptível que há uma variabilidade espacial nos eventos intensos de chuvas ao longo do estado da Paraíba, sendo possível afirmar que há um padrão de comportamento comum nas microrregiões do Agreste, Brejo e Litoral, onde se observam uma maior ocorrência de eventos intensos de chuva, enquanto que, nas MPH do Sertão, Alto Sertão e Cariri/Curimataú, esses eventos ocorrem com menos frequência. Além disso, pode-se concluir que:

- Na Paraíba, a MPH do Litoral apresenta a maior quantidade de eventos intensos com base no P95, enquanto que o Cariri/Curimataú possui a menor quantidade;
- Ocorrem mais eventos intensos de chuva na estação chuvosa de cada microrregião, no caso do Agreste, Brejo e Litoral, isso acontece nos meses de abril a julho, e nas regiões do Alto Sertão, Sertão e Cariri/Curimataú, os eventos são mais comuns nos meses de fevereiro a maio;
- Os anos 2000, 2004 e 2011 apresentaram mais eventos intensos de chuva nas microrregiões do Litoral, Brejo e Agreste. No Alto Sertão e Cariri/Curimataú, destacam-se os anos 2004, 2008 e 2011, e no Sertão, além dos anos de 2004 e 2008, destaca-se ainda o ano de 2009 também pelo elevado número de eventos intensos;
- Pela análise do diagrama espaço-temporal anual, não é possível afirmar que há indícios de aumento dos eventos intensos de chuva.

Portanto, sugere-se que se dê continuidade aos estudos nessa temática, incluindo uma análise da relação da ocorrência dos eventos intensos de chuva com os fenômenos atmosféricos atuantes na região. Também seria interessante um estudo que associe os eventos intensos de chuva e as alterações no uso e ocupação do solo no estado da Paraíba para entender se há alguma relação direta entre a ocorrência desses eventos e o

desmatamento, por exemplo. Por fim, é imprescindível que estes estudos sejam incorporados nas medidas de planejamento e gestão dos recursos hídricos locais para que sejam tomadas decisões mais coerentes com a realidade do estado e a população não sofra, recorrentemente, com as consequências dos eventos intensos.

Agradecimentos

À Universidade Federal da Paraíba (UFPB), à Pró-Reitoria de Pesquisa (PROPESQ) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de iniciação científica concedida à autora principal. Ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA) e ao Projeto Universal “Riscos, vulnerabilidades e desastres hidroclimáticos no Estado da Paraíba: subsídios ao planejamento e à gestão dos territórios” (Chamada Universal MCTIC/CNPq 2018) pela parceria e apoio à pesquisa, especialmente aos colegas pesquisadores que colaboraram com a organização e manipulação dos dados. Por fim, à Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA) pela disponibilidade dos dados diários de chuva.

Referências

ALVES, J. M. B.; SILVA, E. M. da; SOMBRA, S. S.; BARBOSA, A. C. B.; SANTOS, A. C. S. dos; LIRA, M. A. T. Eventos Intensos Diários de Chuva no Nordeste do Brasil e Características Atmosféricas. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 32, n. 2, p. 227-233, 2017.

ARAI, F. K.; GONÇALVES, G.G.; PEREIRA, S. B.; COMUNELLO, É.; VITORINO, A. C. T.; DANIEL, O. Espacialização da precipitação e erosividade na bacia hidrográfica do Rio Dourados – MS. **Engaria Agrícola**, v. 30, n. 5, p. 922-931, 2010.

BECKER, C. T.; MELO, M. M. M. S.; COSTA, M. N. de M.; RIBEIRO, R. E. P. Caracterização Climática das Regiões Pluviometricamente Homogêneas do Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 01, p. 286-299, 2011.

CAMARGO, C. G.; BRAGA, H.; MALANDRIN, D. A.; MACHADO, L. **Análises de eventos intensos de precipitação na região sul do Brasil: dados históricos.** In: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – SESC, Centro de Turismo de Guarapari, Guarapari - ES. 2011.

COSTA, J. N.; SILVA JÚNIOR, J. B.; ARAÚJO, S. M. S. Riscos e desastres relacionados a eventos intensos (climáticos e meteorológicos) no estado da Paraíba. **REGNE**, v. 4, n° especial, 2018.

COSTA, M. da S.; LIMA, K. C.; ANDRADE, M. de M.; GONÇALVES, W. A. Tendências observadas em intensos de precipitação sobre a região Semiárida do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 5, p. 1321-1334, 2015.

FARIAS, R. F. L.; ALVES, K. M. A. S.; NÓBREGA, R. S. Climatologia de ocorrência de eventos intensos de precipitação na mesorregião do Sertão Pernambucano. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, v. 1, n. 5, p. 930-941, 2012.

FRANCISCO, P. R. M. **Classificação e mapeamento das terras para mecanização do Estado da Paraíba utilizando sistemas de informações geográficas.** Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água), Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, Paraíba, Brasil, 2010.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D. **Climatologia do estado da Paraíba**, ed. 1. Campina Grande: EDUFCG, 2017.

IBGE – Cidades e Estados. **Instituto Brasileiro de Geografia.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/>. Acesso em: 01 de agosto de 2023.

LOUREIRO, R. S. de; SARAIVA, J. M.; SARAIVA, I.; SENNA, R. C.; FREDO, A. S. Estudo dos eventos intensos de precipitação ocorridos em 2009 no estado do Pará. **Revista Brasileira de Meteorologia**, São Paulo, v. 29, n. esp., p. 83-94, 2014.

MARENGO, J. A.; VALVERDE, M. C. Caracterização do clima no Século XX e Cenário de Mudanças de Clima para o Brasil do Século XXI usando modelos do IPCC-AR4. **Revista MultiCiência**, ed. 8, 2007.

MEDEIROS, R. M. de; SOUSA, E. P. de; FILHO, M. F. G. Ocorrência de eventos intensos de precipitação em Campina Grande – Paraíba, Brasil. In: III Congresso Internacional, I Simpósio Ibero-Americano e VIII Encontro Nacional de Riscos, Guimarães, Braga, Portugal. Livro: Multidimensão e territórios de risco, Capítulo 3.2: Riscos Climáticos e Hidrológicos, 2014.

NÓBREGA, J. N. **Eventos intensos de precipitação nas Mesorregiões do estado da Paraíba e suas relações com a TSM dos oceanos Atlântico e Pacifico.** Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais (Unidade Acadêmica de Ciências Atmosféricas – UACA), Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2012.

PEREIRA, J. A.; SILVA J. B. da. Detecção de focos de calor no Estado da Paraíba: um estudo sobre queimadas. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 10, n. 1, p. 5 - 16, 2016.

PEREIRA, M. D. B.; MOURA, M. de O.; LUCENA, D. B. Análise da variabilidade pluviométrica interanual da Zona da Mata Nordestina e a identificação de anos padrão. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 16, v. 26, p. 30-40, 2020.

RODRIGUES, E. L.; SOUSA, F. A. S. de; LOPES, R. F. C. Análise da Variabilidade dos Períodos Secos e Chuvosos da Precipitação Pluvial no Estado da Paraíba Utilizando o Índice Padronizado de Precipitação (IPP). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 05, p. 2544-2581, 2022.

SENA, J. P. de O. **Variabilidade pluviométrica e índice de vulnerabilidade geral: análise para o semiárido brasileiro.** Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2021.

SILVA, E. A. da; BRITO, J. I. B. de; BECKER, C. T.; CAVALCANTI, E. P.; MANDÚ, T. B.; LIMA, I. P. C de. Determinação de limiares para a precipitação mensal das regiões homogêneas da Paraíba usando quantis. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 30, p. 93-111, 2022.

SILVA, L. L. **Precipitações Pluviais da Pré-Estação Chuvosa no Período Chuvoso e suas Influências na Produtividade Agrícola da Paraíba.** Dissertação (Mestrado em Meteorologia), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2007.

SILVA, V. P. R.; CAVALCANTI, E. P.; NASCIMENTO, M. G.; CAMPOS, J. H. B. C. Análises da precipitação pluvial no Estado da Paraíba com base na teoria da entropia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, n.2, p. 269-274, 2003.

Ocorrência de Desastres Hidrometeorológicos em Juazeiro do Norte (CE)

Occurrence of Hydrometeorological Disasters in Juazeiro do Norte (CE)

Vinicius Ferreira Luna
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-2973-314X
viniciusluna13@gmail.com

Cristiana Coutinho Duarte
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-3826-148X
cristiana.durte@ufpe.br

Lillian Souza dos Anjos
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0001-5181-319X
lillian.anjos@ufpe.br

Juliana Maria Oliveira Silva
Universidade Regional do Cariri
https://orcid.org/0000-0003-0463-2809
juliana.oliveira@urca.br

Ranyére Silva Nóbrega
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-9097-1537
ranyere.silva@professor.ufcg.edu.br

Resumo: O trabalho teve por objetivo analisar os desastres hidrometeorológicos ocorridos no município de Juazeiro do Norte, sul do Ceará, no período de 1991 a 2013, realizando análise a partir de decretos de Situação de Emergência - SE e Estado de Calamidade Pública - ECP. A metodologia foi baseada no levantamento bibliográfico e documental e levantamento exploratórios dos decretos de SE e ECP e dados do Sistema Integrado de Informações Sobre Desastres – S2ID. A partir da análise dos resultados pode-se perceber que, da série analisada, Juazeiro do Norte só registrou desastres oficiais no recorte temporal de 2003 a 2013, evidencia-se a predominância de eventos relacionados à seca e chuvas intensas, bem como a complexidade na tomada de decisões diante dessas situações. Além disso, desafios na manutenção da preparação e na interação com órgãos federais requerem atenção contínua para garantir a proteção da população e a redução dos impactos causados por esses eventos.
Palavras-chave: Chuvas intensas. Impactos. Clima urbano.

Abstract: The objective of this work was to analyze the hydrometeorological disasters that occurred in the municipality of Juazeiro do Norte, in the south of Ceará, from 1991 to 2013, analyzing the decrees of Emergency Situation - SE and State of Public Calamity - ECP. The methodology was based on a bibliographical and documentary survey and an exploratory survey of SE and ECP decrees and data from the Integrated Disaster Information System – S2ID. From the analysis of the results, it can be seen that, from the analyzed series, Juazeiro do Norte only registered official disasters in the time frame from 2003 to 2013, it is evident the predominance of events related to drought and intense rains, as well as the complexity in the decision-making in these situations. In addition, challenges in maintaining preparedness and interacting with federal agencies require continuous attention to ensure the protection of the population and the reduction of the impacts caused by these events.
Keywords: Heavy rains. Impacts. Urban climate.

Introdução

Os desastres naturais podem ser provocados por diversos fenômenos, tais como, inundações, escorregamentos, erosão, terremotos, tornados, furacões, tempestades, estiagem, entre outros. No Brasil, os desastres naturais vêm se tornando mais frequentes e

de maior magnitude. Entre as décadas de 1990 e 2000, o registro de desastres naturais cresceu 268% no país. O aumento da população urbana atrelado a falta de planejamento para a ocupação de novos espaços, além da elevada desigualdade social nas cidades brasileiras, amplia as áreas de alta vulnerabilidade aos desastres (CEPED/UFSC, 2012; TOMINAGA, 2015; GRID+10, 2021).

Esse contexto reflete na ineficiência das respostas aos desastres no Brasil, provocando enormes prejuízos socioeconômicos, como em 2017, que chegou a atingir R$39,4 bilhões. Os valores foram mais expressivos na região Nordeste, com 1.219 municípios afetados e R$24,6 bilhões em prejuízos; seguido do Sudeste, com 465 municípios afetados e prejuízos em torno de R$12,5 bilhões. Em espaços urbanos com altos níveis de ocupação desordenada, intensos processos de urbanização, grande compactação e impermeabilização do solo podem vir a serem espaços geográficos com elevadas condições de susceptibilidade a perigos naturais, elevando sua probabilidade a riscos (KOBIYAMA et al., 2006; GRID+10, 2021)

Os desastres podem ser classificados em dois níveis, o nível I, desastres de média intensidade, que representam os danos e prejuízos que são suportados e superados pela gestão municipal e a situação pode ser restabelecida com os recursos mobilizados em nível local ou complementados com o aporte de recursos estaduais e federais, podendo ser decretados como Situação de Emergência – SE (BRASIL, 2012).

E o nível II, desastres de grande intensidade, que são aqueles em que os danos e prejuízos ultrapassam a capacidade de gestão do governo local, mesmo que estejam bem preparados, dependendo da mobilização e da ação coordenada das três esferas de atuação (municipal, estadual e federal) do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil — SINPDEC e, em alguns casos, de ajuda internacional, ensejando a decretação de Estado de Calamidade Pública – ECP (BRASIL, 2012).

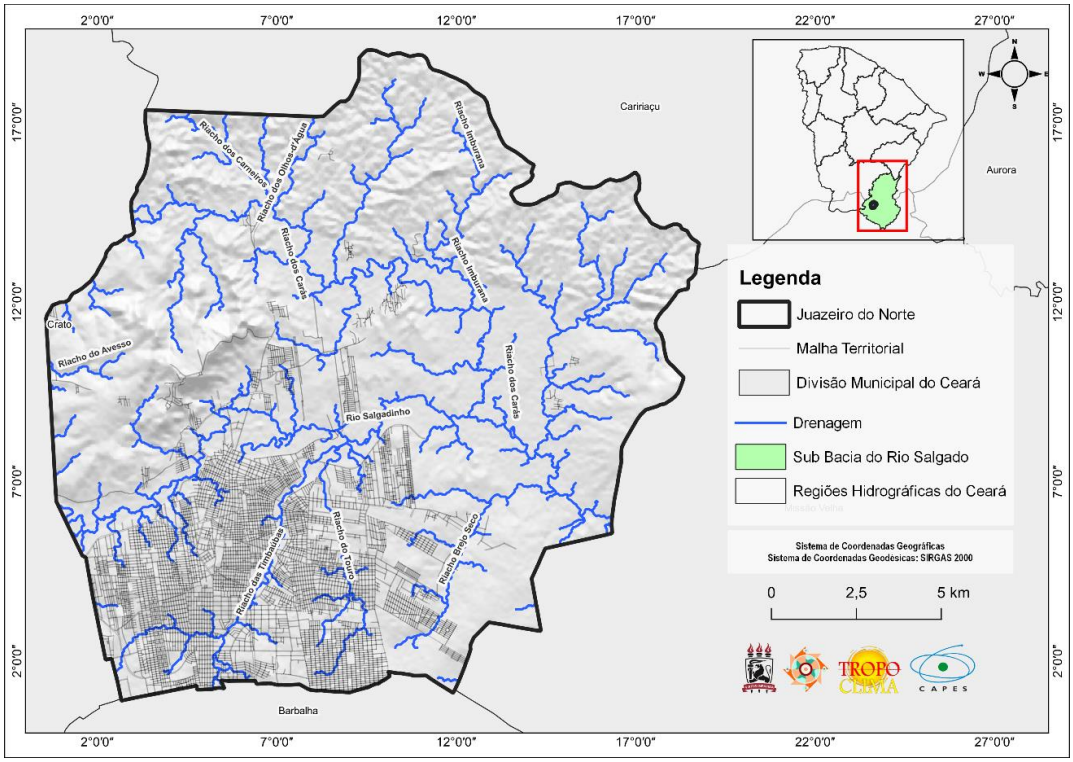
Entre 1991 e 2015, os desastres naturais de maior ocorrência foram de natureza climática e hidrológica, vinculados, de modo respectivo, aos subgrupos de estiagem/seca e inundações. No Nordeste, os eventos extremos associados à irregularidade pluviométrica deflagraram os principais desastres recentes da região (OLIMPIO, 2013; MOURA *et al.,* 2016). Esses eventos, como pontua Avalá e Barbieri, (2017), são os principais “gatilhos” para a ocorrência de desastres naturais de origem hidrometeorológica e climática, tais como inundações, enxurradas, deslizamentos de terra, destruição por vendavais, colapsos de safras e de sistemas de abastecimento de água por secas, entre outros. Pondera-se ainda que, os custos econômicos e sociais desses eventos aumentarão e, consequentemente, esses aumentos serão substanciais naquelas áreas mais diretamente afetadas.

A partir das questões levantadas, o presente trabalho teve por objetivo analisar os desastres hidrometeorológicos ocorridos no município de Juazeiro do Norte, sul do Ceará, no período de 1991 a 2013, realizando análise a partir de decretos de situação de emergência e estado de calamidade pública.

Área de Estudo

O município de Juazeiro do Norte está localizado no sul do estado do Ceará. É um dos nove municípios que compõem a Região Metropolitana do Cariri – RMCariri (Figura 1), e está a aproximadamente 800 km da capital Fortaleza. No último censo do IBGE, contava com a população de 249.939 para o ano de 2010. Para o ano de 2022, a mesma está estimada em 278.264 habitantes.

Figura 1 – Localização e rede de drenagem do município de Juazeiro do Norte, Ceará



Fonte: Bases Cartográficas do IBGE, 2022. Elaborado pelos autores (2022).

O município de Juazeiro do Norte está totalmente inserido na sub-bacia do rio Salgado, sul do Estado do Ceará, a qual integra a Bacia do rio Jaguaribe com área de drenagem de 12.865km², que corresponde a 8,25% do território cearense. Tem como rio principal o Salgado, com um curso de 308 km, dos quais 270 km perenizados (CEARÁ, 2019) como demonstra a Figura 1. Com relação às questões climáticas, o município de Juazeiro do Norte – CE, segundo o IPECE (2017), possui clima tropical quente semiárido brando, com média de chuva correspondendo a 970,7mm anuais, e temperatura que varia entre 24º a 27ºC.

Materiais e Métodos

A presente pesquisa contou com levantamento bibliográfico e documental sobre os desastres no Brasil e no Ceará, tendo por base o atlas brasileiro de desastres volume Brasil e Ceará. Realizou-se também, assim como em MOURA *et al.* (2016), levantamentos exploratórios das séries anuais dos decretos de reconhecimento de Situação de Emergência (SE) e de Estado de Calamidade Pública (ECP). Os dados para elaboração do mapa de localização e hidrografia foram adquiridos junto a base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE (2022).

Para análise dos desastres hidrometeorológicos em Juazeiro do Norte, foram consultados os dados disponibilizados no Sistema Integrado de Informação sobre Desastres - S2ID. Na ausência desses dados e na falta de detalhamento, foram utilizados decretos oficiais do município de Juazeiro do Norte. Consultou-se também a Defesa Civil do município de Juazeiro do Norte, na tentativa de obter informações sobre as áreas mais críticas em relação aos impactos associados às chuvas no município.

Resultados e Discussões

Panorama dos desastres no Ceará e em Juazeiro do Norte

Ao analisar o Atlas Brasileiro de Desastres, do período de 1991 a 2012, volume Brasil e Ceará, observa-se que, na região Nordeste, a seca é o desastre com maior registro, seguido de inundação, enxurrada e alagamento. Isso se reflete no Ceará, onde 84% dos desastres estão relacionados a eventos de seca, e 15% associados a inundação, enxurrada e alagamentos, e 1% relacionado a outros desastres (CEPED/UFSC, 2013 a e b).

Com relação aos dados do S2ID, é perceptível a partir da Tabela 1, que do recorte temporal analisado, Juazeiro do Norte só registrou desastres oficialmente no período de 2003 a 2013. Conforme a base de dados do Governo Federal, disponibilizada até o ano de 2016, encontrou-se o total de dez reconhecimentos, em que nove representavam Situações de Emergência - SE e um correspondia a Estado de Calamidade Pública – ECP, desses decretos cinco estão relacionados a desastres associados às chuvas e cinco a desastres associados a seca como mostra o Tabela 1.

Tabela 1 - Reconhecimentos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP) - Juazeiro do Norte (2003 - 2013)

ANO	UF	Código IBGE	Município	Documento	Desastre	SE/ECP
2003	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Portaria	CHUVAS INTENSAS	SE
2003	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Portaria	CHUVAS INTENSAS	SE
2004	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Diário Oficial da União	INUNDAÇÕES	ECP
2006	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Diário Oficial da União	ESTIAGEM	SE
2006	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Diário Oficial da União	ESTIAGEM	SE
2007	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Diário Oficial da União	ESTIAGEM	SE
2007	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Diário Oficial da União	ESTIAGEM	SE
2008	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Diário Oficial da União	INUNDAÇÕES	SE
2012	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Decreto	ESTIAGEM	SE
2013	CE	2307304	Juazeiro do Norte	Portaria	ENXURRADAS	SE

Fonte: Sistema Integrado de Informação sobre Desastres. Elaborado pelo autor (2022)

Nota-se, em uma análise geral para o Ceará e Juazeiro, a partir dos dados do atlas brasileiro de desastres (volume Ceará), que este possui um total de 2.051 desastres hidrometeorológicos registrados oficialmente em todo o estado. Sendo 1.726 registros oficiais de estiagem e seca, dos quais 209 foram registrados na década de 1990 e 1.520 na década de 2000, até o ano de 2012 deixando cerca de 8.631.438 pessoas afetadas, dentre esses 7 óbitos, sendo 6 destes registrados no município de Juazeiro do Norte no ano de 2012 (CEPED/UFSC, 2013b).

Nesse período, também foram identificados 48 registros oficiais de enxurradas, tendo sua maior concentração nas mesorregiões Norte Cearense, Nordeste Cearense e Metropolitana de Fortaleza que concentram mais de 50% dos registros, com 23%, 21% e 19%, respectivamente, sendo Crato e Fortaleza os municípios que mais contabilizaram ocorrência desse desastre, tendo Juazeiro do Norte registrado um único evento dessa tipologia (CEPED/UFSC, 2013b).

Já para as inundações, o estado do Ceará possui 273 registros oficiais. A partir da análise do atlas, pode-se perceber que 25,6% desses registros concentraram-se na região noroeste do Ceará e que no sul cearense, região a qual Juazeiro do Norte está inserido, o município do Crato foi o que mais registrou desastres dessa tipologia, tendo o Juazeiro do

Norte registrando apenas 2 eventos (Tabela 1). Com relação aos alagamentos, só foram contabilizaram apenas 4 registros oficiais de alagamentos severos caracterizados como desastre cujos municípios atingidos foram Icapuí, Caucaia, Amontada e Ipaporanga, sem registros nos demais municípios cearenses (CEPED/UFSC, 2013b).

Desastres associados às chuvas em Juazeiro do Norte

A partir da tabela, nota-se que os anos de 2003, 2004, 2008 e 2013 reconheceram SE ou ECP. Vale enfatizar que os anos de 2003, 2004 e 2008 foram considerados anos chuvosos como salientou Luna et al (2023), ponderando que o período chuvoso dos referidos anos foram marcado por diversos impactos das chuvas não só na cidade de Juazeiro do Norte, mas também em cidades limítrofes. O ano de 2013, dos anos analisados com registros de desastres, foi o único que não foi considerado chuvoso, tendo precipitação pouco acima da média registrando 1.021 mm no ano.

Ao analisar o decreto emitido pelo município para o ano de 2003, nota-se que a gestão municipal reconheceu ECP a partir do decreto de Nº1555 no dia 24/03/2003 devido aos fortes impactos das chuvas no município, sobretudo em áreas apontadas como críticas no documento, entre elas destacou-se os bairros Antônio Vieira, Lagoa Seca, Betolândia, Boca das Cobras, Trilho (Paulo Maia), Alta Tensão I e II e Vila José Apolinário. Afim de arrecadação de recursos federais a gestão a partir do decreto de Nº1556 do dia 26/03/2003 reconheceu SE revogando o decreto de Nº1555, estabelecendo 90 dias para o período de emergência, que foi prorrogado por mais 90 dias no dia 25/06/2003 a partir do decreto de Nº1570.

O ano de 2004 também foi um ano considerado chuvoso registrando o maior índice pluviométrico de 1.544 mm para a série estudada. Com a análise dos decretos disponibilizados, observou-se o reconhecimento de SE a partir do decreto de Nº1595 de 04/02/2004 motivado devido aos inúmeros impactos associados às chuvas na zona urbana e rural do município com maiores ocorrências nos bairros Antônio Vieira, Boca das Cobras, Timbaúbas, Lagoa Seca, Alta Tensão I e II, Leandro Bezerra, Sitio Carité e nas Margens do rio Salgadinho. O decreto objetivou unir esforços do poder municipal, estadual e federal na tentativa de implementar medidas permanentes e necessárias para socorro das vítimas, estabelecendo o período emergencial de 120 dias.

Ainda no mesmo mês, no dia 16/02/2004, anunciou-se ECP a partir do decreto de Nº1556 devido a continuidade e agravamento dos impactos da chuva na localidade, que ocasionou grandes prejuízos para população no referido ano. O decreto tinha vigência de 180 dias e no dia 16/08/2004 foi prorrogado por mais 90 dias pelo decreto de Nº1610.

Em 2008, mais um ano considerado chuvoso para o município, registrou-se precipitação de 1399 mm e consequentemente também desencadeou impactos em todo

município. A gestão municipal através do decreto Nº236 de 12/02/2008 reconheceu ECP no período de 120 dias, podendo ser prorrogado por mais 60 dias.

O decreto considerou os impactos ocorridos na infraestrutura (avenidas e ruas) do município e de residências tipo taipa ou construídas com material de baixa qualidade em bairros que em anos anteriores já haviam registrado a ocorrência desses desastres. No mesmo ano, em 28/03/2008, o decreto de Nº250 reconheceu SE no período de 90 dias devido a continuidade das chuvas no município e os impactos decorrentes delas.

Por fim, o ano de 2013, considerado um ano com precipitação normal, registou 1021 mm. Devido às chuvas ocorridas entre os dias 27 e 29 de março com média de 130 mm precipitados, a gestão municipal reconheceu SE através do decreto de Nº16 em 01/04/2013 (Anexo I). Os bairros notadamente mais afetados, conforme o decreto, foram bairros São José, Pio XII, Aeroporto, Timbaúbas, Limoeiro, Novo Juazeiro, Tiradentes, Salesianos, Romeirão, Antônio Vieira e São Miguel, bairros estes que outrora já haviam registrado impactos associados a chuva.

O decreto institui a mobilização da defesa civil municipal junto a outros órgãos (Secretaria de Infraestrutura, Secretaria de Saúde, Secretaria de Desenvolvimento Social e Secretaria da Cidade) com objetivo de executar um plano emergencial de resposta aos desastres e socorro à população. No dia 02/05/2013 a gestão municipal decidiu prorrogar a SE, sob orientação da defesa civil, a partir do decreto de Nº21.

A partir da análise dos decretos, foi perceptível que, em algumas situações, era decretado ECP em âmbito municipal e em âmbito federal decretava-se SE, como ocorrido nos anos de 2003, 2008 e 2013. Com relação aos impactos de 2016 a 2021, em reunião junto à atual coordenação da defesa civil, relatou-se que não foi reconhecido nenhum desastre, não por falta desses, mas devido a troca de gestão municipal que resultou na perda de acesso ao S2ID, o que vem tornando-se um grande problema para o município por não conseguir reconhecer os desastres em âmbito federal.

Considerações Finais

A análise detalhada dos dados relativos aos desastres ocorridos no Ceará e em Juazeiro do Norte revelam um panorama complexo e recorrente de desastres naturais. Mesmo estando em maior parte relacionados à seca (84%), há os desastres associados às inundações e alagamentos, compreendendo 15% do total.

De acordo com as informações do S2ID, Juazeiro do Norte, especificamente, teve desastres oficialmente registrados no período de 2003 a 2013, predominantemente relacionados às chuvas e à seca. Observou-se que anos considerados chuvosos, como 2003, 2004 e 2008, registraram situações de emergência (SE) e estados de calamidade pública (ECP). Esses anos foram marcados por impactos significativos nas áreas urbanas e rurais do

município, com notáveis consequências nos bairros mais vulneráveis aos desastres decorrentes de chuvas intensas, como Antônio Vieira, Boca das Cobras e Lagoa Seca, entre outros.

Chama atenção a capacidade de resposta da gestão municipal através do reconhecimento oficial de desastres, visando a mobilização de recursos e ações emergenciais para atender às vítimas. No entanto, a interação entre decretos de SE e ECP em diferentes momentos, como nos anos de 2003, 2008 e 2013, pode indicar complexidades na avaliação e tomada de decisão diante das situações de crise.

Destaca-se que o ano de 2013 foi uma exceção aos anos chuvosos, registrando precipitação pouco acima da média. O reconhecimento de situação de emergência nesse período revela a sensibilidade das autoridades à importância de se responder adequadamente mesmo em situações de menor magnitude.

Os dados também apontam para desafios na gestão municipal após 2013, evidenciados pela ausência de reconhecimento de desastres no período de 2016 a 2021, devido à perda de acesso ao Sistema Integrado de Informação sobre Desastres (S2ID) devido a mudanças na gestão. Esse obstáculo é preocupante, uma vez que limita a capacidade da administração pública de buscar apoio em âmbito federal para enfrentar situações de crise.

Portanto, a análise dos resultados expõe a necessidade de um planejamento e preparação contínuos para lidar com os desastres naturais na região. Além disso, destaca-se a importância da continuidade das ações de gestão de riscos e desastres, mesmo em anos com precipitações consideradas normais, a fim de assegurar a resiliência da população e a prontidão das autoridades para responder eficazmente a diferentes cenários de crise.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro - Código de Financiamento 001. O trabalho faz parte do projeto de pesquisa “Le Semi-aride du Nordeste brésilien à l’Anthropocène – SANA / JEAI” financiado pelo IRD – INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DEVELOPPEMENT através do Programme Jeunes equipes Associees a IRD e FUNCAP (número do processo: IRD-0195-00006.01.00/22 SPU Nº: 07219440/2022) e com participação conjunta de pesquisadores do IRD, URCA e UNEAL.

Referências

ALVALÁ, R. C. S.; BARBIERI, A. Desastres Naturais. In: MARENGO, J. A.; NOBRE, C. A. **Mudanças climáticas em rede:** um olhar interdisciplinar. São José dos Campos, SP: INCT, 2017.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Instrução Normativa nº 01, de 24 de agosto de 2012 do Ministério da Integração Nacional, 2012**. Disponível em:

http://www.mi.gov.br/documents/10157/3776390/Instru_Normativa_01.pdf/8634a6e3-78cc-422a-aa1d-7312ce7f1055. Acesso em: 25 jul. 2023.

CEPED/UFSC. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 – **Volume Brasil**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC. 114 p., 2013a.

_____. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 – **Volume Ceará**. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC. 114 p., 2013b.

GIRD+10. **Caderno técnico de gestão integrada de risco e desastres**. Ministerio do Desenvolvimento Regional: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, Brasília, DF. 1. ed, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/protecao-e-defesa-civil/Caderno_GIRD10__.pdf. Acesso em: 28/10/2022.

JUAZEIRO DO NORTE. Decreto Nº 236, de 12 de fevereiro de 2008. **Decreta "Estado de Calamidade Pública" na sede do Município de Juazeiro do Norte e adota outras providências**. Juazeiro do Norte, 12 de fevereiro de 2008.

_____. Decreto nº 250, de 28 de março de 2008. **Declara em situação anormal, caracterizada como Situação de Emergência, a área do município afetada por intensas precipitações pluviométricas**. Juazeiro do Norte, 28 de março de 2008.

_____. Decreto Nº 1555, de 24 de março de 2003. **Decreta Estado de Calamidade Pública no Município de Juazeiro do Norte, Estado do Ceará e adota outras providências**. Juazeiro do Norte, 23 de março de 2003.

_____. Decreto Nº 1556, de 26 de março de 2003. **Declara "Situação de Emergência" no município de Juazeiro do Norte, na forma que indica**. Juazeiro do Norte, 26 de março de 2003.

_____. Decreto Nº 1570, de 2003. **Prorroga o prazo da situação de emergência em todo o município de Juazeiro do Norte e dá outras providências**. Juazeiro do Norte,SN, 2003.

_____. Decreto Nº 1595, 04 de fevereiro de 2004. **Declara "Situação de Emergência" no município de Juazeiro do Norte, na forma que indica e adota outras providências**. Juazeiro do Norte, 04 de fevereiro de 2004.

_____. Decreto Nº 1596, 16 de fevereiro de 2004. **Declara Estado de Calamidade Pública no município de Juazeiro do Norte e adota outras providências**. Juazeiro do Norte, 16 de fevereiro de 2004.

_____. Decreto nº 16, de 1º de abril de 2013. **Declara em situação anormal, caracterizada como Situação de Emergência, a área do município afetada por intensas precipitações pluviométricas**. Juazeiro do Norte, 1º de abril de 2013.

_____. Decreto Nº 1610, 16 de agosto de 2004. **Prorroga por 90 (noventa) dias, o prazo de que trata o decreto municipal nº 1596, de 16.02.2004, que dispõe sobre o estado de calamidade pública no município de Juazeiro do norte e adota outras providências**. Juazeiro do Norte, 16 de agosto de 2004.

_____. Decreto Nº 21, de 02 de maio de 2013. **Prorroga o Decreto nº 16, de 1º de abril de 2013 que declarou situação de emergência na área do Município afetada por intensas precipitações pluviométricas**. Juazeiro do Norte, 02 de maio de 2013.

KOBIYAMA, M.; MICHEL, G.P.; ENGSTER, E.C. Ruralização para a gestão de recursos hídricos em área urbana: aplicação de hidrologia. In: LADWIG, N.I. SCHWALM, H. (Org.) **Planejamento e gestão territorial:** Hidrografia e sustentabilidade. Florianópolis: Insular, 2016. p.13-42.

LUNA. V. F.; DUARTE, C. C.; SILVA, J. M. O.; ANJOS, L. S.; NÓBREGA, R. S. Chuvas em Juazeiro do Norte, Ceará: análise dos extremos e suas repercussões. **REVISTA DE GEOGRAFIA**, v. 40, p. 147-165, 2023.

MOURA, M.O.; CUNICO, C.; NÓBREGA, R. S.; DUARTE, C. C. Desastres hidrometeorológicos na região Nordeste do Brasil:distribuição espaço-temporal dos reconhecimentos de Estado de Calamidade Pública. **Caderno de Geografia**, v.26, número especial 2, 2016. Disponível em <http://periodicos.pucminas.br/index.php/geografia/article/view/p.2318-2962.2016v26nesp2p259/10533> Acesso em 28 de julho de 2023.

OLÍMPIO, J. L. S. **Desastres naturais associados à dinâmica climática no estado do Ceará: subsídios à gestão dos riscos de secas e de inundações**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Fortaleza, 2013.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do. (Org.) **Desastres Naturais:** conhecer para prevenir. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

Análise da Variação da linha de costa da orla de Fortaleza, Ceará

Coastline Variation Analysis of shoreline in Fortaleza, Ceará

Cristiano da Silva Rocha
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0001-9206-9360
cris1989srocha@gmail.com

Fábio Perdigão Vasconcelos
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-0388-4628
fabioperdigao@gmail.com

Fábio de Oliveira Matos
Universidade Federal do Ceará
http://orcid.org/0000-0001-9275-9361
fabiomatos@ufc.br

Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-8147-8000
otavioaolbarra@gmail.com

Maria Bonfim Casemiro
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-8353-9145
mariabonfimc@gmail.com

Resumo: As mudanças climáticas no quaternário podem estar tendo oscilações provocadas pelo acúmulo de gases efeito estufa maiores sobretudo em comparação aos níveis pré-industriais. O aquecimento global provocará derretimento das calotas e aumento no nível do mar que poderá ser percebido pelas variações da linha de costa. O objetivo deste trabalho analisar a variação da linha de costa de Fortaleza, Ceará. Foi utilizada a Digital Shoreline Analysis System (DSAS) para determinar taxa de regressão linear (LRR). Observou-se que a acreção foi maior na porção leste de Fortaleza e menor na porção oeste, indica-se ainda que o aumento foi provocado pelas obras portuárias e sucessivos aterros e obras de contenção dos processos erosivos.

Palavras-chave: Mudanças climáticas, linha de costa, Processos erosivos.

Abstract: Climate change in the Quaternary may be having oscillations caused by the flux of greenhouse gases greater especially compared to pre-industrial levels. Global warming will cause ice caps to melt and sea levels to rise, which can be seen through variations in the coastline. The objective of this work is to analyze the variation of the coastline of Fortaleza, Ceará. A Digital Shoreline Analysis System (DSAS) was used to determine rate linear regression (LRR). Note that the accretion was higher in the eastern portion of Fortaleza and lower in the western portion, indicating that the increase was caused by port works and successive landfills and containment works for erosion processes.

Keywords: Climate change, coastline, Erosive processes.

Introdução

Os sistemas ambientais costeiros apresentam intensa dinâmica, ligada as características físico-naturais e ao uso e ocupação. Conforme Vasconcelos(2005) e Rocha (2020) a zona costeira apresentam dinâmica e porque há a confluência de esferas hidrosfera, atmosfera, litosfera e antroposfera.

As mudanças climáticas no quaternário podem estar tendo oscilações provocadas pelo acúmulo de gases efeito estufa maiores sobretudo em comparação aos níveis pré-industriais. O aquecimento global provocará derretimento das calotas e aumento no nível do mar que poderá ser percebido pelas variações da linha de costa (LEITE, 2015). Visando compreender as mudanças na linha de costa diante de processos erosivos e intervenções humanas, seguindo um dos vieses de uma pesquisa doutoral, destarte, o objetivo deste trabalho foi analisar a variação da linha de costa em Fortaleza, Ceará.

Para isso foram utilizados Sistemas de Informações Geográficas - SIG's para determinar por meio de geoestatística a estimativa da variação. Trazendo assim reflexão sobre as mudanças na linha de costa e população mais afetada. Utilizou-se a ferramenta Digital Shoreline Analysis System (DSAS) e o método geoestatístico de Regressão Linear (LRR).

Foi possível perceber que a variação entorno do porto e dos espigões foi reduzida em trechos que houve interferências mais efetivas e esses trechos indicam a presença de bairros tradicionais onde residem pessoas de alto poder aquisitivo. O material produzido é uma entre muitas propostas que podem subsidiar a pesquisa do litoral e a tomada de decisões ao longo do tempo.

Fortaleza é a 4º cidade mais populosa do Brasil com aproximadamente 2,4 milhões de habitantes (IBGE, 2023), exibe ambientes costeiros diversos, dunas, praias, mangue, lagoas, resquícios de paledunas e paleofalésias. Além disso, está entre os destinos turísticos mais preferidos (CEARÁ, 2016). Delimita-se ao norte pelo Oceano Atlântico, ao sul por Maracanaú, Itaitinga e Pacatuba e a leste Caucaia a oeste e Eusébio e Aquiraz e está destacada na Figura 1 que apresenta alinha de costa a título ilustrativo como trecho de estudo.

Em Fortaleza, repetidas vezes, devido à atividade portuária, instalada sem priorizar a dinâmica sedimentar, a partir da década de 40 observou-se a necessidade de instalar diversos espigões. Atualmente com 17 estruturas instaladas em Fortaleza, que interceptam o transporte de sedimentos trazidos pelas ondas, 11 destas encontram-se situadas na porção oeste da Av. Filomeno Gomes e pelo menos 6 à leste, conforme se observa na Figura 2. Tais espigões com o tempo demandam recomposição sedimentar, pois ainda está presente uma dinâmica intensa de redução do transporte de sedimentos. A partir da construção do porto de Fortaleza sendo realizada ao longo da década de 40 (com inauguração em 1951), notou-se alteração da dinâmica sedimentar e regressão da linha de costa e nas últimas décadas utilizou-se de meios alternativos para enfrentamento do risco.

Figura 1 - Mapa de Localização.

Fonte: Autores (2023).

Figura 2 - Ilustração dos espigões de Fortaleza.

Fonte: D.do Nordeste, 2022.

Sabe-se que o município ultrapassou 2,4 milhões de habitantes e que o litoral de fortaleza é um atrativo para diversos empreendimentos turísticos como hotéis, bares, barracas de praia e diversos usos como a pesca, prática de esportes, banho de mar, a beleza cênica para passeio, dentre outros. Pretende-se com este trabalho analisar pontos que poderão apresentar mais riscos e trechos que apresentam maior estabilidade.

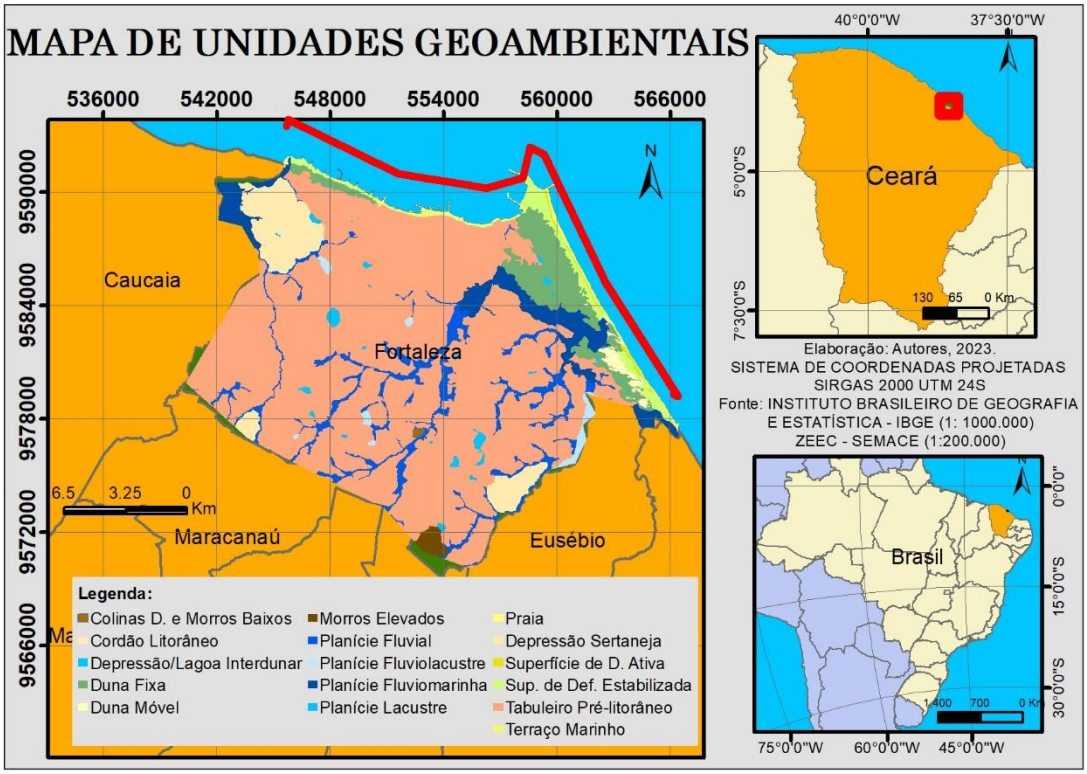
Conceitos e abordagens

A abordagem teórica enfatiza os elementos da paisagem como dinâmicos e instáveis, aplicando o conceito de Bertrand (2004, p. 141)

> a paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

A paisagem na Geografia se refere a um conceito teórico que é especificada pelo modelo geossistêmico como uma proposta de análise da paisagem, por óbvio as escalas menores tomam como prática teoria dos sistemas e a compartimentação do objeto de trabalho em ecossistemas menores. Um bom exemplo de observação são as Unidades geomorfológicas da figura 3 que embora compartimentadas apresentam em seu escopo integração e fluxos diversos entre as unidades.

Figura 3 – Mapa das Unidades Geomorfológicas.



Fonte: Autores (2023).

As unidades da paisagem ilustram a dinâmica da paisagem e revela implicitamente que a natureza em municípios costeiros que são também capitais necessita de maior proteção

sob pena de não haver resistência e colmatar-se sucessão de ambientes degradados e pressionados pelo uso e necessidade de recuperação. Com base na Tabela 1, pode ser percebido que em área 70% está mapeado como tabuleiro pré-litorâneo, mas em parte a maior pressão ocorre nos ambientes mais próximos da orla.

Tabela 1 – Unidades geoambientais por área.

Classe	Área (km²)	% de área por classe mapeada
Depressão/Lagoa Interdunar	0,03	0,01%
Cordão Litorâneo	0,06	0,02%
Colinas Dissecadas e Morros Baixos	0,27	0,09%
Superfície de Deflação Ativa	0,82	0,26%
Terraço Marinho	0,93	0,29%
Morros Elevados	1,74	0,55%
Planície Fluvial	1,77	0,56%
Duna Móvel	1,93	0,61%
Planície Lacustre	2,58	0,82%
Praia	2,98	0,94%
Superfície de Deflação Estabilizada	5,57	1,76%
Planície Fluviomarinha	15,33	4,85%
Duna Fixa	18,45	5,84%
Superfície de Aplainamento (Depressão Sertaneja)	19,28	6,10%
Planície Fluviolacustre	21,32	6,74%
Tabuleiro Pré-litorâneo	223,09	70,56%

Fonte: Adaptado de SEMACE, 2016.

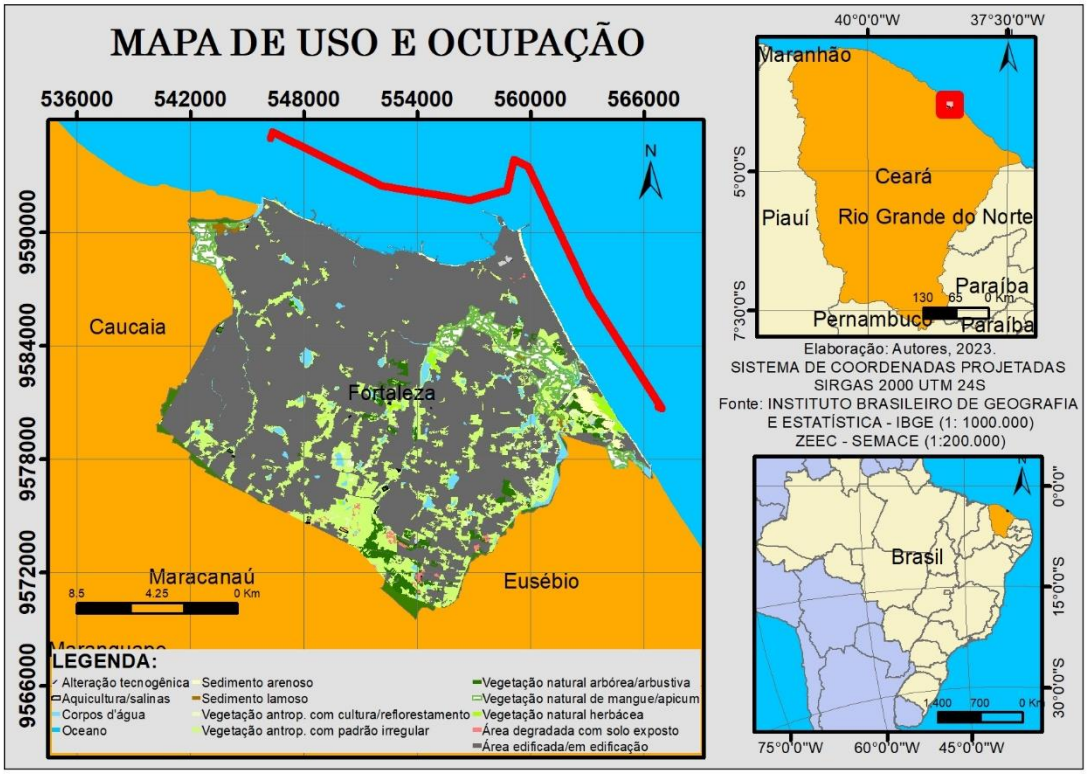
Por orla entede-se, conforme o decreto federal nº 5.300/2004:

> Art. 22. Orla marítima é a faixa contida na zona costeira, de largura variável, compreendendo uma porção marítima e outra terrestre, caracterizada pela interface entre a terra e o mar.
> Art. 23. Os limites da orla marítima ficam estabelecidos de acordo com os seguintes critérios:
> I - marítimo: isóbata de dez metros, profundidade na qual a ação das ondas passa a sofrer influência da variabilidade topográfica do fundo marinho, promovendo o transporte de sedimentos;
> II - terrestre: cinqüenta metros em áreas urbanizadas ou duzentos metros em áreas não urbanizadas, demarcados na direção do continente a partir da linha de preamar ou do limite final de ecossistemas, tais como as caracterizadas por feições de praias, dunas, áreas de escarpas, falésias, costões rochosos, restingas, manguezais, marismas, lagunas, estuários, canais ou braços de mar, quando existentes, onde estão situados os terrenos de marinha e seus acrescidos.

Destarte as praias, dunas e relevos adjacentes a rios e lagoas tornam-se mais propensas ao risco, sobretudo pela interação entre as esferas da natureza ocupada. Quando se trata de ocupação Fortaleza exibe um cenário de alta densidade, pois apesar de o tabuleiro ser 70% da área nem todo ele está ocupado e em ambientes mais próximos da orla apresentam densidade de ocupação da ordem de 60 a 70% das áreas respectivas. Em outro contexto tem-se a figura 4, com mapa de uso e ocupação de Fortaleza-Ceará, mantém densa ocupação por área edificada e apresenta diversas alterações tecnogênicas ao longo do litoral.

É possível perceber que os trechos menos afetados pela ocupação são as que legalmente foram protegidas por lei.

Figura 4 – Mapa de uso e ocupação.



Fonte: Autores (2023).

Observa-se que a extensão menos ocupada é uma Unidade de Conservação denominada Parque Estadual do Cocó, maior parque natural em área urbana do Brasil (CEARÁ, 2023) e um dos maiores da América Latina, e foi criado em 2017 pelo Decreto Estadual 32.248, representa uma resistência da comunidade e de ambientalistas sobre a intensa especulação imobiliária, a área resiste e é importante para visitação e manutenção climática da cidade. Conforme a Tabela 2, há predomínio da ocupação com área edificada e vegetação antropizada com padrão irregular cerca de 87%, deixa claro que as alterações antropogênicas são intensas, diversas e espacialmente distribuídas de maneira irregular.

Tabela 2 – Classes de Uso e ocupação por área.

Classe	Área (km²)	% de área por classe mapeada
Alteração tecnogênica	1.03	0.33
Aquicultura/salinas	0.53	0.17
Área degradada com solo exposto	1.14	0.36
Área edificada/em edificação	227.66	72.01
Corpos d'água	8.64	2.73

Oceano	1.35	0.43
Sedimento arenoso	3.75	1.19
Sedimento lamoso	1.18	0.37
Vegetação antropizada com cultura/reflorestamento	2.43	0.77
Vegetação antropizada com padrão irregular	48.86	15.45
Vegetação natural arbórea/arbustiva	7.56	2.39
Vegetação natural de mangue/apicum	10.39	3.29
Vegetação natural herbácea	1.65	0.52
TOTAL	**316.17**	**100**

Fonte: Adaptado de SEMACE, 2016.

Os aspectos teóricos são base para compreender a dinâmica de uso e a aplicação metodológica que será utilizada para auferir resultados e discutir a problemática da regressão e transgressão da linha de costa, principalmente em cidades costeiras que apresentam cenário de valorização imobiliária e do espaço do trecho Aldeota-Mucuripe e afastamento do poder publico diante de ocupações desordenadas entre Praia da Leste-oeste e Barra do Ceará. As Figuras 5 e 6 ilustram as mudanças na paisagem e a manutenção em áreas nobres em contraposição a periferia.

Figura 5 – Obra do aterro da Praia de Iracema.

Fonte: Autores (2019).

Em 2019, obras na praia de Iracema marcaram uma modernização da paisagem e incentivos ao turismo. No litoral oeste da Avenida Av. Filomeno Gomes, a partir da década de 70, foram construídos espigões e há baixos incentivos para requalificação ou mesmo aterro caso, além disso apresenta aglomerados subnormais que via de regra só se estabelecem quando o poder público não administra com eficiência (SOARES et al., 2011).

Figura 6 – Praia do Pirambu.

Fonte: Autores (2023).

Abordagem Metodológica: Produção do mapa de Variação da linha de costa.

A nível de discussão do método entende-se que partindo de um problema e levantando hipóteses tem-se o método hipotético dedutivo e para analisar a problemática criando critérios definidos temos a abordagem metodológica (SPOSITO, 2004). O problema: diante das mudanças da linha de costa Fortaleza está tendo mobilidade positiva ou regressiva da linha de costa?

Diante das intensas requalificações da Avenida Beira mar (cartão postal da cidade defronte ao mar possui estrutura turística com serviços diversos e a valorização mais significativa do espaço fortalezense) e das obras portuárias e da intensa ocupação e reorganização da zona costeira é interessante entender como é possível quantificar por técnicas de geoprocessamento e utilizando Sistema de Informações Geográficas foi possível definir as linhas de costa base do ano de 1985, 2004, 2015, 2020, 2022 e 2023. A busca das imagens utilizou como critério 1. Data correspondendo a maré baixa 2. Melhor resolução gratuita para a época 3. Período anterior e posterior a obras de aterro. Conforme a tabela 3, percebe-se as imagens utilizadas

Tabela 3 – Definição das imagens de trabalho.

IMAGEM	RESOLUÇÃO	BANDAS	DATA
Landsat 5	30 metros	RGB-5, 4, 3	21/08/1985
Cbers 2	2 metros	RGB- 3, 4, 2	13/07/2004
Sentinel 2	7 metros	RGB- 5, 6, 4	26/08/2015
Cbers 4 a	2 metros	RGB- 3, 4, 2	28/08/2020
Cbers 4 a	2 metros	RGB- 3, 4, 2	27/08/2022
Cbers 4 a	2 metros	RGB- 3, 4, 2	07/05/2023

Fonte: Autores (2023).

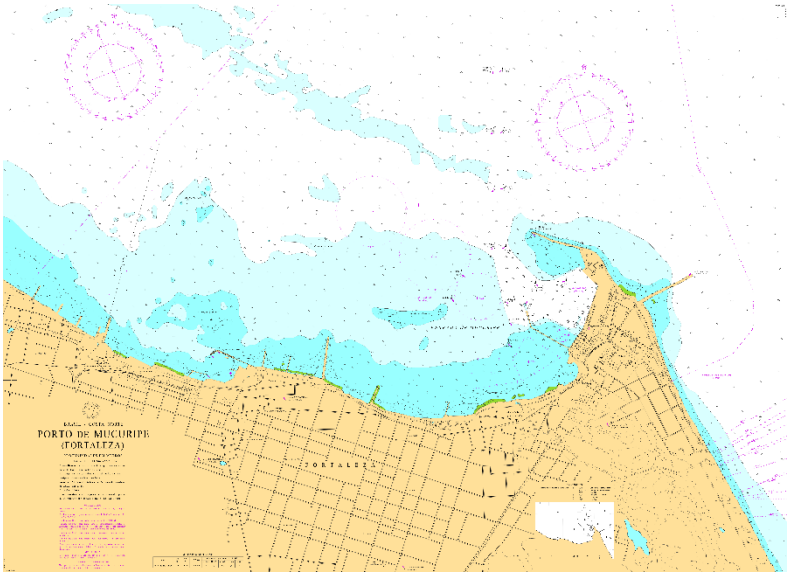
Para gerar o modelo estatístico foi utilizado o software Arcgis 10.7 e o software DSAS desenvolvido pela US Geological Survey Serviço Geológico dos EUA (USGS). Para isso utilizamos uma série de procedimentos e ao final fora gerado o mapa com dados de regressão linear – LRR (linear regression rate) e o mapa da mensuração da distância de variação, shoreline change envelope (SCE). Estima-se que os resultados possam importar em bases para a gestão e desenvolvimento do conhecimento.

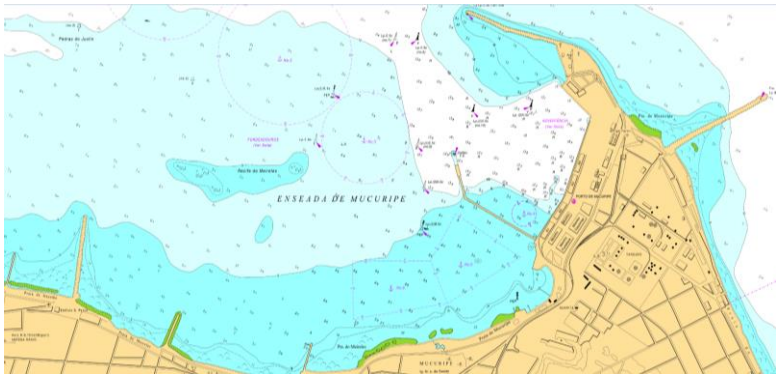
Resultados e discussões

A capital do Ceará apresenta como cartão postal as belas praias ao longo da Avenida beira mar, que ganhou engorda e ampliou serviços, por meio do aterro da praia de Iracema em 2019. O alargamento da faixa de praia possibilitou maior disponibilidade de usos e serviços. Do ponto de vista do balanço de sedimentos e da análise da linha de costa houve uma acreção, ou seja, na mencionada praia houve progradação artificial e em 2023 numa comparação houve perda insignificante entre 1 e 2 metros.

Outro aspecto marcante são os níveis batimétricos (Figura 5). percebe-se a formação de bancos de área no oceano que em tese deveriam estar se acoplando ao continente e quando isso não ocorre provoca erosão pela baixa reposição sedimentar.

Figura 5 – Ilustração dos níveis Batimétricos.

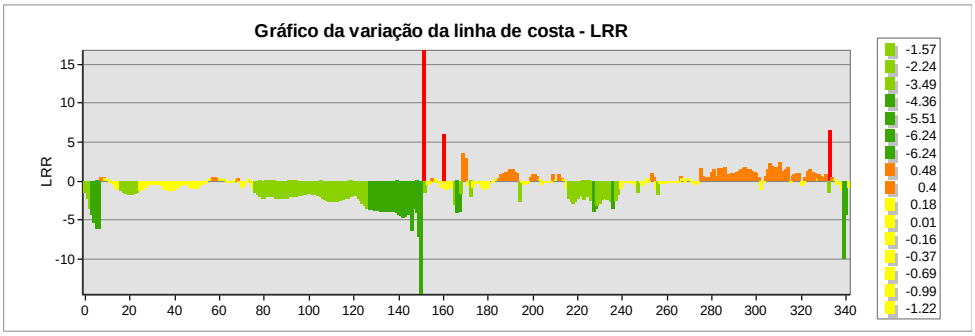




Fonte: Marinha do Brasil, 2023

A orla de Fortaleza tem aproximadamente 34 km dos quais conforme o Gráfico 1 e o mapa 6, 8 km apresentaram média alta regressão linear, cerca de 6 km com média baixa, aproximadamente 6 km baixa regressão e cerca de 12km alta regressão e cerca de 2 km muito alta regressão.

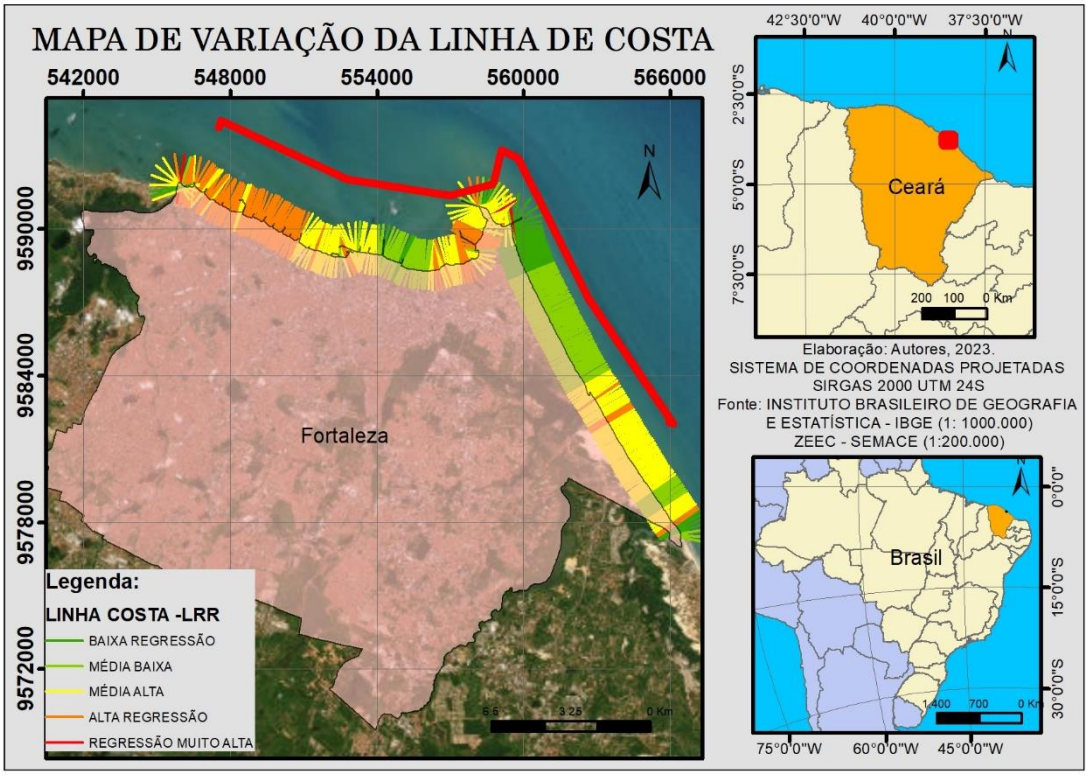
Gráfico 1 - Variação da linha de costa por Km.



Fonte: Autores (2023).

É necessário mencionar que existem diversos trabalhos que mostram a perspectiva de análise de processos erosivos a partir da variação linha de costa (DIAS, ROCHA-BARREIRA, 2011; SILVA et. al., 2019; MARTINS et. al., 2016). Desta forma os trabalhos que abordam linha de costa em Fortaleza também utilizaram perfis topográficos e variação da linha de costa utilizando DSAS, LRR - Regressão linear.

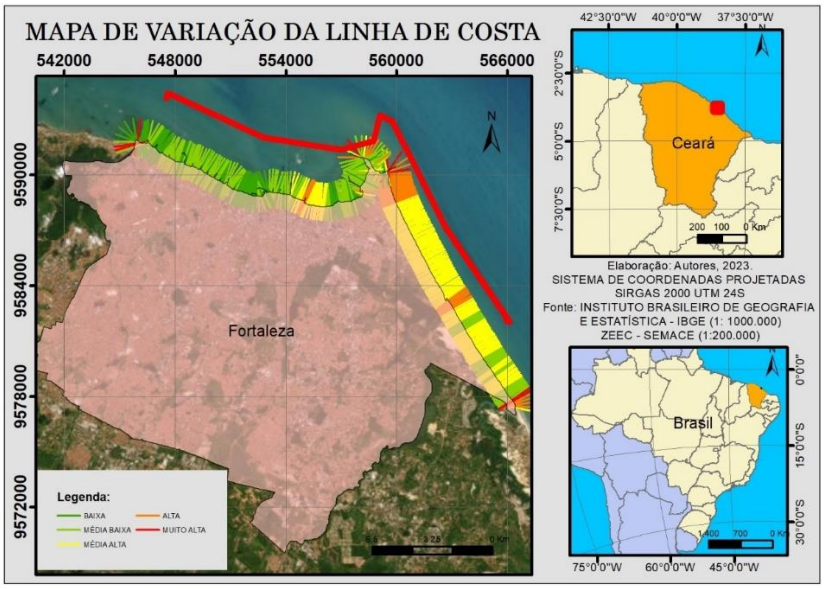
Figura 6 – Mapa de variação da linha de costa em regressão linear – LRR.



Fonte: Autores (2023).

Foi elaborado o mapa utilizando a distância entre as linhas de costa, SCE, que pode ser visto na Figura 7. As maiores distâncias estão relacionadas a praias do Serviluz, Praia do Futuro e Praia do Caça e Pesca situadas à leste do porto do Mucuripe.

Figura 7 – Mapa de variação da linha de costa em distância.



Fonte: Autores (2023).

Enquanto que nas praias a oeste do porto verifica-se menor distância entre as linhas, conforme as Figuras 7 e 8, a primeira mostra o resultado do processamento da distância e a segunda ilustra as principais praias abordadas neste trabalho, com objetivo de auxiliar o leitor na análise da linha de costa no município de Fortaleza.

O município apresenta trechos de progradação espontânea e artificial e trechos de regressão com possível erosão costeira, pois a precisão da ocorrência demanda a necessidade de outros métodos de análise visando eficácia pontual.

Figura 8 – Mapa principais praias.

Fonte: Autores (2023).

Os sistemas ambientais presentes no cenário da paisagem contribuem para que em uma análise simplória, possamos mais uma vez enfatizar que a ação de construir o porto causou a reação de diminuição do fluxo sedimentar, que por sua vez provocou processos erosivos e novas intervenções.

Considerações Finais

A análise da paisagem é um instrumento importante para estabelecer relações entre diversos sistemas ambientais e sociais. Neste trabalho foi possível entender a dinâmica de

uso e ocupação bem como entender como é possível estimar a variação da linha de costa para fins de pesquisa.

Constatou-se que a variação de acreção na praia de Iracema poderá futuramente ser reduzida pela dinâmica de fluxo sedimentar, haverá manutenção por acreção espontânea sobretudo nas proximidades a leste do porto, Praia Servluz e praia do futuro. Já nas praias Pirambu e adjacências há a possibilidade de que haja manutenção da retrogradação e suscetibilidade a processos erosivos.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará e a Secretaria de Educação do Ceará e ao Instituto de Ciências do Mar (Labomar).

Referências

BERTRAND, Georges. PAISAGEM E GEOGRAFIA FÍSICA GLOBAL: Esboço metodológico. Editora UFPR, R. RA´E GA, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/. Acesso em: 26 de set. de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil. Brasília: MMA, 2004. Disponível em: https://mma.gov.br/gestao-territorial/gerenciamento-costeiro/macrodiagnostico. Acesso em: 24 set. 2020.

BRASIL. DECRETO Nº 5.300 DE 7 DE DEZEMBRO DE 2004. institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC. 2004. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2004/decreto/d5300.htm . Acesso em: 8 de agosto de 2023.

CEARÁ. Secretaria Estadual de Turismo. Evolução recente do turismo no Ceará. 2006/2016. Disponível em: https://www.setur.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/59/2016/11/evolucao-turismo-2006-2016-artigo.pdf. Acesso em: 21 maio 2019.

CEARÁ. Secretaria de Meio Ambiente e Mudança do clima do Ceará – SEMA. PARQUE ESTADUAL DO COCÓ. Disponível em: https://www.sema.ce.gov.br/gestao-de-ucs/unidades-de-conservacao-de-protecao-integral/parques/parque-estadual-do-coco / acesso em: 15/08/2023.

DIÁRIO DO NORDESTE. Onde estão e qual a diferença entre os 17 espigões da orla de Fortaleza. By Nícolas Paulino, 23 de Abril de 2022. Disponível em: https://diariodonordeste.verdesmares.com.br/ceara/onde-estao-e-qual-a-diferenca-entre-os-17-espigoes-da-orla-de-fortaleza-1.3221162 Acesso em: 02 de agosto de 2023.

DIAS, I.C.C.M.; ROCHA-BARREIRA, C.A. 2011. Comportamento Morfodinâmico da Praia da Taíba, Nordeste do Brasil. Revista da Gestão Costeira Integrada 11,421-431.

HIMMELSTOSS, E.A.; Henderson, R.E.; Kratzmann, M.G.; Farris, A.S. 2021, Digital Shoreline Analysis System (DSAS) version 5.1 user guide: U.S. Geological Survey Open-File Report 2021–1091, 104 p., https://doi.org/10.3133/ofr20211091.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022 população e domicílios: primeiros resultados / IBGE, Coordenação Técnica do Censo Demográfico. Rio de Janeiro, biblioteca do IBGE, 2023.

LEITE, José Correa. Do mistério das eras do gelo às mudanças climáticas. Scientia studia. 13 (4), 2015. https://doi.org/10.1590/S1678-31662015000400005

MARINHA DO BRASIL. Carta batimétrica. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/chm/sites/www.marinha.mil.br.chm/files/u1947/fortaleza.pdf acesso em: 1 de agosto de 2023.

MARTINS, K.A.; PEREIRA, P.S.; LINO, A.P.; GONÇALVES, R.M. 2016. Determinação da erosão costeira no estado de Pernambuco através de geoindicadores. Revista Brasileira de Geomorfologia 17, 533-546.

ROCHA, C. S. Análise socioambiental como subsídio à gestão integrada da zona costeira em Paracuru - CE. 2020. 219 f. Dissertação (Mestrado Geografia), Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2020.

SILVA, M.T.; LOPES, D.N.; REBOUÇAS, I.S.; FREIRES, E.V.; NETO, C.A.S.; DUARTE, C.R.; SOUTO, M.V.S. 2019. Variação da linha de costa no litoral cearense (1984-2018). Revista Brasileira de Geografia Física12, 2551-2579.

SOARES, Raquel Cavalcante; MORAIS, Jáder Onofre de; ROCHA, Gustavo Henrique Macedo. Variações na linha de costa em praias urbanas: o caso do litoral oeste de FORTALEZA, CEARÁ, BRASIL. XIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário ABEQUA. III Encontro do Quaternário Sulamericano, 2011.

VASCONCELOS, F.P. Gestão Integrada da Zona Costeira: ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral. Fortaleza: Premius, 2005.

Vulnerabilidade Urbana: Uma Análise Socioambiental de Inundações, Alagamentos e Enchentes no Bairro do Anil no Município de São Luís

Urban Vulnerability: A Social-Environmental Analysis of Floods, Overflows and Spates in The Anil District in The City of São Luís

Pedro Lucas Coêlho de Oliveira
Universidade Estadual do Maranhão
0009-0000-3476-8278
pedrooliveira9@aluno.uema.br

Alyce Martins Lopes
Universidade Estadual do Maranhão
0009-0001-2864-6706
alycee1999@outlook.com

José Nicollas Pereira Rodrigues
Universidade Estadual do Maranhão
0009-0003-9673-2432
nicollasrodrigues@outlook.com

Nicollas Silva Mendes
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0002-0909-992X
nicollasmendes@aluno.uema.br

Regina Célia de Castro Pereira
Universidade Estadual do Maranhão
0009-0001-5267-9620
reginapereira@professor.uema.br

Resumo: O avanço da ocupação urbana desordenada que ocorreu em São Luís - MA por falta de um planejamento territorial, afetou diretamente o meio ambiente, o caso do bairro do Anil se destaca por conta da sua expansão através de construções irregulares que ao longo dos anos tomaram as margens do rio Anil, tal problema se mostra evidente ao observar-se o período chuvoso e os constantes transtornos na região. Visando essa problemática, o presente artigo teve como objetivo uma análise socioambiental dos processos de enchentes, alagamentos e inundações que ocorrem na região por meio do levantamento bibliográfico e pesquisa em campo com aplicação de questionário para compreensão dessas vulnerabilidades. Os resultados apresentados demonstram falta de intervenção por parte dos órgãos competentes para adotar as medidas preventivas de danos e de sensibilização da população.

Palavras-chave: Vulnerabilidade Socioambiental; Expansão Urbana; Impacto Ambiental.

Abstract: The advance of disorderly urban occupation that occurred in São Luís - MA due to lack of territorial planning, directly affected the environment, the case of the Anil neighborhood stands out due to its expansion through irregular constructions that over the years took the banks of the Anil River, this problem is evident when observing the rainy season and the constant disturbances in the region. Aiming at this issue, this article aims at a socio-environmental analysis resulting from processes such as floods, inundations and inundations that occur in the region through bibliographical survey and field research with the application of a questionnaire to understand these vulnerabilities. The results presented demonstrate a lack of intervention by the competent bodies to adopt preventive measures of damage and awareness of the population.

Keywords: Socio-environmental Vulnerability; Urban Expansion; Environmental impact.

Introdução

No período pós-guerras mundiais, houve o desenvolvimento industrial no campo com a chamada Revolução Verde que teve como objetivo acabar a miséria e a pobreza no mundo com o avanço da tecnologia para auxiliar no aumento da produtividade de alimentos e, consequentemente, a diminuição dos preços desses produtos (Marcos, 2007). Esse cenário, no campo latino-americano, acabou por ter efeito negativo, pois com a concentração de terras, a perda da renda dos camponeses, o desaparecimento ou fragmentação da cultura local e da biodiversidade, provocaram a saída da população rural para centro urbanos em busca de melhores condições de vida.

O Brasil, país de formação essencialmente agrária, alcançou o patamar de 12 milhões de pessoas residentes nas cidades em 1940 com o êxodo rural, caracterizando o fenômeno conhecido como urbanização (Oliven, 2010, p. 67). Anos mais tarde, impulsionada pela industrialização, a desordem do adensamento populacional nos centros urbanos brasileiros corrobora para inúmeras consequências negativas relacionadas à insalubridade e miséria, visto que a expansão habitacional se dava de modo dissonante de um planejamento urbano.

Somado a isso, a concentração de riqueza nas mãos de uma pequena parcela da sociedade e exclusão social da classe operária no contexto das transformações advindas do desenvolvimento industrial, levou muitas pessoas a se instalarem em habitações irregulares e de inadequação. Tais ocupações desordenadas no espaço urbano estão diretamente ligadas aos problemas basilares de rede de esgoto e drenagem, contribuindo para riscos na qualidade de vida da população. Para Maricato (2003, p. 153), “(...) segregação urbana ou ambiental é uma das faces mais importantes da desigualdade social e parte promotora da mesma”.

Com o fenômeno do êxodo rural, houve uma influência direta na urbanização, resultando na expansão e surgimento de novos bairros no município de São Luís (MA) no período entre 1930 e 1970, tais como Monte Castelo, João Paulo, Filipinho, Anil, entre outros (Dos Santos & Costa, 2020). Com o crescimento constante da população residente em cidade, as pessoas com poucas condições para as melhores moradias ocuparam áreas mais afastadas, rurais ou nas periferias da cidade. como pode ser comprovado na citação seguinte:

> As ações da gestão municipal se limitam também a destinar habitações populares, via programas federais, em lugares distantes, na zona rural ou na periferia urbana, o que configura um processo de valorização do espaço capitaneado pelo Estado a serviço das grandes corporações imobiliárias (Dos Santos & Costa, 2020, p. 44).

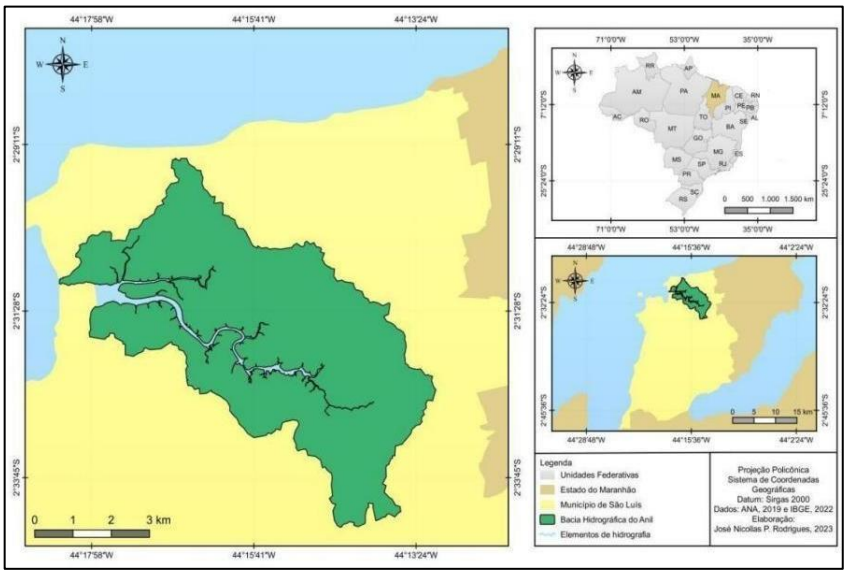
Dessa forma, a ocupação de diversas áreas do município deu-se em zonas de risco e de interesse ambiental, como morros, várzeas e manguezais, acarretando em atuais adversidades no controle das águas urbanas. Segundo Tucci (2005, p 21.) a ocorrência de inundações nas áreas impróprias, por exemplo, está atrelada basicamente a dois processos: o primeiro, formado naturalmente pela variabilidade espacial e temporal de precipitação na bacia hidrográfica; e o segundo, causado por obstruções no escoamento superficial advindas da urbanização com construções como pontes, aterros e etc.

As enchentes, elementos intrínsecos à dinâmica fluvial, se caracterizam pelo aumento das águas no canal de drenagem, sem ocorrer extravasamento. A distinção crucial, conforme apontado por Carvalho et al (2007), reside no fato de que, nas inundações, há o transbordamento das águas para além das margens do rio, enquanto nas enchentes esse transbordamento não se verifica. Além disso, surge o alagamento, termo definido por Silva (2022) como o acúmulo de água em áreas específicas devido à ausência de um sistema eficiente de drenagem.

No município de São Luís (MA), a vulnerabilidade urbana é agravada pela falta de planejamento territorial e políticas públicas, resultando em ocupações indevidas que refletem a desigualdade socioambiental no município. Essa ocupação desordenada, especialmente em áreas de rios e proteção ambiental, contribui para inundações e alagamentos, principalmente durante os meses chuvosos (Costa et al., 2019).

O bairro do Anil exemplifica o avanço desordenado da ocupação urbana, originado das ocupações às margens do rio Anil e em áreas de sua bacia hidrográfica (Costa et al., 2020), como é visivel no mapa de localização da bacia hidrográfica do rio Anil (Figura 1). A população local enfrenta constantes desafios devido às inundações e enchentes, resultantes das ocupações irregulares nas proximidades do rio.

Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia hidrográfica do rio Anil.



Fonte: Rodrigues, (2023).

Diante desse contexto, o presente trabalho tem como objetivo geral analisar os impactos socioambientais decorrentes das enchentes, inundações e alagamentos no bairro do Anil no período de chuvas. Além disso, a identificação das possíveis causas desses alagamentos para ações de prevenção nessas áreas para a população local, tendo como objetivos específicos:

- Identificar causas para o aumento dos alagamentos, inundações e enchentes e sua possível zona de influência
- Apontar ações de prevenção para o problema.
- Identificar os principais amparos legais existentes na região.

Metodologia

Foi realizado o levantamento bibliográfico tomando como referência autores como Costa (2019), Santos (2020), Silva (2022) e Tucci (2003;2005) que trabalham em seus artigos e dissertações temas como alagamentos, enchentes, inundações, bacia hidrográfica do rio do rio Anil e o processo de urbanização na cidade de São Luís.

Além disso, para a identificação dos pontos mais críticos relacionados às enchentes na região, utilizou-se o software Google Earth Pro para a definição da área a ser visitada. Posteriormente, elaborou-se um questionário com um total de 8 perguntas, conforme demonstrado no Quadro 1, para aplicação de forma online e presencial, com um total de 20 entrevistados na região principal do bairro Anil.

Quadro 1 – Questionário.

Nome
Durante o período das enchentes, a população recebe algum tipo de aconselhamento ou apoio da defesa civil ou prefeitura?
Você já teve danos ou perdeu bens materiais por conta de inundações, alagamentos ou enchentes?
Após o período de enchentes existe alguma intervenção dos órgãos públicos visando a proteção do meio ambiente e da saúde pública?
Várias doenças têm transmissão hídrica. Como febre amarela, dengue, leptospirose etc. Você já esteve infectado ou conhece algum relato pós-período chuvoso?
Acontece com frequência queda de energia elétrica nesse período?
É desenvolvida alguma atividade de conscientização e educação ambiental?
Quais ações você julga importante para a resolução desse problema?

Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

Posteriormente, foi realizada visita ao bairro do Anil para aplicação do questionário sobre pontos de alagamentos. Neste momento, a descrição do problema foi percebida através das respostas obtidas e registros fotográficos da área. Portanto, os pontos coletados em campo foram organizados em planilhas do Excel para que se definisse a percepção da população local acerca do problema proposto no presente artigo.

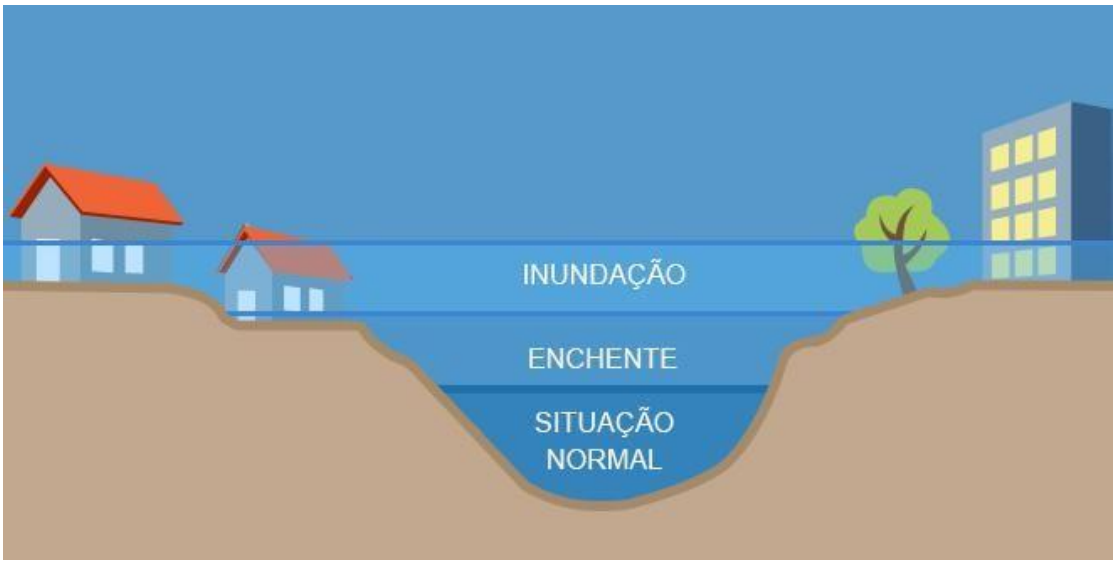
Resultados

Alagamentos, Enchentes e Inundações

A inundação é um fenômeno natural na qual ocorre principalmente nos períodos de chuvas intensas, que acarreta um transbordamento dos rios e a consequente ocupação das áreas próximas. De acordo com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN (2021), a inundação “é o processo em que ocorre submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água, em zonas que normalmente não se encontram submersas”. Além disso, as inundações costumam ocorrer nos médios cursos ou em áreas de jusantes, pois essas áreas são mais planas e baixas fazendo com o que o fluxo da água fique mais lento e concentrado.

Entretanto, com as fortes chuvas, chegam ao baixo curso e na jusante, bem rápido e como nessas áreas o escoamento é lento, acaba que o nível da água sobe, e pode chegar a transbordar, causando a inundação. Tal situação é agravada com a urbanização que favorece o aumento dos níveis da água do rio, em função dos processos de impermeabilização dos solos e o assoreamento dos canais fluviais.

Figura 2 - Representação de inundação.



Fonte: CEMADEN (2021).

Os impactos geralmente ocorrem com a falta de estrutura urbana, na qual muitos indivíduos não têm condições de morar nos centros urbanos e, consequentemente, se acomodam em lugares longe dos centros e próximo aos rios, por serem áreas com menores preços de terrenos ou ainda áreas da união.

As inundações em áreas urbanas causam prejuízos, tais como perdas materiais e humanas; contaminação por doenças hídricas e contaminação da água. Tucci (2003) enfatiza que esse fator decorre quando as águas, sendo elas de rios, riachos ou de galerias pluviais, transbordam devido à falta de capacidade do transporte de um dos sistemas e acabam por ocupar as áreas que os indivíduos utilizam para moradia, comércio, transporte, entre outros. Esse processo é frequente durante o período chuvoso em grandes e médias cidades.

Neste sentido podemos observar que os danos aos elementos de risco (pessoas, bens materiais e atividades econômicas) estão associados aos setores de risco de inundação, dessa forma, podemos entender e analisar, a partir do grau de cada risco de inundação, as dimensões de cada grau de risco por inundação, segundo a classificação de Silva et al (2014), como: baixo (R1), moderado (R2), alto (R3), muito alto (R4).

Enchente é um processo natural, o qual faz parte da dinâmica fluvial, mas pelo grande grau de urbanização, pode ser agravadas ocasionando desastres. Para Carvalho et al (2007), as cheias ou enchentes se caracterizam pelo aumento das águas no canal de drenagem que proporciona o cato máximo do canal, mas não ocorre o extravasamento da água do rio. Conforme autores supracitados, é possível observar a diferença entre enchentes e inundações, pois, apesar de serem semelhantes em alguns fatores, se diferem, uma vez que, na inundação, ocorre o extravasamento das águas para além de suas margens (Figura 2). No caso das enchentes não ocorre esse extravasamento.

Segundo Silva (2022), alagamento pode ser definido como o acúmulo de água em determinadas localidades por falta de um sistema eficiente de drenagem, sendo um fenómeno frequente nas áreas urbanas que pode ocorrer tanto de forma natural por meio do aumento no volume das águas de um rio em período chuvoso ou por forma antrópico, com a urbanização intensa e desordenada que pode desencadear problemas socioambientais com a danificação das estruturas presentes na região. No bairro do Anil, esse fenomeno é decorrente em periodo de chuvas intensas (Figura 3).

Figura 3 - Alagamento na avenida Edson Brandão.

Fonte: Google, 2016.

Na figura 3 é possível ver trechos de alagamento, decorrente da falta de um sistema eficiente de drenagem, após chuvas intensas na avenida Edson Brandão perto do antigo clube Lítero Português. Destaca-se na referida figura, a deposição de resíduos sólidos na calçada, comprometendo ainda mais a drenagem superficial.

No bairro Anil, localizado no município de São Luís no Estado do Maranhão, área de estudo deste artigo, esse bairro é propício às inundações, alagamentos e enchentes, pois a urbanização fica muito próximo às margens do rio Anil, em que todos os anos, ocorrem alagamentos no período de intensas chuvas (março, abril, maio) e faz com que as águas do rio Anil subam e provocam alagamentos em alguns pontos do bairro (Figura, 4).

Figura 4 - Alagamento na Avenida Edson Brandão - 15/01/2023.

Fonte: Imirante, 2023.

De acordo com Collischonn (2009), a exposição de cursos da água às chuvas, que ocorre um aumento dos níveis da vazão, na qual se denomina como enchente, um outro fator que colabora para que hajam cheias, são os resíduos sólidos depositados na drenagem urbana, que segundo Costa (2018) ocasionam:

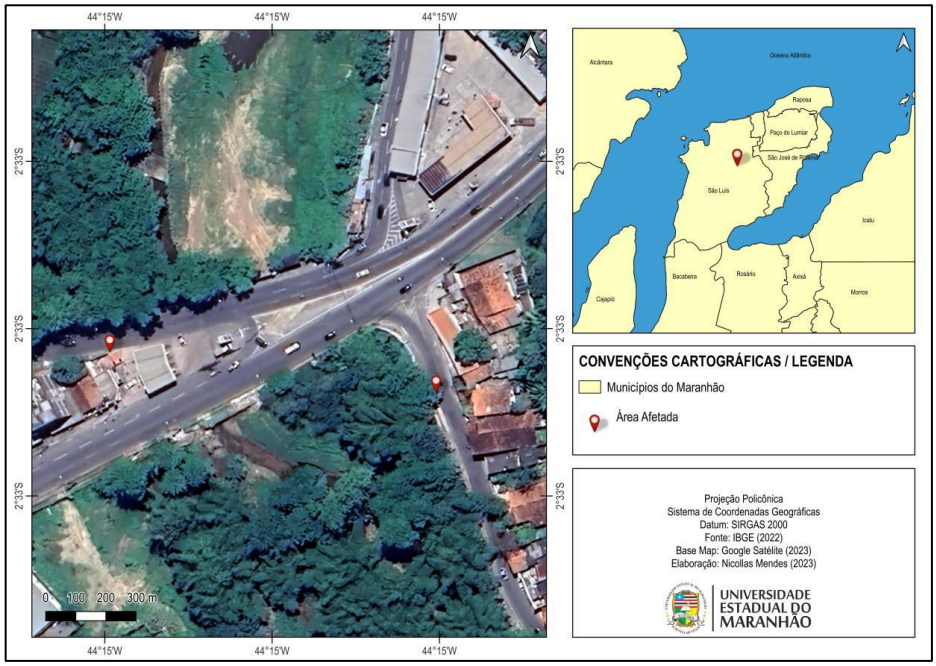
> [...]a degradação da qualidade das águas, contribuindo para o entupimento de bueiros e galerias e dificultando o escoamento das águas e colaborando para maior ocorrência de inundações. Diante do processo de urbanização intenso ocorrido no município de São Luís a partir da implantação de grandes projetos, áreas insalubres como várzeas foram ocupadas pela população de menor renda, assim, quanto maior a população concentrada nessas áreas, maiores serão os prejuízos e danos, e com a impermeabilização dessas áreas por residências, comércios entre outros, serão menos áreas de infiltração e mais áreas de escoamento superficial, ocasionando maiores picos de cheia, e maiores custos para as autoridades públicas, que terão que prestar assistência à população atingida. (Costa, 2018, p.51).

Segundo a autora supracitada pode-se observar que o bairro Rio Anil é fruto desse processo de urbanização intenso e de implantações de grandes projetos em áreas inadequadas que é próximo ao rio Anil, a urbanização dessa área gera a impermeabilização da água pelo fato de haver residenciais, prédios comerciais e asfaltos, acarreta em menos áreas de infiltração e consequentemente gerando alagamentos como se pode observar na figura 5.

Locais mais afetados

Durante a pesquisa de campo no bairro do Anil, os locais mais afetados eram aqueles situados próximos ao rio, especialmente na Avenida Edson Brandão, construída no meio do curso do rio Anil. Como resultado, essa área enfrenta frequentes problemas durante períodos de chuvas intensas, incluindo alagamentos, enchentes e inundações. Essas áreas afetadas estão destacadas na Figura 5, que representa a região da pesquisa.

Figura 5 - Áreas de inundações e alagamentos no bairro do Anil.



Fonte: Mendes, 2023.

Os pontos destacados no mapa indicam a localidade onde ocorrem os alagamentos, impedindo o tráfego e provocando engarrafamentos nos dois sentidos da avenida, que está situada no trajeto do rio. Como esses fenômenos são recorrentes em épocas de chuvas fortes, as casas e as ruas interligadas com a avenida são diretamente afetadas, resultando em danos à sua estrutura. Na Figura 5, é possível observar os pontos onde ocorrem esses fenômenos, enquanto na Figura 6 são evidenciados os danos causados por alagamentos e inundações nessas estruturas.

Figura 6: Danos causados a estruturas no bairro do Anil em período de chuvas intensas e inundações no ano de 2023.

Fonte: Tainá Launé, 2023.

Segundo Silva (2022), com as chuvas fortes e a transposição do rio, as casas que ficam localizadas na planície de inundação do afluente, são as primeiras a serem atingidas pelas inundações.

Impactos causados.

Enchentes, inundações e alagamentos são fenômenos de relação intrínseca que podem provocar danos à biodiversidade, à infraestrutura e outros bens, além de facilitarem ou agravarem problemas de saúde pública, como a cólera, a leptospirose e a dengue. A gravidade dos impactos sobre os indivíduos muitas vezes depende da sua localização no espaço urbano, que é o local de maior evidência da segregação social no território brasileiro devido à alta concentração demográfica somada à falta de capital.

Cançado (2009), ao discorrer sobre as principais consequências das inundações, aponta dois grandes grupos: os danos tangíveis e os danos intangíveis. Os danos tangíveis seriam aqueles de maior facilidade de serem reparados ou até mesmo com um prazo curto de duração, como perdas de móveis e eletrodomésticos, arruinamento de alguma infraestrutura, congestionamento, custos de limpeza, paralisação de uma produção entre outros. Já os intangíveis, não seriam passíveis de serem contabilizados financeiramente porque são considerados nestes, as perdas humanas, perdas de objetos sentimentais, danos psicológicos, contágio por doenças e etc.

Os prejuízos financeiros podem alcançar custos exorbitantes, tanto para moradores das áreas atingidas, como para o Estado, pois a depender do grau de ação desses processos, atividades econômicas são interrompidas, famílias podem ficar desalojadas necessitando da assistência de órgãos e instituições públicas, fora que doenças de potencial epidêmico podem ser proliferadas. A acessibilidade em zonas atingidas se torna caótica, e como consequência, surgem longos congestionamentos e dificuldade de locomoção, principalmente para deficientes e idosos.

Os riscos também podem estar na contaminação das fontes de abastecimento de água, essenciais para o consumo humano, que ao se misturarem aos esgotos domésticos se tornam impróprias. Dependendo da intensidade da ação das enchentes, inundações e alagamentos, os leitos dos rios podem ser assoreados e os animais ali presentes podem vir a desaparecer em um curto prazo de tempo.

Para a área de recorte deste estudo, entre os estragos relatados anteriormente, estão comumente as perdas materiais e longos congestionamentos no trânsito. Os habitantes do bairro Anil, costumam relatar não verificarem políticas assistenciais ou preventivas, deixando os moradores, quase sempre, contando com a própria sorte. No período entre os meses

janeiro e julho, ocorre o agravamento dos danos, pois é o período em que a cidade de São Luís registra anualmente os maiores picos de precipitações.

Ações de prevenção para os alagamentos enchentes e inundações

À medida que os terrenos urbanos passaram a ser impermeabilizados (principalmente pela pavimentação de ruas, calçadas e construções) o escoamento superficial aumentou e as águas pluviais, passaram a ocupar outros espaços, tais como ruas e avenidas, invadindo residências, comércios e indústrias (Santis; Mendonça, 2000, p. 5).

Contudo, devido ao intenso processo de ocupação das áreas, os serviços de drenagem tornam-se insatisfatórios ou inexistentes, contribuindo significativamente para a presença de esgoto a céu aberto e comprometendo o saneamento básico. Isso favorece a degradação ambiental e a vulnerabilidade ambiental, social, e torna a população suscetível a doenças.

Logo, as ações para minimizar os impactos causados por esses fenômenos são de vital importância, como o desenvolvimento do Plano Diretor de Desenvolvimento Municipal, junto às prefeituras, para definir, fiscalizar e averiguar áreas de riscos. Ações conjuntas com a Defesa Civil, para realizar o mapeamento da área, para firmar ações preventivas, corretivas e de respostas aos desastres. Além disso, é necessário realizar campanhas de educação ambiental para a conscientização dos moradores da área impactada, visando o descarte correto dos resíduos sólidos e a diminuição da poluição orgânica e inorgânica.

Amparos legais

Destaca-se entre as medidas adotadas pelo poder público: os alertas à população, orientando-as a redobrar a atenção ao nível da água nas margens de rios; buscar rotas alternativas quando estiver no trânsito, elevar os móveis para pontos mais altos da casa, entre outras medidas. Tais considerações são aplicáveis à área de estudo.

Na esfera estadual, as ações tomadas para a proteção e orientação nas zonas de risco em períodos de fortes chuvas, constituem planejamentos e prestação de auxílios pela Defesa Civil e Corpo de Bombeiros. Compete à Defesa Civil estabelecer medidas de prevenção, socorros, assistenciais e reconstrutivas para minimizar ou evitar os impactos consequentes dos desastres naturais. Já a corporação militar do Corpo de Bombeiros, subordinada ao Estado, realiza a execução dessas medidas.

O Governo do Estado do Maranhão, sob liderança do governador Carlos Brandão, institucionalizou por meio do decreto Nº 38.091, o Comitê Gestor de Prevenção e Assistência às Populações Vítimas das Chuvas (CPAV) no ano de 2023. Essa organização que reúne órgãos como a Polícia Militar do Maranhão (PMMA), Defesa Civil, Companhia de Saneamento

Ambiental do Maranhão (Caema), Secretaria de Estado de Governo (SEGOV), Secretaria de Estado Infraestrutura (SINFRA) e de Desenvolvimento Social (SEDES), têm por objetivo, prestar auxílio às famílias maranhenses afetadas por fenômenos consequentes de intensas precipitações tanto na capital, quanto nos demais municípios.

Os serviços efetuados pela prefeitura municipal de São Luís, sob coordenação da Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos (Semosp) , estão propostos no melhoramento dos canais de drenagem através de limpeza, capina, e manutenção asfáltica nos principais pontos da cidade. Devido à grande quantidade de resíduos sólidos presentes nas galerias e outros dispositivos responsáveis pela atividade drenagem, há uma intensa concentração das águas pluviais nos perímetros urbanos. Diante do que foi exposto, se conclui que os amparos legais garantidos pelas instituições públicas estão resumidos até o momento a providências pontuais e superficiais que não asseguram uma solução definitiva para as questões mencionadas.

Aplicação do questionário em campo

O questionário foi aplicado no bairro do Anil, onde encontra-se parte da Bacia Hidrográfica do rio Anil no município de São Luís, conforme foi observado na Figura 1. Este questionário teve o objetivo de entender a perspectiva e situações que os moradores próximos, no entorno, ou até mesmo no local onde ocorre a inundação, enchente e alagamentos, sofrem com essas situações. O questionário foi aplicado nos formatos online e presencial em realização de campo ocorrida no dia 27 de junho de 2023 (Figura 7).

Figura 7: Pesquisa em campo na avenida Edson Brandão no bairro do Anil - 27/06/23.

Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

A partir desse questionário foi gerado um quadro (1) com a porcentagem das respostas entre “Sim” ou “Não”, para demonstrar como está se procedendo a vida dessas

pessoas com os eventuais acontecimentos e identificar se ocorre o respaldo dos órgãos competentes.

Quadro 1 - Respostas do questionário aplicado em campo.

Perguntas	Sim	Não
Durante o período das enchentes, a população recebe algum tipo de aconselhamento ou apoio da defesa civil ou prefeitura?	30%	70%
Você já teve danos ou perdeu bens materiais por conta de inundações, alagamentos ou enchentes?	25%	75%
Após o período de enchentes existe alguma intervenção dos órgãos públicos visando a proteção do meio ambiente e da saúde pública?	5%	95%
Várias doenças têm transmissão hídrica. Como febre amarela, dengue, leptospirose e entre outras. Você já esteve infectado ou conhece algum relato pós-período chuvoso?	30%	70%
Acontece com frequência queda de energia elétrica nesse período?	55%	45%
É desenvolvida alguma atividade de conscientização e educação ambiental?	20%	80%

Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

Os resultados apresentados demonstram uma falta de intervenção por parte dos órgãos competentes para adotar as medidas preventivas de danos e de sensibilização aqui já citadas.

A pergunta em questão aplicada no formato online era: “Quais ações você julga importante para a resolução desse problema?”. Em suma, as pessoas responderam que o desenvolvimento de palestras com a comunidade local seria essencial para o que fazer nessas situações, além da prevenção e a ampliação da largura/profundidade para proporcionar uma maior vazão do rio e limpar os materiais e dejetos que são acomulados em pontos que deveriam ocorrer o escoamento dessas águas.

Em meio a pesquisa de campo, várias pessoas descreveram que essa problemática dos alagamentos, enchentes e inundações são decorrentes há muito tempo e nunca tiveram um respaldo dos órgãos competentes para que essa situação fosse resolvida. Não obstante, os problemas socioambientais por meio desses fenômenos só aumentaram.

Conclusão

A desordem na ocupação urbana de São Luís tem gerado ao longo dos anos a ocorrência de diversos desastres ambientais que apesar de surgirem através da dinâmica da natureza, são alimentados por nocivas alterações antrópicas. A falta de rendimentos financeiros de muitos indivíduos da cidade propiciou que esses desdenharam-se para ocupar áreas de pouco interesse do mercado imobiliário, normalmente devido à geomorfologia do relevo ou outra característica de desvalorização da área.

O bairro do Anil também foi constituído por essa lógica, sendo perceptível as inúmeras infraestruturas e vias construídas nos espaços antes somente recortadas por cursos de águas. A presença dessas vastas construções ao somar-se com a ineficiência dos canais de drenagem potencializa os efeitos causados pelo descontrole das águas pluviais urbanas, produzindo consequências desastrosas das mais variadas frentes. A alteração do percurso da água e da própria bacia hidrográfica do Anil por conta do assoreamento e poluição passou a desafiar a sua capacidade de suportar elevadas vazões.

É notório o desafio do poder público na aplicação de um modelo de ocupação que permita uma convivência adequada da população urbana em meio às áreas impróprias e assegurar o bem estar não somente dos moradores, como também do meio ambiente. Segundo a Lei Nº 10.257/2001 do Estatuto da Cidade, é competência da AdministraçãoPública, Distrito Federal e dos Municípios o planejamento da distribuição espacial da população e atividades econômicas a fim de evitar os efeitos negativos no meio ambiente, como também ordenação e controle do solo para deter os riscos de desastres para a população (BRASIL, 2001).

Nesse cenário, entende-se que é de responsabilidade do poder público assegurar à população em decorrência desses processos. Contudo, no Maranhão é notado que essas ações acabam por não serem muito efetivas, pois todos os anos ocorrem alagamentos, enchentes e inundações em áreas que deveriam ter o respaldo dos órgãos competentes.

A ausência de consciência ambiental dos moradores das áreas ao entorno, também pode ser elencada como uma ação que corrobora diretamente para a geração periódica dos problemas visto a grande quantidade de resíduos sólidos em bueiros e galerias que são encontrados em ações de limpeza instituídas pelo governo municipal. Portanto, ao se considerar os levantamentos teórico da formação urbana em São Luís e os trabalhos realizados em campo se infere da necessidade de uma atuação mais imponente da gestão pública, apresentando formas alternativas como pavimentos permeáveis, novas canalizações, bacias de retenção, restauração de rios urbanos a fim de se superar os obstáculos impostos pelas enchentes, inundações e alagamentos, considerando a necessidade de

conscientização dos habitantes desses espaços para que os danos posso ser no mínimo amenizados, pelo resultado que foi perceptível por meio dos questionários em campo.

Referências

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Estatuto da Cidade. Diário Oficial da União , Brasília, DF, 17 jul. 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/LEIS_2001/L10257.htm. Acesso em: 15 jul. 2023.

CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS.

Inundação. Disponível em: http://www2. .gov.br/inundacao/. Acesso em: 25 jun. 2023.

CANÇADO, V. L. **Consequências Econômicas Das Inundações E Vulnerabilidade:** Desenvolvimento de metodologia para avaliação do impacto nos domicílios e na cidade. 2009. 394 f. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S. de.; OGURA, A. T. (org.). **Mapeamento de Riscos em Encostas e Margem de Rios. Brasília:** Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

COLLISCHONN, E. **Inundações em Venâncio Aires/RS: interações entre as dinâmicas natural e social na formação de riscos socioambientais urbanos.** 2009. 327 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2009.

COSTA, C. M; FRANÇA, D. V. B; SILVA, Q. D. da; SANTANA, R. G; TEIXEIRA, E. C. et al. Uso e ocupação das áreas de preservação permanente e o perigo de inundações no alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil, São Luís-Maranhão. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 23 p. e44-e44, 2020.

COSTA, C. M. **Risco de inundações no alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil, São Luís - Maranhão.** 2018. 156 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2018

COSTA, Cristiane Mouzinho et al. Uso e ocupação das áreas de preservação permanente e o perigo de inundações no alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil, São Luís-Maranhão. **Geografia Ensino & Pesquisa**, p. e44-e44, 2019.

IMIRANTE. Após chuvas, avenida fica alagada e impede passagem. Disponível em: https://imirante.com/noticias/sao-luis/2023/03/15/apos-chuvas-avenida-fica-alagada-eimpede-passagem-de-condutores-e-pedestres-no-anil> Acesso em: 3 jul. 2023.

MARCOS, V de. Agroecologia e Campesinato: uma nova lógica para a agricultura do futuro. In: Agrária, São Paulo, nº 7, p. 182 – 210, 2007.

MARICATO, E. T. M. Metrópole, legislação e desigualdade. **Revista Estudos Avançados**, v. 17, n. 48, p. 151-167, 2003.

MAZZINI, P. L. F. ; SCHETTINI, C. A. F. Avaliação de metodologias de interpolação espacial aplicadas a dados hidrográficos costeiros quase sinóticos. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 13, n. 1, p. 53-64, 2009.

OLIVEN, R. G. **Urbanização e mudança social no Brasil**. Rio de Janeiro: Centro Edelstein, 2010.

PEITER, C. M. **Desastres naturais: enchentes e inundações e o papel do Estado e da sociedade na gestão de segurança pública**. 2012. 175 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Jurídica) – Universidade do Vale do Itajaí, 2012.

ROSSATTO, S. da. L. **Os impactos socioambientais das enchentes e inundações e sua relação com o processo de ocupação urbana irregular às margens do córrego Urutago no município de Francisco Beltrão - PR.** 2020. 21 f. Artigo (Graduação em Geografia) - Centro Universitário Internacional (UNINTER), Francisco Beltrão, 2020.

SANTIS, D. G. D.; MENDONÇA, F. de A. Impactos de Inundações em áreas urbanas: o caso de Francisco Beltrão/PR. **RA'E GA-O espaço Geográfico em análise**, v. 4, 2000.

SANTOS, L. E. N. dos; COSTA, M. C. L. O planejamento urbano em São Luís pela legislação de zoneamento, parcelamento, uso e ocupação do solo: limite ao direito à cidade pelo processo de produção no espaço. **Revista Caminhos da Geografia**, v. 21, n. 74, p. 1678-6343, 2020.

SILVA, P. C. F. da; ANDRADE, E. de; PENTEADO, D. R. Mapeamento de perigos e riscos de inundação: uma abordagem semiquantitativa. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 13-38, 2014.

SILVA, J. F. da. **Risco hidrometeorológicos em área urbana do município de São Luís-MA: vulnerabilidade, perigo e suscetibilidade associados.** 2022. 190 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Maranhão, 2022.

TUCCI, C. E. M. Águas Urbanas. In: TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C (Orgs.). **Inundações Urbanas na América do Sul.** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

TUCCI, C. E. M. Inundações e drenagem urbana. In: TUCCI, C. E. M.; BERTONI, J. C (Orgs.). **Inundações Urbanas na América do Sul.** Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas.** Brasília: Ministério das Cidades, Global Water Partnership, World Bank, Unesco, 2005.

Erosão Costeira e Intervenções na Praia de Arpoeiras, Acaraú - CE.

Coastal Erosion and Interventions at Arpoeiras beach, Acaraú-CE.

Fabíola Mota Pontes
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0009-0008-6716-708X
fabiola.mota@aluno.uece.br

Fabio Perdigão Vasconcelos
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-0388-4628
fabio.perdigao@uece.br

Adely Pereira Silveira
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0003-3709-0591
delysilveira@gmail.com

Gustavo Amorim Studart Gurgel
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0003-4383-1448
gustavogurgel2012@gmail.com

Yammê Batista Joca
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0009-0000-2471-1948
yamme.joca@aluno.uece.br

Resumo: A perda dos espaços litorâneos em decorrência da erosão costeira, sobretudo pela alteração na dinâmica costeira natural, vem sendo alvo de intervenções que visam à proteção e recuperação desses ambientes. Na praia de Arpoeiras, localizada no litoral de Acaraú-CE, os problemas ocasionados pelos processos erosivos foram severos afetando diretamente a integridade das estruturas urbanas, gerando riscos à segurança dos frequentadores. Para analisar os processos erosivos existentes em Arpoeiras e se as medidas empregadas foram eficientes, foi necessário levantamento de bibliografia, do projeto executivo das obras de revitalização e do estudo da dinâmica costeira realizados nos anos de 2016 e 2018. Foram realizados trabalhos de campo para o monitoramento da obra e após a conclusão. Foi possível constatar que o impacto do projeto de revitalização foi positivo para a população. O enrocamento mostrou-se eficiente na proteção das estruturas urbanas dos processos erosivos, possibilitando o uso da praia e de seus atrativos naturais pela comunidade.

Palavras-chave: Erosão Costeira. Intervenções. Proteção Ambiental. Litoral.

Abstract:. The loss of coastal spaces as a result of coastal erosion, especially due to changes in natural coastal dynamics, has been the target of interventions aimed at protecting and restoring these environments. At Arpoeiras beach, located on the coast of Acaraú-CE, the problems caused by erosion have been severe, directly affecting the integrity of urban structures and creating safety risks for visitors. In order to analyze the erosion processes in Arpoeiras and whether the measures employed were efficient, it was necessary to survey the literature, the executive project of the revitalization works and the study of coastal dynamics carried out in 2016 and 2018. Field work was carried out to monitor the work and after its completion. It was possible to see that the impact of the revitalization project was positive for the population. The rockfill proved to be effective in protecting urban structures from erosive processes, enabling the community to use the beach and its natural attractions.

Keywords: Coastal erosion. Interventions. Environmental Protection. Coastline.

Introdução

O litoral pode ser considerado uma zona privilegiada, a proximidade com o mar assegura cada vez mais o interesse humano pela ocupação desse ambiente, segundo a UNESCO, cerca de 2/3 da população mundial vive a menos de 50 km do litoral (VASCONCELOS, 2005). Entretanto, trata-se de um ambiente frágil, com ecossistemas particulares. Sua beleza natural atrai os mais diversos tipos de uso, desta forma a ação antrópica configura a principal causa de impacto na dinâmica costeira. A ocupação no litoral desencadeia diversos impactos ambientais.

A intensificação dos processos de erosão costeira, presente em grande parte das praias arenosas do mundo (PASKKOF, 1998), é um dos principais impactos associados às zonas costeiras. Esse processo ocorre quando há um déficit no balanço sedimentar, este por sua vez é definido pela perda de sedimento ao longo do ano, sendo caracterizado pelo desequilíbrio no balanço sedimentar, quando há uma perda maior de sedimentos do que o ganho. Em alguns casos, se faz necessária intervenção do poder público, dos particulares, instituições não governamentais, para recuperação e proteção dos ambientes costeiros. As obras costeiras de recuperação ambiental estão sendo cada vez mais empregadas no combate à perda dos espaços litorâneos para a erosão costeira. As atividades desenvolvidas no litoral como, turismo, indústria (complexos portuário), comércio e pesca, têm um papel importante no setor econômico e social e necessitam da manutenção desses espaços.

No litoral do Ceará, é possível observar esse processo acontecendo em diferentes localidades e com graus de intensidade diferentes. Na praia de Arpoeiras, localizada no município de Acaraú, cerca de 280 km da capital Fortaleza, foi identificado um forte processo erosivo, que comprometiam a integridade das estruturas urbanas. A relevante atividade turística da região, motivou a intervenção pública, tendo como resultado as obras de recuperação e proteção costeira da praia. O problema da erosão costeira e seus efeitos severos, principalmente pelo risco de destruição das estruturas urbanas ali existentes, mobilizaram a ação do poder público por meio da Secretaria de Turismo (SETUR) do Governo do Ceará, que contratou o Instituto de Estudos Pesquisas e Projetos (IEPRO), da Universidade Estadual do Ceará (UECE) e em Parceria com o Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira realizaram os estudos ambientais necessários para a execução dos projetos de proteção e Recuperação.

Figura 1 - Mapa de Localização da Praia de Arpoeiras, Acaraú - CE

Fonte: Pontes (2023)

O estudo da dinâmica costeira do litoral de Acaraú objetivou analisar a viabilidade da execução das obras de urbanização da praia de Arpoeiras, que obteve parecer positivo na aprovação das intervenções, visto que as mesmas não afetariam a dinâmica natural do ambiente. Outro fator determinante para a realização das obras foi à questão da valorização turística da praia. Vale ressaltar que o estudo indicou a necessidade da realização de obras de proteção costeira para proteger as estruturas de urbanização.

Erosão costeira: Intervenções de proteção ambiental no litoral cearense

A erosão costeira é considerada um problema global, visto que diferentes locais no mundo apresentam recuo da linha de costa, acarretando sérios prejuízos para a comunidade litorânea (BIRD, 1993; CALLIARI et al., 2003; MUEHE, 2006). São apontadas como principais causas da erosão a intervenção antrópica na dinâmica costeira seguida da urbanização do litoral (MUEHE, 2006). A combinação dos fatores erosão e urbanização são refletidas em dois aspectos, segundo Muehe (2006):

> […] a erosão provocada por interferências de obras costeiras no balanço sedimentar, ainda que de pequena expressão e, em segundo lugar, a melhor identificação de fenômenos ou tendências erosivas relacionados à presença de uma orla “fixada” pela urbanização. Em outras palavras, a urbanização em

> si não provoca erosão, entretanto, a construção de edificações dentro da faixa de resposta dinâmica da praia às tempestades tende à retomada pelo mar da área construída […] MUEHE (2006, pág 7)

O cenário descrito por Muehe (2006) é bem evidente no litoral cearense, assim como em outros estados ao longo da costa brasileira. Para compreender melhor os aspectos da erosão costeira e a as proporções que os seus efeitos podem tomar, são apresentados três ambientes no litoral do Ceará que são acometidos por processos erosivos bastante acentuados e que tiveram assim como Arpoeiras, intervenções por meio de obras costeiras de contenção e/ou recuperação ambiental.

Intervenções no litoral de Fortaleza-CE

No litoral da capital cearense, os processos erosivos desencadeados pela construção do Porto na enseada do Mucuripe, combinados ao déficit sedimentar eólico e pluvial, além da urbanização não planejada, foram severos e promoveu o recuo acentuado da linha de costa, que por sua vez, foi notado principalmente quando as estruturas urbanas foram atacadas. Na tentativa de conter os efeitos da erosão e o iminente avanço do mar, foram necessárias intervenções, obras de proteção costeira realizadas pelo poder público. Atualmente a cidade contabiliza 17 estruturas do tipo molhe de proteção, também conhecidas como espigões e quebra-mar longitudinal a linha de costa, distribuídas pelo litoral desde o Titanzinho (molhe de proteção da bacia portuária do Mucuripe), na praia do Serviluz, seguindo até à Barra do Ceará.

Figura 2 – Litoral de Fortaleza, trecho entre o Porto do Mucuripe e Barra do Ceará.

Fonte: Google Earth (2022)

A Avenida Beira Mar de Fortaleza também passou por um processo de requalificação. A obra realizada entre 2018 e 2022, contou com o alargamento da faixa de praia no trecho dos espigões das avenidas Rui Barbosa e Desembargador Moreira, além de novas estruturas de quiosques, calçadão e nova via paisagística. Para a engorda da faixa praial foram feitos o

aterro hidráulico da Beira Mar (figura 3) e a recomposição do aterro da praia de Iracema. Esse tipo de obra costeira recompõe a faixa de praia perdida pelos processos erosivos, protege a costa da ação das ondas, além de mais inserção de areia no sistema.

Figura 3 – Obras do aterro hidráulico da Beira Mar em 2019

Fonte: Pontes (2023)

Intervenções no litoral de Caucaia-CE

As praias de Caucaia sofrem atualmente um intenso processo de erosão. Morais (2001) e Morais e Vasconcelos et al. (2007) avaliaram a variação da linha de costa no litoral de Caucaia entre 1968 e 1996 e concluíram que esse trecho do litoral recuou entre 150 e 400 metros nesse período. Gurgel (1988) alertou para o problema da erosão costeira na Praia de Iparana, calculando que trechos dessa área tiveram recuo da linha de costa em até 200 metros.

As estruturas urbanas frente ao SESC (Serviço Social do Comércio) foram protegidas com a implantação de um enrocamento de 1.070 metros de extensão. Esse tipo de projeto tem como objetivo proteger as estruturas continentais dos processos erosivos. No ano de 2010, iniciou uma obra de contenção da erosão da Praia do Icaraí utilizando estruturas do tipo bagwall que consiste na construção de estruturas de concreto em forma de escada entre o continente e a linha de preamar, para amortecer o impacto das ondas e conter o recuo da linha de costa.

No entanto, durante as primeiras ressacas com ondas do tipo swell, um trecho de 30 metros da obra, localizado na Avenida Litorânea, sucumbiu à força das ondas e desabou. Após novas ressacas e destruições, novas obras de manutenção e reformas foram projetadas, porém as intervenções, até então aplicadas, pouco fizeram para a melhoria e proteção do litoral de Caucaia.

Figura 4 – Estruturas do tipo Bagwall no litoral de Caucaia-CE.

Fonte: Adaptado de Monteiro et Al; (2016), Projeto Resmar (2015)

A Prefeitura Municipal de Caucaia – PMC publicou em 23 de dezembro de 2020, o Decreto no 1.173, declarando situação de emergência na área litorânea do Município de Caucaia-CE, afetadas por erosão costeira/marinha – COBRADE No 1.1.4.1.0, conforme IN/MI 02/2016. Com essa declaração de situação de emergência na área litorânea, a PMC, contratou o Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias - INPH para elaboração dos estudos de modelagem matemática para a caracterização do clima anual de ondas no litoral de Caucaia e o desenvolvimento de um projeto de proteção costeira das praias daquele Município.

Figura 5 – Muro de contenção protegendo a Av. Litorânea do ataque das ondas, na praia de Icaraí, Caucaia – CE

Fonte: Pontes (2023)

Esses estudos resultaram no projeto que está atualmente sendo implementado no litoral de Caucaia, que conta com a inclusão de 11 estruturas fixas (molhes de contenção) na linha de praia, com configuração senoidal (“S”), modelo capaz de gerar uma célula de recirculação marítima (fraca) entre os dois quebra-mares adjacentes, que em tese deve impedir a perda de sedimentos da costa e possibilitar a passagem de sedimentos da corrente de deriva litorânea sem que sejam barrados completamente.

Figura 6 – Molhe senoidal, sendo construído na praia de Icaraí, Caucaia - CE.

Fonte: Pontes (2023)

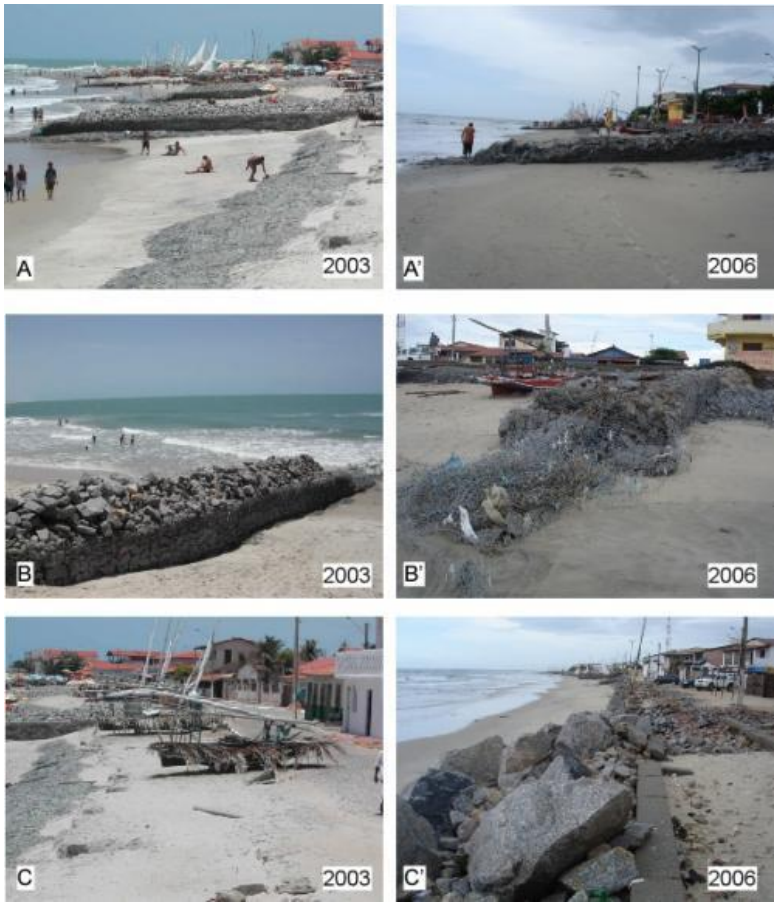
Intervenções no litoral de Cascavel: A Vila de Caponga.

As intervenções na Praia da Caponga, em Cascavel, localizado no litoral leste do Estado do Ceará, distante 70 km de Fortaleza, tiveram o objetivo de tentar conter os processos erosivos de uma localidade que tem no veraneio e na pesca as suas principais atividades econômicas (PINHEIRO, MORAIS e MEDEIROS, 2001).

A prefeitura junto a então Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDURB) no ano de 1998 promoveram a implantação de seis estruturas do tipo gabião, juntamente com a reestruturação urbana (Pinheiro, 2000; Morais & Pinheiro, 2001).

Pinheiro et al (2001) afirmou que “Os gabiões desempenharam um papel fundamental na preservação desta área situada em frente ao núcleo urbano de maior adensamento populacional”, entretanto, as estruturas foram afetadas pela falta de manutenção, a destruição das malhas que revestiam os gabiões resultou na depredação das estruturas implantadas, em pouco tempo os processos erosivos retornaram.

Figura 7 – Evolução da faixa de praia diante da vila da Caponga após a construção dos espigões e muros paralelos à faixa de praia.



Fonte: Meireles (2008)

Metodologia

A forma de abordagem aplicada segue na perspectiva descritiva longitudinal, que se concentra na coleta e análise de dados ao longo do tempo, com o objetivo de entender como um determinado fenômeno muda e evolui. Esse tipo de abordagem toma a variação ao longo dos anos como um aspecto mais importante. É um método que visa analisar as variações nas características dos mesmos elementos amostrais assim como observar, registrar e descrever as características de um determinado fenômeno ocorrido em uma amostra. Ela permite investigar as diferenças ou evolução no tempo e determinar a significância dessas diferenças.

A metodologia descritiva longitudinal permite também uma compreensão mais profunda e detalhada da dinâmica do fenômeno em questão, sendo uma ferramenta valiosa para identificar tendências, padrões e relações entre variáveis.

Esse tipo de estudo se concentra na coleta e análise de dados ao longo do tempo em um único lugar ou população. São utilizados para entender as mudanças nas características geográficas, sociais, econômicas, entre outros aspectos, e como elas evoluem ao longo do tempo. Nesse sentido, foi trabalhada a questão da retrospectiva da área estudada a fim

explorar fatos do passado conduzindo a pesquisa até o momento presente, pela análise documental.

As etapas para obtenção dos dados sucederam de acordo com as etapas descritas abaixo:

a. Levantamento de literatura acerca da temática da erosão costeira, em diferentes escalas de atuação, assim como as intervenções costeiras no litoral cearense e suas implicações.

b. Trabalhos de campo para avaliar as condições da praia de Arpoeiras, durante a execução do projeto de contenção e após a conclusão, para comparar o antes e depois das obras do muro de contenção. Essa etapa foi realizada com o uso de imagens de satélite, assim como a utilização de imagens captadas pelo uso de drone e de vistorias na área.

c. A caracterização da dinâmica costeira da praia de Arpoeiras para poder avaliar e entender as dinâmicas e os agentes erosivos atuantes nessa área.

d. Compilação dos dados obtidos em gabinete e nos trabalhos de campo, sendo o ponto principal para as discussões.

Processos Erosivos e o Projeto de recuperação da praia de Arpoeiras, Acaraú-CE.

A praia de Arpoeiras está localizada na zona costeira do município de Acaraú, situada a 238 km da capital Fortaleza, e apresenta uma extensão de 34 km de linha de costa. O mapa abaixo indica a localização geográfica do município de Acaraú, que está situado no estado do Ceará.

Segundo dados do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE), o município apresenta clima Tropical Quente Semiárido Brando, com pluviosidade média de 1.139,7 mm/ano e com temperatura média em torno de 26 a 28ºC durante o ano. Essas características climáticas favorecem a diminuição do transporte sedimentar em decorrência da umidificação dos sedimentos, principalmente dos mais finos como siltes, argilas e areias muito finas (VASCONCELOS, 1992).

Figura 8 – Mapa de localização do município de Acaraú – CE.

Fonte: Pontes (2023)

O município tem como característica em sua zona costeira uma inflexão de direção WSW-ENE, provocando um ângulo de incidência das ondas no 9.entorno de 45° a 60º. Na Praia de Arpoeiras essa direção média de WSW-ENE, diminui sensivelmente o ângulo de incidência das ondas sobre a linha de costa. (IEPRO/LAGIZC, 2016)

Essas condições de baixo ângulo de incidência favorecem uma linha de costa formada por praias arenosas e a formação de depósitos submersos, tendo como característica marcante, a tendência de praias predominantemente dissipativas associadas ao macro compartimento das planícies de marés arenosas (MORAIS et. al., 2006), apresentam também grandes extensões, que deixam a disposição uma faixa praial de centenas de metros em maré baixa, podendo chegar a quilômetros em alguns casos.

Erosão na Praia de Arpoeiras

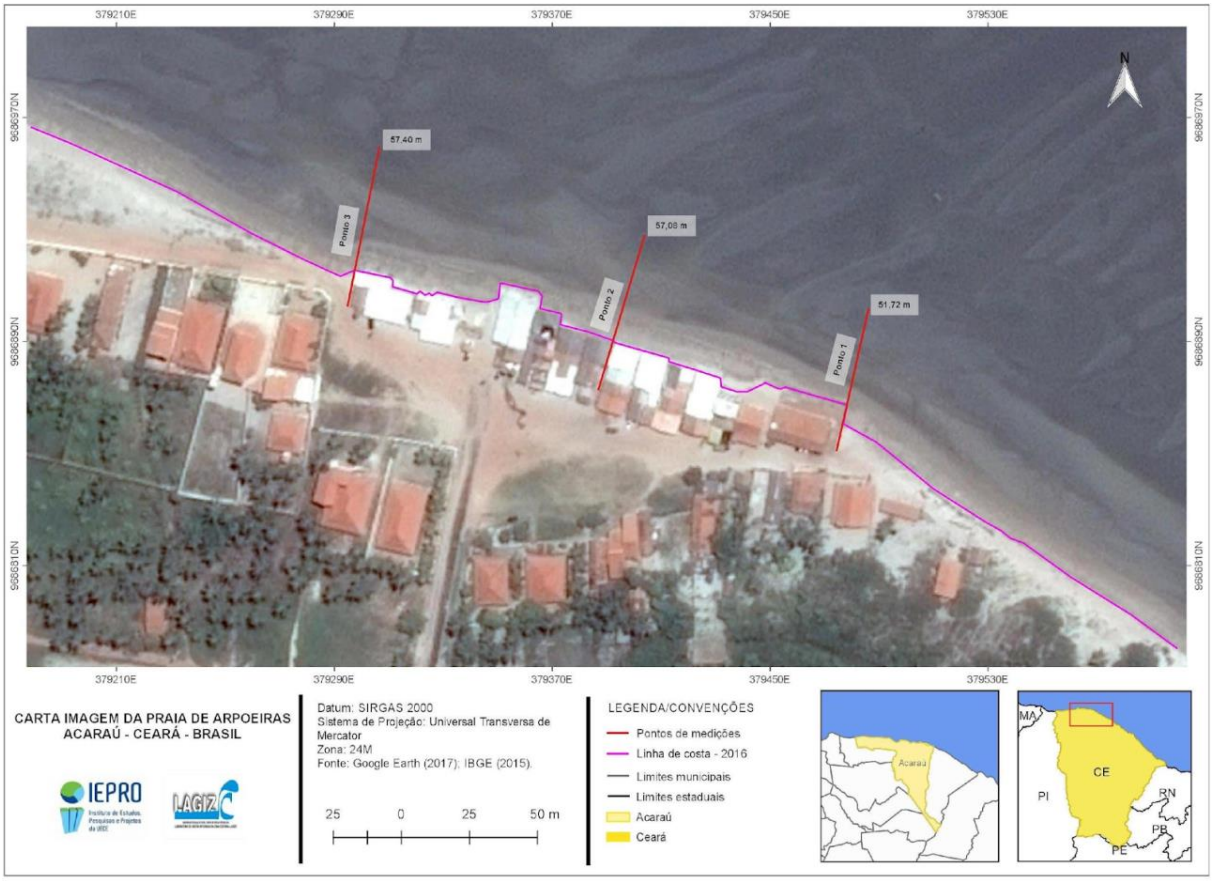
O estudo ambiental da dinâmica costeira de Arpoeiras realizada pelo LAGIZC e pelo IEPRO (2016) fez o monitoramento da evolução da linha de costa da praia objeto de estudo, para avaliar a intensidade dos processos erosivos, constatando a necessidade da proteção para a costa. Para realização desse monitoramento foram marcados três pontos de análise para comparação temporal entre os anos de 2011 e 2016, mediante a disponibilidade de imagens de satélite. As marcações dos pontos foram dispostas conforme apresentado na figura 9A e 9B, da seguinte maneira:

- Ponto 1 situado na porção mais a leste da área (a montante da dinâmica costeira);

- Ponto 2 em posição de meio de praia (mediando os dois pontos extremos)
- Ponto 3 na porção mais a oeste (a jusante da direção de ventos e da corrente de deriva litorânea).

As figuras 9A e 9B mostram as cartas imagem de Arpoeiras, onde foram marcados os pontos de análise, e foram traçadas as linhas de costa em 2011 e 2016 respectivamente, com base nas imagens de satélite da época. Segundo a análise das imagens no período estudado (2011 a 2016) os dados permitem concluir que no ponto 1 houve um recuo de 27 metros, cerca de 5,4 metros por ano, no ponto 2, recuo de 21 metros, cerca de 4,2 metros por ano. No ponto 3 foi observado um recuo menor, em decorrência da fixação de estruturas de proteção (Tabela 1), 2011 e 2013 e foi da ordem de 12 metros, com uma média de 2,4 metros por ano. A tabela 1mostra os dados obtidos durante o período analisado.

Figura 9A - Cartas imagem de Arpoeiras para modelamento da erosão costeira.



Fonte: Adaptado do Estudo da Dinâmica Costeira da praia de Arpoeiras – IEPRO / LAGIZC (2016)

Figura 9B - Cartas imagem de Arpoeiras para modelamento da erosão costeira.

Fonte: Adaptado do Estudo da Dinâmica Costeira da praia de Arpoeiras – IEPRO / LAGIZC (2016)

Tabela 1 - Análise da linha de costa de Arpoeiras entre 2011 e 2016.

Análise da linha de costa da praia de Arpoeiras 2011 a 2016		
Pontos	**Recuo da faixa praial (m)**	**Média por ano (m)**
P1	27	5,4
P2	21	4,2
P3	12	2,4

Fonte: Adaptado do Estudo da Dinâmica Costeira da praia de Arpoeiras – IEPRO / LAGIZC (2016)

As imagens a seguir mostram os efeitos dos processos erosivos e o risco que podem causar às comunidades litorâneas. Na figura 10A, as estruturas construídas pelos próprios moradores, com o intuito de proteger as estruturas do ataque das ondas e da maré.

Na figura 10B, observa-se a destruição causada pela erosão costeira. Vale ressaltar que, na figura 10A, as estruturas de proteção têm efeito positivo, mesmo que em pequena escala, entretanto a integridade das construções continua em risco.

Figura 10 – A: Estrutura de proteção contra o ataque das ondas em Arpoeiras. B: Estruturas urbanas destruídas por processos erosivos na praia de Arpoeiras (2016).

Fonte: Adaptado do Estudo da Dinâmica Costeira da praia de Arpoeiras – IEPRO / LAGIZC (2016)

Os moradores locais relataram que o ataque das ondas em grandes marés ocorre há muitos anos. A estabilidade da praia não foi suficiente para garantir a proteção da área de berma, onde estão localizados os equipamentos urbanos e da faixa de praia. O dado mais preocupante, fator preponderante para a necessidade da proteção dessas estruturas, refere-se a cota do limite superior do estirâncio, que é o nível mais alto atingido nos eventos de grandes marés (sizígia), que apresentava em contato com as estruturas, observando a existência de um desnível, que chegava a 4,2 metros, entre as partes mais altas (próximas ao berma) e as partes mais baixas (próximas ao mar) da praia.

Projeto de Urbanização e Recuperação

O projeto de Urbanização da Praia de Arpoeiras foi elaborado em 2016. Fazia parte da obra, a iluminação da via de acesso que leva a praia, assim como sua pavimentação. Tendo como objetivo principal a valorização do espaço litorâneo, através do turismo, o projeto visou à construção de 11 quiosques padronizados, um calçadão paisagístico como parte da estrutura de proteção, estacionamento com capacidade para até 100 veículos e banheiros públicos.

O calçadão de aproximadamente 200m de extensão, que foi delimitado pelo final do quadrante do estacionamento até a área de praia, foi parcialmente concluído em 2020, juntamente com as obras de proteção costeira, tendo em vista que o mesmo fazia parte da

estrutura de proteção. A obra foi entregue pelo governo do Ceará em dezembro de 2020, tendo um investimento de quase 9 milhões de reais, segundo dados do próprio governo. O calçadão só foi concluído em 2022.

Quadro 1 - Objetivos do projeto de Urbanização da Praia de Arpoeiras.

Objetivos	
1	*A valorização paisagística e ambiental do lugar, através de um traçado que respeita a linha de preamar e dialoga com as edificações existentes, de modo que a intervenção se insira de maneira sutil na paisagem.*
2	*A criação de um ambiente público de qualidade e de grande valor cênico.*
3	*Mitigar os impactos na paisagem gerados pela presença de enrocamento, através da adoção de mecanismos arquitetônicos e paisagísticos*
4	*Ampliar a área pavimentada somente o necessário para não reduzir a faixa de praia*

Fonte: Projeto Executivo de Proteção/Recuperação Costeira da Praia de Arpoeiras, Acaraú-CE – IEPRO (2019)

O quadro 1 mostra os objetivos traçados para alcançar os resultados esperados diante da execução do projeto. Tais objetivos claramente foram pautados principalmente na questão turística, o projeto reintegra a necessidade de uma valorização da paisagem com a finalidade de promover o turismo na região. Vale salientar que o turismo cearense corresponde a 5% do PIB do estado, com propensão a crescimento nos próximos anos (IPECE, 2018).

O segundo aspecto importante do projeto foi a questão ambiental. A urbanização garantiria a estabilidade ambiental de uma zona que sofria constantemente com o avanço da linha de costa em decorrência da elevação recente do nível dos oceanos.

Os objetivos cumpriram os anseios da população local, que utilizada praia como espaço para produção das suas relações e de garantia de sua existência. Sobretudo sendo amparada pela lei de Gerenciamento Costeiro, Lei Nº 7.661, de 16 de maio de 1988, Art 10, que define a praia e suas formas de uso como bem comum de todos.

As estruturas das barracas foram erguidas de maneira suspensa, em relação ao nível base do mar. As bases das edificações ficaram sob constante ataque da ação das ondas e das correntes de marés, sobretudo nos períodos das grandes marés de sizígia, problema recorrente, que foi explicitamente evidenciado no estudo ambiental da dinâmica costeira da praia de Arpoeira (LAGIZC/IEPRO, 2016).

Figura 11- Base das barracas sendo atacada pelas ondas durante a maré alta.

Fonte: Acervo LAGIZC

A revitalização foi sobreposta a construção do muro de proteção, tendo como resultado a danificação das estruturas ali existentes. Somente em 2019, a SETUR, contratou o IEPRO-UECE, para elaboração do projeto executivo das obras de proteção e recuperação costeira.

O projeto executivo da obra de proteção costeira, solicitado ao IEPRO-UECE, pela SETUR, propôs mediante estudo da dinâmica, a instalação da obra de contenção do tipo longitudinal aderente ou enrocamento aderente. Os muros de contenção ou enrocamento aderente são obras de defesa fixadas paralelamente à linha de praia, tendo como objetivo proteger a linha de costa dos ataques frontais das ondas. Esse tipo de construção é geralmente instalado, próximas ao mar, sejam sobre duna frontal ou na pós-praia.

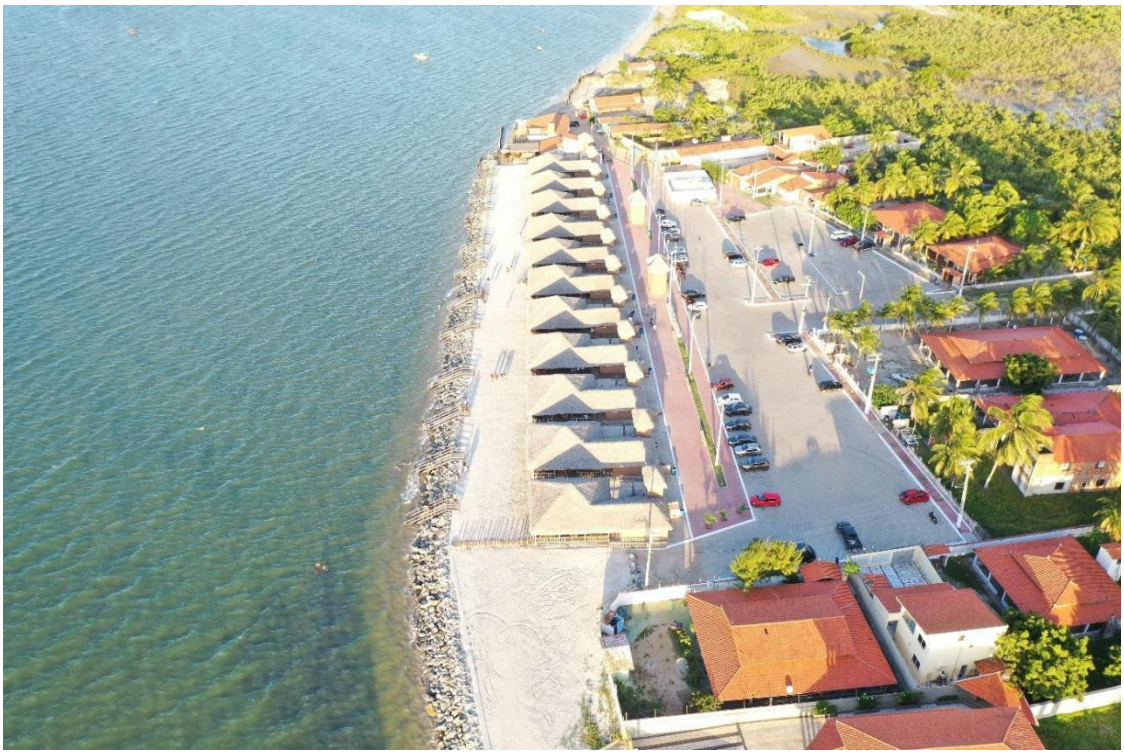
Figura 12 - Rachaduras nas estruturas das barracas em decorrência da ação das ondas e maré.

Fonte: Acervo LAGIZC

Figura 13 - Talude de enrocamento.

Fonte: Pontes (2022)

Figura 14 - Vista aérea do projeto de recuperação e proteção ambiental da praia de Arpoeiras finalizado.



Fonte: Acervo LAGIZC (2022)

Considerações Finais

A erosão costeira traz diversos impactos negativos para o ambiente litorâneo, o principal deles é o recuo da linha de costa. A perda dos espaços litorâneos configura um problema mundial, causando problemas em diferentes escalas. No decorrer da pesquisa, ficou evidente que apesar de ser um processo natural, a interferência das ações antrópicas nesse ambiente, aceleram e agravam os processos erosivos.

A praia de Arpoeiras, em Acaraú, foi acometida de problemas desencadeados pelos impactos da erosão costeira. As belas paisagens de praia, estuário e mangues proporcionam a essa área um grande potencial de lazer, recreação e de desenvolvimento de atividades turísticas, associada ao clamor socioeconômico justificaram a mobilização do poder público para o desenvolvimento de projetos de infraestruturas de melhoria urbana, tendo como objetivo incentivar o turismo em base local e conter os processos erosivos.

Quantos aos aspectos físicos e naturais foram possíveis determinar o perfil intermediário a reflexivo da praia, com angulação de inclinação entre 7° e 9°, isso permitiu identificar o comportamento da morfologia praial, sendo essencial para determinar o tipo de obra instalada na região, visto que a praia apresenta tendências erosivas naturais, de acordo com o relatório da dinâmica costeira elaborado pelo IEPRO, em 2016.

A análise temporal das imagens de satélite indicou um período de erosão costeira moderada para esse trecho praial, fruto de episódios de ressacas nos períodos de marés altas de sizígia. A execução do projeto de urbanização no Município de Acaraú/CE proporcionou estabilidade à zona de berma e garantiu a proteção das estruturas urbanas existentes e as novas que foram implantadas.

Com a implantação de estruturas de proteção costeira quando bem elaboradas, associadas ao monitoramento e manutenção desses equipamentos, é possível garantir o direito constitucional do uso das áreas de praia, bem como a proteção e recuperação dos ambientes costeiros e marinhos.

Referências

BIRD, E.C.F. 2008. Coastal Geomorphology: An introduction. 2nd edition. Chinchester. Wiley and Sons. 436 pp.

BARROS, E. L. Erosão costeira no litoral do município de Icapuí-Ce na última década: causas, consequências e perspectivas futuras. 2018. 254 f.: Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

Estudo da dinâmica costeira para análise de viabilidade técnica da instalação de obra de projeto de urbanização da praia de Arpoeiras e iluminação do acesso, no município de Acaraú/CE, para valorização turística da Beira Mar - Instituto de Estudos, Pesquisas e Projeto - IEPRO/UECE, Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira - LAGIZC/UECE, 2016. 27p.

FARIAS, E. G. G. de; MAIA, L. P. 2010. Uso de técnicas de geoprocessamento para a análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do estado do Ceará, Brasil. Revista da Gestão Costeira Integrada, v. 10, p. 521-544, 2010.

GURGEL, G. A. S. Estudo dos Impactos Ambientais no Complexo Litorâneo Barra do Ceará – Iparana. Monografia de Graduação. Curso de Geologia. Universidade de Fortaleza. 1988

MAIA, L. P. – Processos costeiros y balance sedimentário a lo largo de Fortaleza (NE – Brasil): Implicaciones para uma gestión adecuada de la zona litoral. Tese de Doutorado. Universidade de Barcelona, Barcelona-ES: 1998. 269 p;

MEIRELES A. J. A. Impactos ambientais decorrentes da ocupação de áreas reguladoras do aporte de areia: a planície Costeira da Caponga, município de Cascavel, litoral leste cearense. 2008. >http://journals.openedition.org/confins/2423< Acesso em outubro 2022.

MORAIS, J. O. & PINHEIRO L. S. Características sedimentológicas da Praia de Caponga - CE. Essentia, Sobral, v.3, n.1, p. 93-111, 2001.

MORAIS, J. O. FREIRE, G.S., PINHEIRO, L.S., SOUZA, M. J. N. de, CARVALHO, A. M., PESSOA, P.R.S. & OLIVEIRA, S. H. M. (2006) – CEARÁ. In: MUEHE, D. (ORG.), Erosão e Progradação do litoral Brasileiro, 1: 132- 154, MMA (Ministério do Meio Ambiente), Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

MORAIS, J. S. D. Gerenciamento de Informações na Análise de Impactos Ambientais no Litoral Oeste de Fortaleza da Região Metropolitana de Fortaleza. 2001. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual do Ceará. 2001.

MORAIS, J.O.; PINHEIRO, L.S.; FREIRE, G.S.S., PESSOA, P.R..; GUERRA, R.P.; BARROS, E.L., MOURA, J.M. Ceará. In: Muehe, d. (2017). (org.). Panorama da Erosão Costeira no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), p.261-288.

MOURA, F. J. M. De. Dinâmica de barreiras costeiras na Costa Semiárida Brasileira: o caso do litoral de Acaraú e Itarema - Ceará / Francisco José Maciel de Moura. – 2018. Tese de Doutorado. 267 f.: il. color.

MUEHE, D. (2005) Aspectos Gerais da Erosão Costeira no Brasil. Revista Mercator - Revista de Geografia da UFC, ano 04, número 07, 97 - 110p.

PASKKOF, R. (1998): Les littoraux - Impacts des aménagements sur leur évolution, 4ª. edição. Masson et Armand Colin Éditeurs. Paris. 260 páginas.

PINHEIRO, L. S. Compatibilização dos processos morfodinâmicos e hidrodinâmicos com o uso e ocupação da praia da Caponga-Cascavel-CE. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Ceará, 164 p., Fortaleza, 2000.

PINHEIRO, Lidriana de Souza; MORAIS, Jáder Onofre de; MEDEIROS, Carmen. Mudanças da linha de praia e feições morfológicas no Município de Cascavel, estado do Ceará, Brasil. Arquivo de Ciências do Mar. Fortaleza, v. 34. n. 1-2, p.117-130. 2001.

VASCONCELOS, F. P. Gestão Integrada da Zona Costeira: ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral. Fortaleza: Premius, 2005.

Metodologia para classificação de perigo e cenários de ruptura de barragem no Gargalheiras, Acari/RN - Brasil

Methodology for hazard classification and dam failure scenarios in Gargalheiras, Acari/RN - Brazil

Jhonathan Lima de Souza
Laboratório de Estudos Climáticos e Bacias Hidrográficas - IG/UNICAMP
0000-0003-2351-3266
j234501@dac.unicamp.br

Aline Pascoalino
Laboratório de Estudos Climáticos e Bacias Hidrográficas - IG/UNICAMP
0000-0003-0927-8474
apascoal@unicamp.br

Lutiane Queiroz de Almeida
Grupo de pesquisa Georisco – UFRN
0000-0002-6604-5987
lutianealmeida@hotmail.com

Resumo: Inaugurada no ano de 1959 e com capacidade de armazenamento de 44 milhões de m3, a Barragem Marechal Dutra conhecida como Gargalheiras, está localizada no município de Acari/RN. Ao longo dos seus anos em operação a barragem apresentou avarias significativas em sua estrutura, tais como oxidação de concreto, deterioração dos paramentos de montante e jusante, inoperabilidade de sua hidromecânica, dentre outros. Isso chamou a atenção dos órgãos reguladores, que no ano de 2015 emitiram a notificação do grau de risco da barragem para o estado de alerta, para um possível rompimento. Diante do fato, o objetivo desse trabalho é realizar uma nova classificação de perigo para a barragem Gargalheiras no município de Acari/RN, bem como o levantamento de cenários de inundação pós-rompimento. Para isso, foi utilizada a adaptação de uma metodologia já consolidada no segmento em estudo, a qual possibilitou concluir resultados que variam do insatisfatório à emergência para os índices propostos. Além disso, foi realizado o mapeamento cruzando dados espaciais de topografia e volume da barragem, assim possibilitando estimar as áreas de inundação e número de pessoas expostas no município. Dessa forma, o estudo serve como uma ferramenta complementar, que auxiliará os órgãos de segurança de barragem e proteção e defesa civil, a formularem seus planos de ações emergenciais e de contingências em face da possibilidade de deflagração de eventos de rompimento de barragem.
Palavras-chave: Segurança de barragem; Gestão de riscos de desastres; Segurança populacional; Onda de cheia; Semiárido.

Abstract: Inaugurated in 1959 and with a storage capacity of 44 million m3, the Marechal Dutra Dam, known as Gargalheiras, is located in the municipality of Acari/RN. Over its years in operation, the dam has had significant damage to its structure, such as concrete oxidation, deterioration of upstream and downstream facings, inoperability of its hydromechanics, among others. This caught the attention of regulatory bodies, which in 2015 issued notification of the dam's degree of risk for the state of alert, for a possible rupture. In view of this fact, the objective of this work is to carry out a new hazard classification for the Gargalheiras dam in the municipality of Acari/RN, as well as the survey of post-rupture flood scenarios. For this, the adaptation of a methodology already consolidated in the segment under study was used, which made it possible to conclude results ranging from unsatisfactory to emergency for the proposed indices. In addition, mapping was carried out crossing spatial data of topography and dam volume, thus making it possible to estimate the areas of flooding and the number of people exposed in the municipality. In this way, the study serves as a complementary tool, which will help dam safety and civil protection and defense agencies to formulate their emergency action plans and contingencies in the face of the possibility of triggering dam failure events.
Keywords: Dam safety; Disaster risk management; Population security; flood wave; Semi-arid.

Introdução

A água é um elemento essencial para a manutenção da vida, fato. E desde os primórdios da origem humana, nossos ancestrais no Neolítico criaram aldeias e desenvolveram a agricultura em um lugar fixo, o qual estava próximo a corpos de água, os quais abasteciam a aldeia, assim garantindo a manutenção de suas atividades. nesse sentido, a água se torna um fator preponderante para a permanência e adensamento populacional de pessoas em um determinado lugar (SOUZA, 2018).

Pensando nisso, as barragens exercem um importante papel social e econômico, onde desde a Pré-História e passando pela Idade Antiga, elas tinham o propósito de controle de falta de água para uso das cidades e irrigação. Com a chegada do período moderno, sobretudo na era da Revolução Industrial, passaram a ser usadas como um recurso no combate a enchentes, na geração de energia elétrica e para prover recreação. (SCHNITTER, 1994).

Com o advento das técnicas modernas, esse cenário de construção de barramentos foi ficando cada vez mais aprimorado. Evidentemente, todas as criações humanas são plausíveis de falhas, assim também é o caso das barragens. Desde a era antiga há registros de rupturas em barragens, nesse viés, o Painel Internacional de Barragens catalogou cerca de 39.188 barragens no mundo. Destas, 1.431 estão localizadas no Brasil (ICOLD, 2014).

Com essa grande rede de barragens, até o ano de 2018 foram registrados 89 casos de rupturas de barragens no mundo, dentre os quais 14 localizados no Brasil. Em razão de uma grande quantidade de barragens antigas em operação, principalmente na região semiárida nordestina, salienta-se que grande parte dessas estruturas estão sem manutenção. A atuação de agentes intempéricos naturais internos e externos, promovem fragilidades nas estruturas, fazendo-as romper. Além disso, as causas de estouros de barragens podem associar-se à falha da técnica empregada no projeto de construção da represa, bem como, à falta de monitoramento e reparos preventivos. Assim, a soma desses fatores pode acarretar o rompimento de barragens causando danos às populações que vivem a jusante do maciço.

No estado do Rio Grande do Norte, a Agência Nacional de Águas - ANA em 2015 emitiu um relatório que eleva o grau de risco de rompimento da Barragem Gargalheiras (Marechal Dutra), localizada no município de Acari/RN, de Atenção para Alerta. Porém, em decorrência da irregularidade de regime pluviométrico, e a ausência de recarga no manancial, o grau de risco caiu para Atenção (ANA, 2015). A figura 1 a seguir mostra a expressividade do volume de água quando a barragem está vertendo.

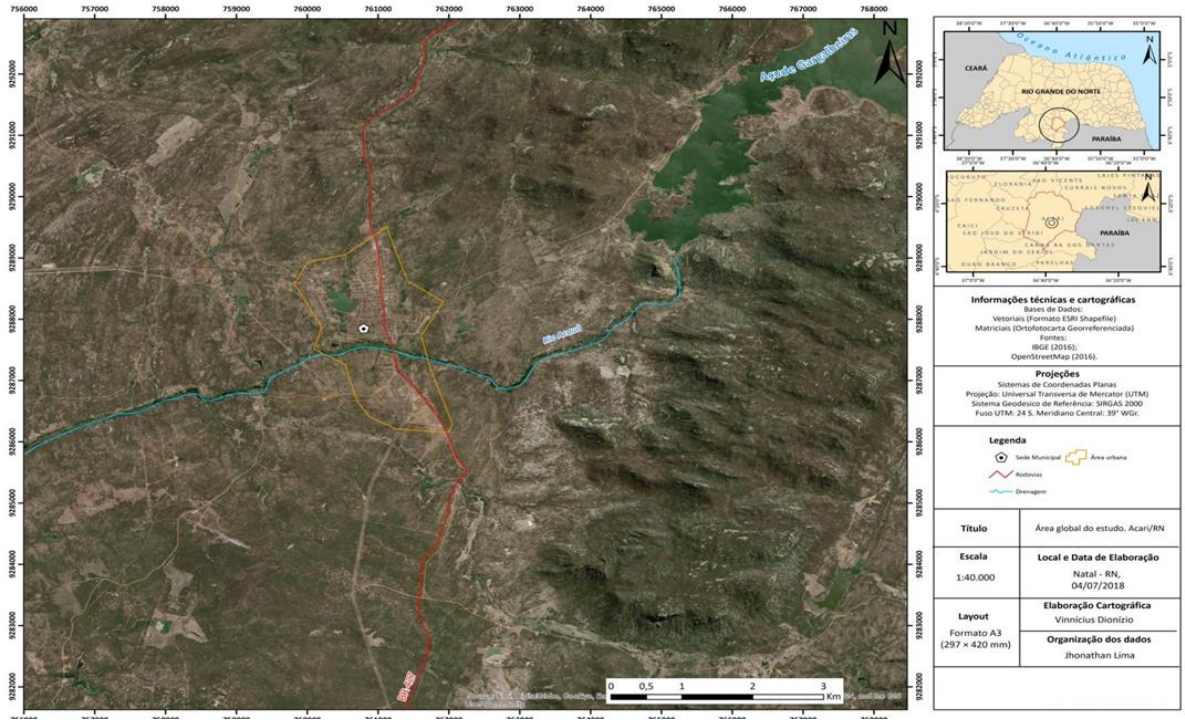
Figura 1 - Vertimento da barragem Gargalheiras.

Fonte: Soares (2009).

A grande questão é que há anomalias estruturais no maciço da barragem. Tais como, rachaduras verticais e horizontais, nos paramentos de montante e jusante. Além disso, há carbonatação na galeria, e a hidromecânica e os drenos estão inoperantes (ANA, 2015). Visto isso, uma barragem cuja capacidade volumétrica é de 59 milhões de metros cúbicos, em uma região de vale encaixado, com uma cidade de cerca de 11 mil pessoas a sua jusante, se torna uma bomba relógio, que deixa a população preocupada (SOUZA, 2018).

O maciço da barragem localiza-se a 640 metros de distância a montante do centro da cidade de Acari/RN, a qual encontra-se a jusante cerca de 75 metros topograficamente abaixo da barragem. Dito isso, em um curto período de tempo, a onda de cheia pós rompimento atingiria a cidade com tamanha força em decorrência desta estar topograficamente mais baixa em relação ao reservatório. Esta configuração, representa, portanto, um perigo potencialmente significativo para as pessoas a jusante, sobretudo das comunidades que estão nas adjacências do rio Acauã. A seguir tem-se a figura 2 com o mapa representando a barragem, o rio e o centro da cidade.

Figura 2 – Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: SOUZA (2018).

Pensando nesse problema, e nos critérios de classificação do perigo de ruptura da barragem empregados pela ANA (2015), o objetivo deste estudo é realizar uma nova classificação de perigo para a barragem Gargalheiras no município de Acari/RN, bem como o levantamento de cenários de inundação pós-rompimento, assim possibilitando ter uma contra prova que subsidie as decisões do órgão regulador de águas, e as agências de emergência (Defesa Civil e Corpo de Bombeiros) sobre essa problemática.

Procedimentos teórico-metodológicos

Na Pré-História, o surgimento dos primeiros ancestrais do homem na terra ocorreu no período Paleolítico. O risco se coloca como um elemento que surge em meio às condicionantes da época, as quais o homem estava exposto. Simples atividades do cotidiano como sair da caverna para caçar, pescar ou buscar água em um córrego tornava-se um grande desafio tendo em vista as ameaças de animais carnívoros e peçonhentos, bem como determinados alimentos tóxicos e águas impróprias para consumo (ALMEIDA, 2010). Em meio a isso, o risco surge como uma consequência das atividades humanas, que foram evoluindo ao longo do tempo e ganhando novos arranjos, agregando novos elementos ameaçadores à estabilidade física, psíquica e biológica do homem (BECK, 2011; GIDDENS, 1991).

O significado da palavra risco é destacado como “Perigo; probabilidade ou possibilidade de perigo: estar em risco”, de acordo com o Dicionário Aurélio Buarque de Holanda Ferreira. Mas para alguns autores como Veyret (2007), o risco é categorizado, e conforme sua vertente ele ganha um significado específico. Trazendo o risco para a ciência geográfica, poderíamos aplicar o conceito empregado pela autora supracitada quando afirma que “risco é a percepção de um indivíduo da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas consequências são em função da vulnerabilidade intrínseca desse grupo ou indivíduo” (VEYRET, 2007). Para a autora, a equação global é posta por R (f) = P (perigo) versus V (vulnerabilidade). O Risco sendo o produto dos Perigos, normalmente agentes que ameaçam de forma potencial pessoas ou estruturas, já a Vulnerabilidade é a capacidade de resposta, adaptação de pessoas ou estruturas.

A palavra risco vem sempre ligada a um adjetivo, que o qualifica e que o associa ao dia a dia de uma sociedade: risco ambiental, risco tecnológico, risco natural, risco social, risco biológico, risco econômico, entre outros (CASTRO; PEIXOTO E RIO, 2005). Sendo assim, este trabalho tratará de risco tecnológico. O qual, conforme Veyret (2007) os riscos tecnológicos “distinguem-se em poluição crônica (fenômeno perigoso que ocorre de forma recorrente, às vezes lenta e difusa) e poluição acidental (explosões, vazamentos de produtos tóxicos, incêndios)”.

Segundo Lieber e Romano-Lieber (2005), o risco tecnológico como aquele presente em decorrência do uso equivocado ou negligente do conhecimento científico. Segundo os autores, para entender esse tipo de desastre acometido pelo risco tecnológico, é preciso buscar a etimologia dos conceitos base. Ou seja, a palavra “técnica” vem da origem grega ‘tekhnikós’, tendo a equivalência latinoamericana “ars”. Visto isso, percebe-se etimologicamente que a técnica adicionada a ars (arte) gera o produto de criar ou construir algo por um sujeito. As habilidades desses sujeitos podem edificar grandes obras como pontes, barragens e edifícios de grande magnitude. Mas, se um gasoduto explodir, se uma ponte ruir ou uma barragem se romper, são considerados desastres tecnológicos, visto que faltou o emprego da técnica correta na construção desses objetos.

Ainda falando sobre desastres, Quarantelli (1998) define como um evento concentrado no espaço-tempo, ou seja, que acontece em pontos isolados e em uma fração de tempo abrupta. Uma vez que a proposição desse trabalho trata-se de uma classificação de perigo, se faz necessário a definição desse conceito, para o entendimento dos resultados que virão na sequência, portanto, o conceito de perigo está ligado ao conceito de risco (em inglês *Hazards*), desenvolvido pelo geógrafo Gilbert White, no trabalho White; Kates e Burton (2001). O perigo remete ao agente causador dos danos materiais ou imateriais. Dessa forma,

refere-se ao perigo ao fato potencial e objetivo, capaz de causar consequências em uma área ou individuo (VEYRET, 2007).

Do ponto de vista normativo, esse estudo se enquadra nas diretrizes da Lei 12.334/2010, que estabelece a política nacional de segurança de barragens (BRASIL, 2010). A qual objetiva cumprir os padrões de segurança, regulamentar, promover o monitoramento e acompanhar as ações de segurança dos responsáveis pelo barramento, visando minimizar possíveis novos eventos de rupturas de barragens e suas consequências junto à população (ANA, 2013).

Dito isso, sabendo que as barragens de acumulação de água no Rio Grande do Norte, são estruturas antigas, e muitas delas sem manutenção, como evidenciado em Ana (2015), e ainda ligado à grande quantidade de rupturas de barragens no mundo e no Brasil, despertou-se o interesse pela elaboração da pesquisa, tendo em vista que o impacto da onda de cheia (definido por Mascarenhas (1990) como um tipo de escoamento tridimensional, apresentando variação significativa do ponto de vista hidráulico em um dado espaço de tempo e deslocamento) que pode arrasar as comunidades a jusante da barragem, causando perdas materiais, humanas e ambientais.

Assim, foram consultadas fontes em jornais, depoimentos e publicações sobre o tema em sítios de órgãos públicos e periódicos para subsidiar a pesquisa. Com ênfase ao relatório de segurança de barragem da Ana (2012; 2013 e 2015), sobre as condições estruturais da barragem gargalheiras, a qual subsidiou juntamente com uma incursão *in loco* (cujo objetivo foi verificar o tamanho das patologias nas estruturas e aquisição de imagens), a aplicação e adaptação da metodologia. Como recorte temporal, esse estudo realizou as análises entre os anos de 2011 à 2015, anos das cinco inspeções, que resultaram em relatórios oficiais (ANA, 2015). Além disso, com auxílio do software QGis 3.10, utilizando informações das curvas de nível (MDE – Modelo Digital de Elevação) que foram extraídas de uma imagem do Satélite ALOS/Sensor Palsar e refinadas através do método de interpolação para 1 metro. Na sequência, a partir do dado de vazão da onda de cheia em caso de rompimento, foi realizado a modelização através da análise multivariada de *overlay* e *buffer* da área possivelmente atingida em caso de ruptura. Definiu-se que as cotas de volume de água de 50% equivalem a 22 milhões de m³ e a de 100% do volume de água equivalem a 44 milhões de m³, esses valores foram atribuídos para verificar o impacto dos danos nos diferentes cenários nas adjacências do rio Seridó. Cenário 1: a barragem com metade do seu volume; Cenário 2: a barragem em sua capacidade máxima de armazenamento.

Para lastrear a classificação proposta à Segurança de Barragens, especificamente da barragem Gargalheira em Acari/RN, foi realizada a adaptação da metodologia de Kuperman et al. (2001), a qual analisa o perigo de rompimento da barragem, relacionando aspectos

técnicos da engenharia estrutural com a ciência geográfica. Além disso, as variáveis propostas na metodologia atendem fatores estruturais, ambientais e econômicos. Assim, tendo em vista essa exequibilidade que a abordagem foi escolhida para ser utilizada neste estudo. Baseado na metodologia da tomada de decisões para barragens, o trabalho propõe a aplicação adaptada dos Índices de Comportamento, Perigo Potencial e Estado Real da Barragem. Propiciando identificar o grau de perigo da barragem, essa metodologia foi também utilizada nas barragens da companhia de águas de São Paulo – SABESP.

Conforme a realidade atual da barragem em estudo, os pesos serão atribuídos conforme a metodologia sugerida nos quadros. Ao final de cada uma (Perigo Potencial, Estado Real da Barragem e Índice de Comportamento) é dada uma síntese por meio de um cálculo que irá classificar o grau de importância de cada uma dentro das categorias, as quais serão descritas na sequência.

O quadro 1 representa o Perigo Potencial, empregado por uma ruptura hipotética de uma barragem. Enquadram-se nas classificações nove variáveis, as quais possuem pesos diferentes que deverão ser atribuídos conforme apresentam-se os dados da barragem. Essas variáveis estão ligadas às possíveis consequências que uma onda de cheia poderia causar.

Quadro 9 - Perigo Potencial.

Importancia da Barragem para ANA	Dimensão da Barragem	Volume de Água Armazenada	Impacto A Jusante			Tipo de Barragem	Órgão Vertente	Vazão do Projeto
			Social	Ambiental	Econômico			
Pequena (10)	Pequena (10)	Baixo (5)	Baixo (10)	Baixo (10)	Baixo (5)	Concreto (12)	De superfície sem controle (15)	VP ou 1000 < TOc < 10000 (20)
Média (8)		Pequeno (4)	Pequeno (8)	Pequeno (8)	Pequeno (4)			
Significativa (6)	Média (6)	Médio (3)	Médio (6)	Médio (3)	Médio (3)	Enrrocamento (12)	De superfície com controle	100 < TOc < 1000 (12)
Grande (4)		Grande (4)	Grande (0)	Grande (0)	Grande (0)	Terra (8)	De fundo (5)	TOc < 100 ou desconhecido ou calculado a mais de 20 anos (2)
Elevada (2)	Grande (2)	Elevado (1)						

Fonte: Elaborado pelo autor com base em de Kuperman, et al., (2001).

Ao se obter o somatório dos valores, para cada variável, o produto final deverá se enquadrar na classificação para o Perigo Potencial, descrita no quadro 2.

Quadro 2 - Classificação quanto ao Perigo Potencial.

Classificação segundo o PP	
PP < = 80	Baixo
80 > PP > 60	Significativo
60 > = PP	Elevado

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Kuperman et al. (2001).

Na sequência, o quadro 3 faz referência ao Estado Real da Barragem. Essas categorias estão voltadas para a parte estrutural do barramento, dividida em sete variáveis, e também apresenta pesos conforme podem ser atribuídos diante da realidade do barramento.

Quadro 3 - Estado Real da Barragem.

Informações de Projeto	Frequência na Avaliação do Comportamento	Percolação	Deformações	Nível de Deteriorização de Paramentos ou Taludes	Erosão a Jusante	Condição dos Equipamentos dos Descarregadores
Completas (5)	Adequada (10)	Conforme prevista em projeto ou inesistente (20)	Conforme prevista em projeto ou inesistente (20)	Mínimo ou inesistente (15)	Mínimo ou inesistente (15)	Boa (15)
Parciais (4)	Razoável (6)	Fora do previsto as não crítica (15)	Fora do previsto as não crítica (15)	Baixo (12)	Poucas (12)	Razoável (8)
				Moderado (6)	Moderadas (6)	
Incompletas (2)	Inadequada (2)	Crítica (5)	Crítica (5)	Alto (4)	Elevadas (4)	Ruim (6)
Inexistentes (0)	Nenhuma (0)	Desconhecida (0)	Desconhecida (0)	Excessivo (3)	Significativas (3)	Inoperantes ou sem registros (3)

Fonte: Elaborado pelo autor com base em de Kuperman, et al. (2001).

Após encontrar o valor do somatório das variáveis, o Estado Real da Barragem é determinado por meio de uma classificação, denotada no quadro 4 a seguir.

Quadro 4 - Classificação quanto o Estado Real da Barragem.

Classificação segundo o ERB	
ERB > = 80	Satisfatório
80 > ERB > 60	Regular
60 > = ERB	Insatisfatório

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Kuperman et al. (2001).

Na sequência, abaixo, o quadro 5 denota a equação do cálculo para achar o Índice de Comportamento (IC) da barragem, com o Perigo Potencial (PP) e Estado Real da Barragem (ERB).

Quadro 5 - Índice de comportamento.

Cálculo do Índice de comportamento da barragem
IC = (0,4 * PP) + (0,6 * ERB)

Fonte: Elaborado pelo autor com base em de Kuperman et al. (2001).

De acordo com o valor final do IC, é determinado agora a categoria de perigo que se encontra a barragem. Sendo essas divididas em normalidade, atenção, alerta e emergência. Conforme apresentado no quadro 6 na sequência.

IC > 70 – Normalidade: não há defeitos reportáveis; caracteriza a barragem ou situação que não possui qualquer restrição à operação ou que comprometa a segurança da estrutura. Não requer quaisquer ações imediatas. 70 > IC > 60 – Atenção: Há alguns defeitos que não comprometem o desempenho da unidade; as anomalias ou restrições existentes não

apresentam risco à segurança da barragem a curto prazo, porém devem ser controladas e monitoradas. Levantamentos e estudos devem ser realizados para confirmar ou alterar o índice de comportamento da unidade. Não há, ainda, necessidade de priorizar eventuais intervenções corretivas. 60 > IC > 50 – Alerta: Existem anomalias que podem representar eventual risco à segurança da barragem e/ou à operação do sistema. Há uma necessidade de uma avaliação detalhada da real situação da barragem, reavaliação do índice de comportamento e estudo de alternativas para reparos. Devem ser tomadas providências para eliminação ou controle do problema. IC < = 50 – Emergência: Estudos detalhados sobre a barragem indicam haver anomalias que representam risco à segurança da mesma e/ou à operação do sistema.

Quadro 6 - Categorias do Índice.

Intervalos	Comportamento
IC > 70	Normalidade
70 > = IC > 60	Atenção
60 > = IC > 50	Alerta
IC < = 50	Emergência

Fonte: Elaborado pelo autor com base em de Kuperman et al. (2001).

Dependendo do tipo de barragem e do problema apresentado a situação pode ficar fora de controle e haver risco de ruptura iminente, dependendo da operação do sistema. Pode haver necessidade de rebaixamento imediato do reservatório, eventualmente de abandono do local e de acionamento de um Plano de Ação Emergencial, com auxílio da Defesa Civil.

Resultados e discussões

De acordo com as informações do Estado do Rio Grande do Norte (2020), a importância da barragem para a ANA (ou órgão gestor de águas local) foi classificada como Elevada (2), em decorrência de sua importância para o abastecimento direto dos municípios de Acari/RN e Currais Novos/RN, além dos seus usos múltiplos.

Seguindo as informações de Projecte (2018), é possível classificar a dimensão da barragem como Grande (2), em decorrência da altura do maciço do Gargalheiras possuir 26,5 m.

Segundo o Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - DNOCS (2023), a capacidade volumétrica da barragem Gargalheiras é 44 milhões de metros cúbicos, em razão disso, o volume de água foi classificado como Médio (3), dentro da metodologia proposta.

Sobre os possíveis impactos à jusante foi escolhida a classificação Grande (0) para o Social, ambiental e Econômico respectivamente, em virtude de mais de 1.000 pessoas serem atingidas em caso de ruptura, a área de inundação como a onda de cheia atingiria mais de 10 km², e os prejuízos financeiros seriam para mais de R$ 50.000.000,00 em decorrência da

grande quantidade de casas que seriam atingidas, além do alto custo para uma licitação de uma obra de reparo no maciço (SOUZA, 2018).

Ainda segundo a ANA (2015), o tipo da barragem é de Concreto (15) com maciço em formato de arco.

Para o Dnocs (1959), o tipo de órgão vertente se enquadra na categoria de Superfície sem controle (15), em decorrência do vertedouro ser de soleira livre.

Quanto à vazão do projeto, houve dificuldades de acesso aos documentos por serem muito antigos, então o peso foi atribuído pelo tempo que a barragem foi construída. E, da fundação até o presente momento, não houve grandes estudos hidráulicos. Dessa forma, foi atribuído Tempo de recorrência desconhecido e com mais de 20 anos (2).

Com base na somatória dos pesos das variáveis, demonstradas em síntese no quadro 7, a classificação do PP da barragem Gargalheiras enquadra-se em Elevado, em decorrência da soma das variáveis do quadro do PP ter resultado em 39.

Quadro 7: Perigo potencial na barragem Gargalheiras.

Importância da Barragem para ANA	Dimensão da Barragem	Volume de Água Armazenada	Impacto a Jusante			Tipo de Barragem	Órgão Vertente	Vazão do Projeto
			Social	Ambiental	Econômico			
Elevada (2)	Grande (2)	Médio (3)	Grande (0)	Grande (0)	Grande (0)	Concreto (15)	De superfície sem controle (15)	TOc < 100 ou desconhecido ou calculado a mais de 20 anos (2)

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Kuperman et al. (2001).

Na sequência serão apresentadas as justificativas para cada escolha das variáveis com o peso atribuído, para determinar o ERB.

Sobre as informações do projeto, parte delas foi perdida na sede do DNOCS em Acari/RN. Obtivemos acesso à documentação por terceiros, ainda de maneira fragmentada. Assim, entramos em contato com o DNOCS em Natal, por meio de ofício com a solicitação das informações da barragem, porém não obtivemos resposta. Não existem informações do projeto em sítios públicos. O que há são informações de cotas volumétricas e capacidade de armazenamento (DNOCS, 2023). Encontramos alguns documentos no Museu de Acari, mas a administração local não permitiu o acesso e consulta à documentação. As poucas informações sobre o projeto, foram descritas pelo historiador Silva (2012). É nesse sentido que atribuímos o peso Incompletas (2) na classificação.

A Frequência de avaliações na barragem foi determinada pelo peso “6”, correspondente à Inspeção Razoável, tendo em vista que em mais de 60 anos de operação ininterrupta da barragem Gargalheiras, o empreendedor da barragem o DNOCS e a ANA somente fizeram cinco inspeções no empreendimento, e não existem documentos em bancos de dados públicos para acesso. Assim por meio do último relatório de vistoria por meio de envio de ofício em nome da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), para a

ANA, em Brasília. A documentação veio pelos Correios, de Brasília/DF para Natal/RN. Os quais são documentados em (ANA, 2012; 2013; 2015).

Para as variáveis de Percolação e Deformações foi atribuído o valor “0”, de Desconhecido, visto que não houve acesso a documentos do projeto inicial da obra pelos motivos já descritos.

Quanto ao nível de Deterioração dos Paramentos, foi atribuído o conceito Nível Excessivo, com peso “3”, devido às avarias que constam nos paramentos de jusante e montante, conforme evidenciado nos relatórios de segurança (ANA, 2015).

Com relação às Erosões a jusante, ao menos a olho nu, não foram encontradas na inspeção feita pela equipe (ANA, 2015). Nesse sentido foi atribuído o peso “15”, Mínimo ou Inexistente.

As condições operacionais dos descarregadores não estavam em condições normais, até a data da última vistoria feita pela equipe, embora tenham sido feitos alguns reparos (ANA, 2015). Assim foi atribuído o peso “8”, ou Razoável.

Somando todos os pesos da matriz do ERB, o valor foi de 34 pontos, e como pode ser observado, no quadro 8 com a síntese das variáveis, o resultado se enquadra no intervalo de Insatisfatório.

Quadro 8: Matriz do Estado Real da Barragem Gargalheiras.

Informações de projeto	Frequência na avaliação do comportamento	Percolação	Deformações	Nível de deterioração de paramentos ou taludes	Erosão a jusante	Condição dos equipamentos dos descarregadores
Incompletas (2)	Razoável (6)	Desconhecida (0)	Desconhecida (0)	Excessivo (3)	Mínimo ou inexistente (15)	Razoável (8)

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Kuperman et al. (2001).

Assim como já atestaram os relatórios supracitados, dos órgãos reguladores, as imagens coletadas em campo, validam as patologias estruturais existentes na barragem, sejam elas desagregação e trincas nos concretos nos paramentos, hidromecânica inoperante, além de fissuras na galeria, com a presença de carbonatação com a criação de estalaquitites, indicador de infiltração, como mostra a figura 3, com círculos em vermelho.

Figura 3: Patologias estruturais nos componentes da barragem.

Fonte: Acervo próprio (2018).

Baseado na soma dos resultados da matriz do PP e do ERB é possível determinar o Índice de Comportamento (IC), dado pela seguinte equação, apresentada no quadro 9, a seguir.

Quadro 9: Índice de comportamento.

Índice de comportamento
IC = (0,4 * PP) + (0,6 * ERB)
IC = (0,4 * 39) + (0,6 * 34)
IC = (15,6) + (20,4)
IC = 36

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Kuperman et al. (2001).

Como mostra o quadro 9, o IC é dado pela soma do PP multiplicado por 0,4 e o ERB multiplicado por 0,6. Ao substituir os valores, chegamos ao valor de IC=36. Dessa forma, de acordo com o quadro 6, e levando em consideração o valor de IC=36, a barragem Gargalheira se enquadra no intervalo de Emergência, o que é preocupante, dada a dimensão da barragem Gargalheiras e sua importância para a região do Seridó potiguar.

Evidentemente que este trabalho não condena ou sugere a tese que a barragem tem perigo iminente de ruptura, até pela seca prolongada que acomete o estado potiguar. Mas se

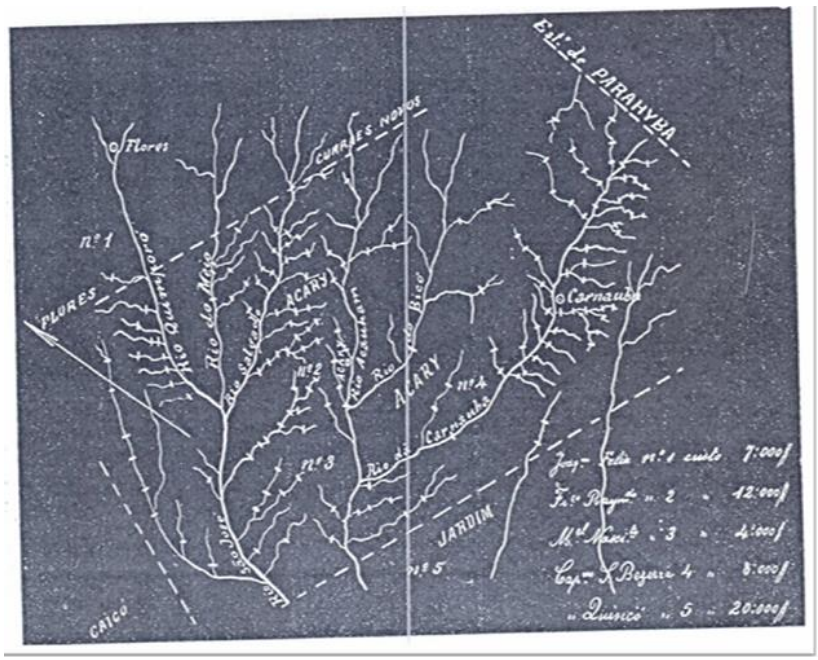
ela estivesse cheia nessas condições do recorte temporal do estudo, representaria um risco às populações a jusante. Há que se ressaltar que o DNOCS também usa essa metodologia para análise, e, na sua penúltima inspeção em 2012, foi atribuído o grau de Alerta (enquanto tinha água na barragem) e depois passou para Atenção (hoje com a barragem seca). Por esta razão, o empreendedor da barragem foi notificado e está fazendo alguns reparos no barramento (ANA, 2015).

Em si, essa nova abordagem surge com o intuito de comparar ou balizar os estudos feitos pelos órgãos reguladores, no sentido de ter mais uma ferramenta de auxílio para a tomada de decisão.

Cenário hipotético de risco de rompimento da barragem

O rio Acauã é o corpo hídrico represado pela barragem Gargalheiras (Marechal Dutra), esse detém uma grande capilaridade de afluentes contribuintes que deságuam em sua bacia, sem contar com as águas advindas do vertimento da barragem Dourado de Currais Novos/RN. A rede hidrográfica do rio Acauã é demonstrada na figura 3. Essas informações levam a pensar que em uma cheia de retorno milenar ou decamilenar, o reservatório Gargalheiras poderá encher e verter de forma rápida, em questões de dias, o que pode representar um perigo iminente às populações de jusante.

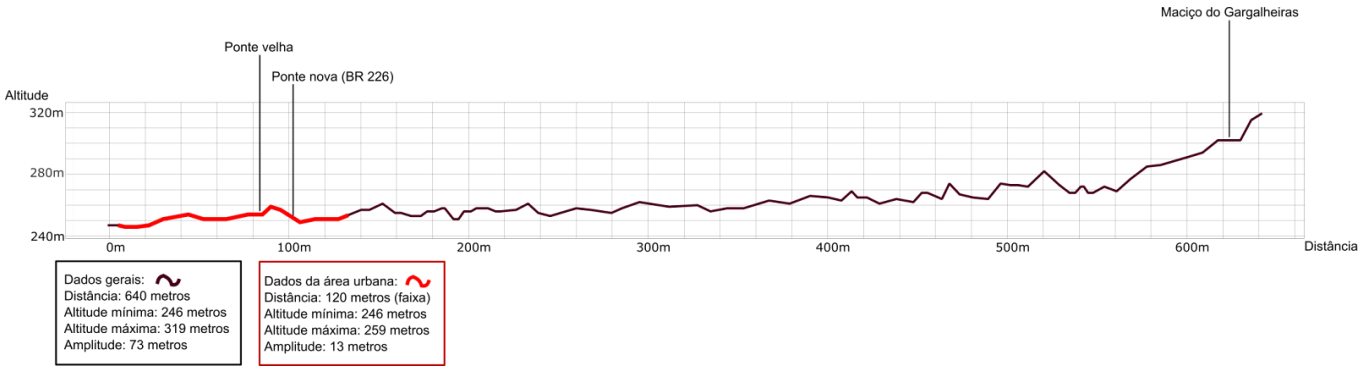
Figura 3: Delimitação dos cursos de água que banham o município de Acari/RN.



Fonte: Boletim do DNOCS (1959).

Em caso de um rompimento da barragem Gargalheiras, a sede do município de Acari/RN não teria tempo hábil de resposta a esse evento, visto a proximidade do maciço com o perímetro urbano. Além disso, o desnível topográfico é um agravante que potencializa a rapidez da chegada da onda de cheia, como representado pela figura 4 a seguir.

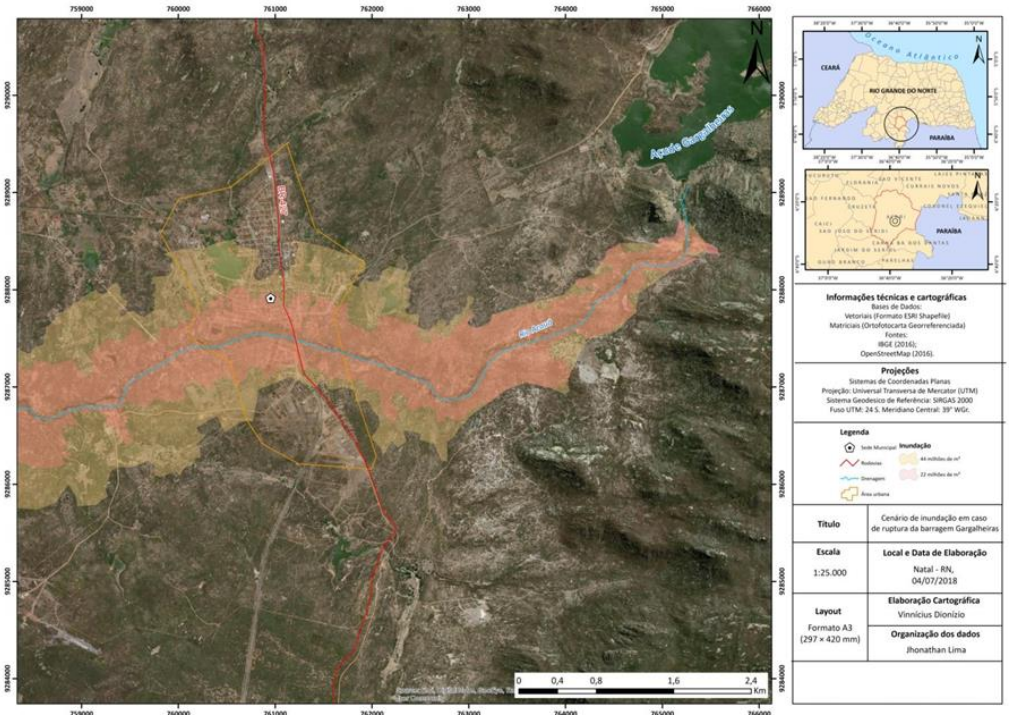
Figura 4 – Perfil topográfico da área de estudo.



Fonte: SOUZA (2018).

Cabe destacar que há dois cenários de rompimento da barragem, estando com 50% e 100% de sua capacidade volumétrica. A figura 5 denota o espraiamento da onda de cheia nos dois cenários, afetando as diferentes cotas topográficas e atingindo localidades distintas.

Figura 5 – Cenários de rompimento da barragem Gargalheiras.



Fonte: Souza (2018).

Considerando os dados estimados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2010), para o ano de 2017, de uma população de aproximadamente 11 mil habitantes, cerca de 2.964 pessoas estariam expostas ao perigo em ambos os cenários, o que representa aproximadamente 27 % da população do município de Acari/RN.

Nesse contexto, o desastre é uma consequência do processo é evidente que para uma barragem romper, ela dá sinais tempos antes da ruptura. No período antes do desastre, os atores sociais deverão seguir, em tese, alguns passos para preparar a localidade possivelmente afetada para o evento. Esse espaço de tempo denomina-se como a fase de pré-impactos (MACHADO e BORGES, 2016).

Nesta fase devem ser feitos levantamentos de pessoas expostas ao risco, caso a barragem rompa. Deve ser avaliado e feito o monitoramento da estrutura e da barragem e, se necessário, fazer as correções na estrutura. O órgão de proteção e Defesa Civil local deve fazer o plano de contingência para saber como proceder para, por exemplo, retirar pessoas das áreas de inundação. Essas são algumas das atribuições dessa fase (MACHADO e BORGES, 2016).

Caso não ocorra nenhuma intervenção corretora na barragem, e haja o rompimento, instala-se a fase do impacto, que é quando o risco iminente de ruptura e a própria ruptura acontece. Nesta fase deve ser feita a retirada imediata das pessoas da área de inundação da onda de cheia, bem como ser feita a gestão dos abrigos, com pronto-atendimento hospitalar e psicológico, além de fornecimento de comida, água e vestuário e roupas de cama e banho para as pessoas afetadas (MACHADO e BORGES, 2016).

Após a dissipação da onda de cheia, entra-se na fase de atenuação, com a busca de pessoas perdidas nos escombros do desastre, a avaliação das perdas, a reativação de sistemas de água potável, limpeza e reparo dos danos nas casas e na barragem.

Essas fases são demonstradas pela figura 6, a seguir: a imagem A representa a sala de monitoramento no pré-impacto; caso ocorra alguma ruptura, a informação é passada em tempo real para o órgão de proteção e Defesa Civil municipal, já no impacto, representado pela imagem B. Na ilustração C a Defesa Civil soa as sirenes de alerta nas áreas de risco; a imagem D mostra as rotas de acesso para uma parte segura; e a ilustração E remete às pessoas sendo evacuadas para abrigos (MACHADO e BORGES, 2016).

Figura 6 - Esquema do cenário de ruptura de barragem.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Machado e Borges (2016).

Diante disso, em um rompimento de barragem, com a velocidade rápida da chegada da onda de cheia, se torna importante pensar nos planos de contingência, sobretudo para atender a pessoas com dificuldade de locomoção e animais, que por meios próprios não podem ir de encontro às rotas de fuga ou aos pontos de encontro. Cabe destacar que o município de Acari não possui Defesa Civil municipal, tão pouco grupamento do Corpo de Bombeiros Militar, o que agrava ainda mais o cenário. Dessa forma, a formulação de cenários por meio de adaptação metodológica e de confecção cartográfica se torna um importante recurso de auxílio aos tomadores de decisões.

Considerações finais

Com a finalidade de comparar os laudos da ANA sobre o grau de alerta de risco da barragem, foi aplicado o mesmo método usado para avaliação das barragens da companhia de água de São Paulo (Sabesp). Dessa forma, foi estudado o laudo da ANA (2015) o qual apresentou anomalias apresentadas na vistoria da barragem Gargalheiras em 2015. Assim, a equipe deste estudo foi a campo verificar se depois de três anos ainda existiam as patologias na estrutura da barragem. E embora tenham sido feitas algumas injeções de cimento em algumas rachaduras e alguns reparos nos equipamentos hidromecânicos, foram encontradas na barragem anomalias, tais como desagregação de concreto, oxidação no maciço, carbonatação, lixiviação, estalactites, falta de equipamentos na tomada d´água e fissuras horizontais nos paramentos de montante e jusante. Sobre a adaptação dessa metodologia,

se coloca fundamental para ter mais de uma perspectiva de comparação e tomada de decisão. Tornando-se uma ferramenta complementar, face a metodologia dos órgãos reguladores.

Com relação aos resultados da aplicação do método de Kuperman, et al., (2001) para a realidade do Gargalheiras entre os anos de 2011 à 2015, o valor do Perigo Potencial (PP) de 39 pontos e do Estado Real da Barragem (ERB) de 34 pontos, gerou o Índice de comportamento da barragem (IC) o qual deu 36, dentro da faixa de Emergência referente ao grau de alerta.

Diante do exposto, entra-se na discussão do ordenamento territorial, como uma ferramenta importante do município regular as ocupações nas proximidades do rio Acauã, e cabe ressaltar a importância da implantação de uma coordenadoria municipal de Proteção e Defesa Civil, para que sejam levantadas as áreas de risco da cidade e a criação de um plano de contingenciamento para eventos dessa envergadura.

Ainda, recomenda-se que a gestão municipal, através da secretaria de educação promova palestras nas escolas de Acari, no sentido de preparar a população no sentido de como proceder em desastres, assim empoeirando a população e minimizando sua vulnerabilidade aos riscos de desastres.

Por mais que política nacional de segurança de barragens exista, o Estado potiguar, com sua imensidade de barragens, deve montar uma comissão permanente que trate de perto os estados de conservação das barragens. E para isso, aqui colocamos a importância do Fundo Estadual de Recursos Hídricos para custear essas pesquisas periódicas, como previsto na legislação estadual das águas (ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE, 1996).

É importante cada vez mais empoderar a população e incentivar a participação nas reuniões do comitê da bacia hidrográfica, esse que é um grande meio institucional de levar as sugestões da população aos órgãos gestores das águas, no intuito de sempre que houver anomalias nas barragens, sejam cobradas e corrigidas de imediato.

Portanto, podemos concluir que a barragem deve ser segura, e que deixar uma estrutura faraônica ruir gradativamente com uma cidade em um vale a jusante, é uma grande negligência, além de ser um atentado à vida da população de Acari/RN.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Relatório de segurança de barragens 2011**. Brasília: ANA, 2012.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS**. Relatório de segurança de barragens 2011**. Brasília: ANA, 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS**.** Serviços analíticos e consultivos em segurança de barragem. **Relatório de visita técnica de inspeção**. Barragem Marechal Dutra (Gargalheiras)-RN. Brasília-DF. 2015.

ALMEIDA, Lutiane Queiroz. **Vulnerabilidades Socioambientais em Rios Urbanos**: Bacia Hidrográfica do Rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Fortaleza, Ceará. 2010. 278 f. Tese de Doutorado – Departamento do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

BECK, U. Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade. 2. ed. São Paulo: Editora 34, 2011.

BRASIL. **Lei n. 12.334 de 20 de setembro de 2010**. Estabelece a Política Nacional de Segurança de Barragens destinadas à acumulação de água para quaisquer usos, à disposição final ou temporária de rejeitos e à acumulação de resíduos industriais, cria o Sistema Nacional de Informações sobre Segurança de Barragens. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2010. Disponível em: < https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12334.htm>. Acesso em: ago 2023.

CASTRO, C. M.; PEIXOTO, M. N. O.; RIO, G. A. P. Riscos ambientais e geografia: conceituações, abordagens e escalas. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 28, n. 2, p. 11- 30, 2005.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. **Açude Público Marechal Dutra**. Boletim do DNOCS, n.4, v.19, p.132-159, maio 1959.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS. Ficha técnica açude Marechal Dutra. 2023. Disponível em: <https://www.dnocs.gov.br/php/canais/recursos_hidricos/fic_tec_reservatorio.php?codigo_reservatorio=278&descricao_reservatorio=A%E7ude+Marechal+Dutra> Acesso em Jun. 2023.

ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. Gargalheiras volta a abastecer Currais Novos junto com Açude Dourado. Portal do Governo do RN. 2020. Disponível em: <http://www.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=226819&ACT=&PAGE=&PARM=&LBL=NOT%CDCIA#:~:text=Ambos%20os%20mananciais%20tiveram%20uma,total%20de%20armazenamento%2C%20atingindo%20a > Acesso em jun. 2023.

ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. **Lei n° 6.908**, de julho de 1996. Política Estadual de Recursos Hídricos. Natal/RN. 1996.

GIDDENS, A. As consequências da modernidade. Editora Unesp. São Paulo,1991.

INTERNATIONAL COMMISSION ON LARGE DAMS. **Register of Dams**: General Synthesis. 2014. Disponível em: <http://www.icold-cigb.org/GB/World_register/general_synthesis.asp>. Acesso em: set. 2022.

KUPERMAN, S.C.; RE, G.; FERREIRA, W.V.F.; TUNG, W.S.; VASCONCELOS, S.E.; ZÚÑIGA, J.E.V. RABELLO, M. Análise de risco e metodologia de tomada de decisões para barragens: evolução do sistema empregado pela Sabesp. In: **SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS (SNGB)**, 2001, Fortaleza, CE. XXIV Seminário Nacional de Grandes Barragens - Anais. Rio de Janeiro: CBDB – Comitê Brasileiro de Grandes Barragens, 2001. v. 02. p. 535-548.

LIEBER, R. R.; LIEBER, N. S. R. Risco e precaução no desastre tecnológico. **Cadernos Saúde Coletiva**, n. 13, v. 1, p. 67-84, 2005.

MACHADO, R. P.; BORGES, M. V. **Orientações para apoio à elaboração de planos de contingência municipais para barragens**. 1ª. Ed. Ministério da Integração Nacional. Brasília- DF, 2016.

MASCARENHAS, F. C. B. **Modelação matemática de ondas provocadas por ruptura de barragens**. 1990. 291 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1990.

PROJECTE. **Relatório de execução de campanhas de acompanhamento das estruturas hidráulicas e hidromecânicas – açude Marechal Dutto de ra ordem de serviço**. Agência

Nacional de Águas. Souza – PB, 2018. Disponível em: <https://www.cbhpiancopiranhasacu.org.br/portal/wpcontent/uploads/2018/04/MARECHALDUTRA_RELATORIO_DE_VISTORIA.pdf> Acesso em Jun. 2023.

QUARANTELLI, E. L. **What is a disaster?** Perspectives on the question. Psychology Press, 1998.

SCHNITTER, N. J. **A history of dams:** the useful pyramids. Publisher: A.A. Balkema, Rotterdam, 1994.

SILVA, A. W. **Engenharia nos sertões nordestinos**: o Gargalheiras, a Barragem Marechal Dutra e a comunidade de Acari, 1909-1958. 190 f. 2012. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

SOARES, Canindé. **Barragem Gargalheiras**. 2009. Disponível em: <http://canindesoares.com/site/wp-content/uploads/2009/06/gargalheira.jpg>. Acesso em: abr. 2023.

SOUZA, J. L. de. **A avaliação da percepção da população face ao risco de desastre tecnológico na Barragem Gargalheiras, Acari/RN – Brasil**. 2018. 204 f. Monografia (Graduação em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

VEYRET, Yvette. **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

WHITE, G. F.; KATES, R. W.; BURTON, I. **Knowing better and losing even more**: the use of knowledge in hazards management. In: Environmental Hazards. v. 3, n. 3-4, set./dez., p. 81-92, 2001.

Erosão e riscos em falésias costeiras: assinatura geomorfológica do Antropoceno

Erosion and risks on coastal cliffs: geomorphological signature of the Anthropocene

Rodrigo de Freitas Amorim
Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0001-8282-6903
rodrigo.freitas@ufrn.br

Heleriany de Medeiros Madeiros
Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0001-8309-9840
profhelerianymedeiros@gmail.com

Resumo: Unidades de paisagem estão constantemente expostas a processos erosivos, que a depender da escala espaço-temporal podem variar de magnitude. Estudos sobre o Antropoceno, demonstram que a interferência dos seres humanos alterou diversos ecossistemas, incluindo a paisagem. O objetivo deste artigo é discutir a erosão em escarpas costeiras como sendo um processo *proxie* do Antropoceno, considerando a sociedade como uma variável que participa ativamente da dinâmica, analisando duas áreas de falésias ativas no RN: Barra de Tabatinga e Praia do Centro em Pipa. Para tanto, aliou-se os levantamentos de campo com discussões teóricas sobre erosão em escarpas costeiras, uso turístico de áreas instáveis, processos geomorfológicos no Antropoceno e riscos. Seis tipos de risco associados a ações potencializadas pelas ações antrópicas foram elencados nessas áreas. Diante do exposto, é possível apontar as falésias costeiras ativas como unidades geomorfológicas com potencial para marcação dos processos geomorfológicos do Antropoceno.

Palavras-chave: Antropoceno. Escarpas Costeiras, Riscos, Assinatura Geomorfológica.

Abstract: Landscape units are constantly exposed to erosion processes, which depend on a space-time scale that varies in magnitude. Studies on the Anthropocene demonstrate that the interference of human beings alters several ecosystems, including the landscape. The aim of this article is to discuss tracking along coastal cliffs as a proxy process from the Anthropocene, considering society as the variable that actively participates in the dynamics, analyzing two areas of active cliffs in RN: Barra de Tabatinga and Praia do Centro in Pipa. To this end, field surveys were combined with theoretical reflections on trekking along coastal cliffs, tourist use of unstable areas, geomorphological processes in the Anthropocene and risks. Six types of risk associated with actions potentiated by anthropic actions were listed in these areas. Given the above, it is possible to identify active coastal cliffs as geomorphological units with the potential to mark the geomorphological processes of the Anthropocene.

Keywords:. Anthropocene. Coastal Cliffs, Risks, Geomorphological Signature.

Introdução

Apesar de não ser considerado um período na Tabela Cronoestratigráfica Internacional (TCI), cuja responsabilidade de modificações e atualização é da *International Commission on Stratigraphy* (ICS), o Antropoceno é compreendido como o intervalo de tempo no qual a sociedade interfere de forma significativa nos padrões erosivos (CRUTZEN; STOEMER, 2000; CRUTZEN, 2002; ZALASIEWICZ *et al*., 2015). Ou seja, quando os processos de reafeiçoamento da paisagem são modificados de forma intencional ou em decorrência de *feedbacks* negativos, no sistema planetário.

Oficialmente, tomando por base os intervalos de tempo da TCI, estamos vivendo no ÉON: Fanerozoico, ERA: Cenozoica, período: Quaternário, época: Holoceno, idade: Megalayano (COHEN, *et al*., 2023). Observa-se que essa divisão temporal, principais marcações da história natural do planeta, são perfeitamente adequadas ao entendimento de processos geológicos/geomorfológicos com escalas de tempo superiores a 10^3 anos. Por exemplo, a marcação do estágio mais recente (Megalayano) tem 4.200 anos, antes do presente e define o Holoceno superior. Marca o início de uma significativa reorganização da circulação oceânica e climática, com reverberação em todo o globo e expansão da agricultura (WALKER, *et al*., 2013).

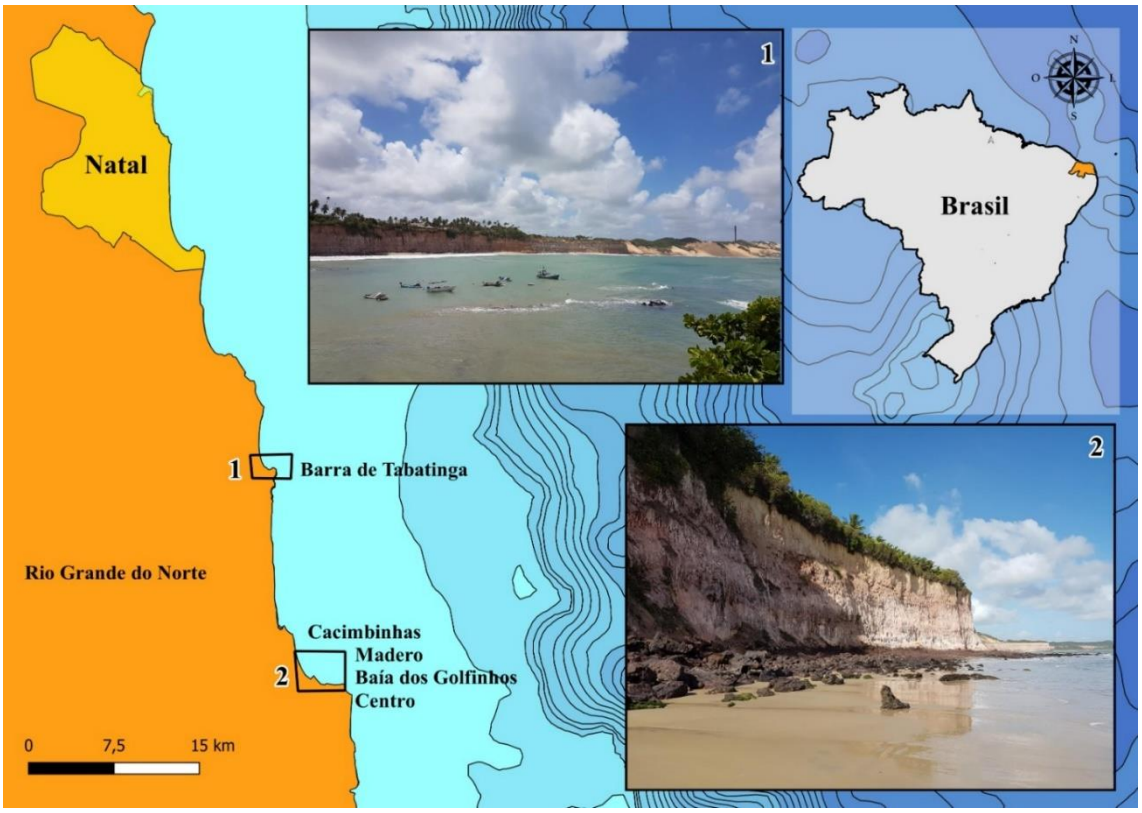
Por outro lado, os processos naturais contemporâneos de reafeiçoamento da paisagem ocorrem em interação com a sociedade, a qual apresenta formas distintas de ocupação dos modelados. Dentre as regiões geomorfológicas, em todo globo, uma das que mais se destaca por ter processos interagindo com a ocupações humanas é a costeira, sendo as falésias ativas, notadamente as estruturadas em rochas sedimentares, uma unidade da paisagem que tem sido impactada por processos erosivos do Antropoceno.

As falésias, também denominadas de escarpas costeiras, são encostas íngremes formada por sedimentos variados, modeladas principalmente pela abrasão marinha, localizadas junto à linha de praia, podendo ser composta por diferentes litologias: ígneas, metamórficas e sedimentares. Também podem ser encontradas com qualquer tipo de vegetação, clima e regime de ondas (AMORIM; MAIA; MEIRELES, 2022).

Suguio (1998) afirma que as falésias também podem ser definidas como encostas de faces abruptas formadas pelo processo erosivo das ondas sobre as rochas, resultando em escarpas marinhas de formas variadas. Isso se deve principalmente pela resistência do material a qual a falésia é formada, escarpas compostas por rochas denominada duras (ígneas ou metamórficas), tendem a ter maior resistividade ao poder abrasivo das ondas. Já falésias formadas por materiais mais maleáveis (sedimentares) podem apresentar um processo erosivo intenso (AMORIM; MAIA; MEIRELES, 2022).

Nesse contexto, o presente trabalho busca discutir a erosão em escarpas costeiras como sendo um processo *proxie* do Antropoceno, considerando as consequências à sociedade, a qual participa ativamente da dinâmica, analisando duas áreas de falésias ativas no RN: Barra de Tabatinga e Praia do Centro em Pipa (Mapa 01).

Mapa 1. Mapa de localização da Praia de Barra de Tabatinga (Nísia Floresta-RN) e praia do Centro (Distrito de Pipa, Tibau do Sul-RN).



Fonte: Os autores (2023).

Como resultado, é discutido a relação erosão-riscos, em diferentes perspectivas, uma vez que no RN as áreas de falésias são intensamente usadas como áreas turísticas, consideradas como uma das mais bonitas da América Latina[1], possuindo baias com águas mornas e uma condição climática com irradiação solar elevada ao longo ano.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia envolveu uma abordagem empírica e conceitual, buscando aliar os levantamentos de campo com discussões teóricas sobre erosão em escarpas costeiras, uso turístico de áreas instáveis, processos geomorfológicos no Antropoceno e riscos. As análises e resultados apresentados compreende parte dos resultados de uma pesquisa aplicada, realizada através de um Termo de Execução Descentralizada (TED) Nº 10/2020/SNSH/MDR "Diagnóstico de risco de desmoronamento das Falésias Pipa e Barra de Tabatinga RN",

[1] O *Traveler'sChoice Best ofthe Best* é um ranking da empresa *Tripadvisor LLC* que premia as praias que apresentam um grande número de avaliações e opiniões dos usuários de sua plataforma no período de 12 meses. Segundo a empresa, menos de 1% (8 milhões de anúncios) são premiados como "*Best ofthe Best*", garantindo assim o alto nível de excelência em viagens (TRIPADVISOR, 2003)

celebrado entre a Secretaria Nacional de Segurança Hídrica (SNSH/MDR) e a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), desenvolvida ao longo de dois anos 2021-2022.

As falésias foram classificadas quanto ao seu estágio evolutivo em ativas/vivas – quando as ondas estão solapando a base – inativas/ mortas - quando a base das escarpas possui barreiras, geralmente vegetação ou material sedimentar ao longo de sua base, com atuação da erosão marinha deficiente e antigas – quando a erosão eólica e fluvial tende a superar a abrasão marinha. No Nordeste brasileiro, as falésias são formadas, em sua grande maioria, por afloramentos da Formação Barreiras (Cenozóico), constituídas estratigraficamente por materiais areno-argilosos ou conglomeráticos, variando em da cor creme amarelada a vermelha (EMERY; KUNH, 1982; AMORIM; MAIA; MEIRELES, 2022).

Representando aproximadamente 80% dos litorais do mundo, e localizando-se em todas as latitudes, por mais que as áreas costeiras sejam o foco do crescimento urbano, nas falésias esse processo deve ser evitado, já que os fenômenos erosivos atuantes de arrefeiçoamento desse relevo são gatilhos para a formação de áreas de risco, como por exemplo a vulnerabilidade das áreas costeiras a ação de eventos climáticos extremos, que repercutem em uma maior exposição da população dessas localidades a riscos (EMERY; KUNH, 1982; WOODROFFE; COWELL; DICKSON, *et al.*, 2014).

Para compreensão das características geológicas e processos geomorfológicos nas falésias, foram realizados trabalhos trabalho em campo: aerofotogrametria com drone, escaneamento das falésias utilizando laser, levantamentos com radar de penetração no solo, georreferenciamento, descrição estratigráfica das escarpas, medição de parâmetros hidrodinâmicos marinhos e balanço de sedimento. Ao mesmo tempo, foi executado um trabalho de análise documental com levantamento de instrumentos normativos nas instituições: municipais, estaduais e federais, vinculadas às áreas.

A análise de perigo e risco foi baseada nos princípios estabelecidos pelo Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada em Riscos de Desastres Naturais - GIDES (CPRM, 2018), adaptando-os às escarpas costeiras, com erosão marinha e pluvial, onde há atividade turística e padrões de uso distintos de áreas urbanas. Além dos processos erosivos, considerou-se a importância paisagística, cultural e econômica das falésias. Os dados foram coletados por meio de uma metodologia *multiproxy*, seguindo-se do mapeamento de perigo a movimentos gravitacionais de massa, erosão marinha e pluvial, definição das tipologias e classificação dos riscos.

RESULTADOS

Processos geomorfológicos em falésias no antropoceno

As falésias estão em constante exposição a processos erosivos, submetidas a efeitos diretos e indiretos que afetam a sua estabilidade. Como efeitos diretos, pode-se elencar: a erosão marinha e pluviométrica; a alteração nos fluxos de escoamento de água no solo decorrentes da impermeabilização, a erosão, compactação do solo e retirada da vegetação nativa do maciço pela ação antrópica. Já os efeitos indiretos, pode-se apresentar: a redução de aporte de sedimentos na linha de costa em virtude da construção de barragens no interior do continente; a elevação do nível do mar e a mudança da hidrodinâmica costeira e ao fenômeno das mudanças climáticas (intensificação dos eventos extremos) (FERREIRA, 2019; SILVA, *et.al*, 2020; MEDEIROS, 2021; AMORIM; MAIA; MEIRELES, 2022).

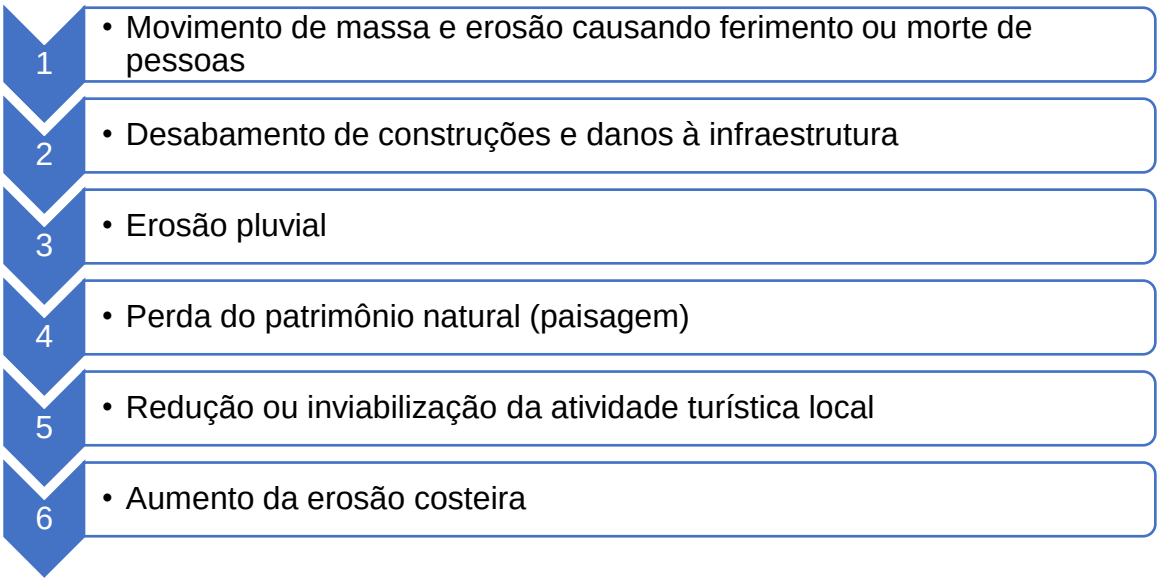
Todos esses fatores, a depender da escala de magnitude e tempo, tendem a causar instabilidade nas falésias. Amorim, Maia e Meireles (2022) afirmam que as escarpas costeiras da praia de Barra de Tabatinga, apresenta as praias mais estreias e com falésias medindo até 28 metros de altura do topo ao nível de base. Nessa parte do litoral do RN, as planícies costeiras são pouco desenvolvidas, contribuindo para uma tendência a erosão, frente a sedimentação.

Devido a sua formação geológica, as falésias da praia de Barra de Tabatinga são expostas constantemente ao retrabalhamento de sedimentos praiais por processos eólicos, a amplitude de marés varia de 2 a 4 metros e a tectônica quaternária que se mostra ativa (BEZERRA *et.al*, 1998; BEZERRA; VITA-FINZI, 2000). Composta por sedimentos que possuem características diferentes, as falésias dessa região, apresentam camadas sedimentares mais friáveis ao longo de sua formação, contribuindo para que partes da falésia não consigam se sustentar, originando rampas em direção ao topo do tabuleiro. Essa característica pode assim chamar a atenção para o risco elevado para a população que frequenta essa praia, como também podem ser catastróficas se as medidas de contenção e atenuação da erosão não forem tomadas (AMORIM; MAIA; MEIRELES, 2022).

Erosão em falésias no Antropoceno e riscos

Compreendendo os riscos de uma forma sistêmica, detalhando suas reverberações em vários subsistemas, foram identificados 06 (seis) tipos de processos considerados como sendo inerentes ao Antropoceno, uma vez que os gatilhos são sociais e as consequências, também (Figura 01). Essa dinâmica geomorfológica, associada ao uso do solo gera riscos: movimento de massa e erosão causando ferimento ou morte de pessoas, desabamento de construções e danos à infraestrutura, erosão pluvial, perda do patrimônio natural (paisagem), redução ou inviabilização da atividade turística local, aumento da erosão costeira.

Figura 01 - Tipologias de riscos em falésias no RN, associados ao Antropoceno.



Fonte: Os autores (2023)

O primeiro tipo de risco elencado para as áreas de estudo foi, a ocorrência de movimento de massa e erosão causando ferimento e/ou morte de pessoas. Esse fenômeno vincula-se à relação processo-causa, ou seja, o processo geomorfológico gerando efeitos adversos às pessoas. Como ambas as localidades de estudo são áreas de intensa atividade turística, essa tipologia existe em função do número de pessoas que transitam nas proximidades da base ou da borda superior escarpa.

Evidentemente que danos adversos só irão ocorrer se no momento exato do movimento de massa houver pessoas que trabalham ou transitam no local dentro da área de influência do processo, seja na parte superior da borda da escarpa ou inferior na base. Refletindo sobre os processos que são intensificados pelas ações antrópicas, pode-se inferir que o próprio acúmulo de pessoas, gerando peso na parte superior, em um local muito fraturado

Veyret (2015) aponta que inicialmente, riscos são individuais, constantemente o ser humano estará exposto a ameaças ou perigos, estando este associado às várias atividades realizadas pela humanidade, aos empreendimentos em geral. Sendo as escarpas costeiras áreas sujeitas a intensos processos erosivos, que se intensificaram com as atividades antrópicas, deslizamentos de terra e/ou movimentos de massa e acidentes relacionados a esses processos se tornarão recorrentes.

O segundo risco associado as áreas é a **ocorrência de desabamento de construções e danos à infraestrutura**. Relaciona-se ao fato de existirem edificações – tanto no Distrito de Pipa, quanto em Barra de Tabatinga – a menos de 10 metros da borda da escarpa (Figura 02). Nessas áreas, as falésias estão ativas geormofologicamente, ou seja, o

processo de recuo da escarpa está ocorrendo de forma contínua e a cada movimento de massa a distância horizontal entre as edificações a borda da falésia diminui.

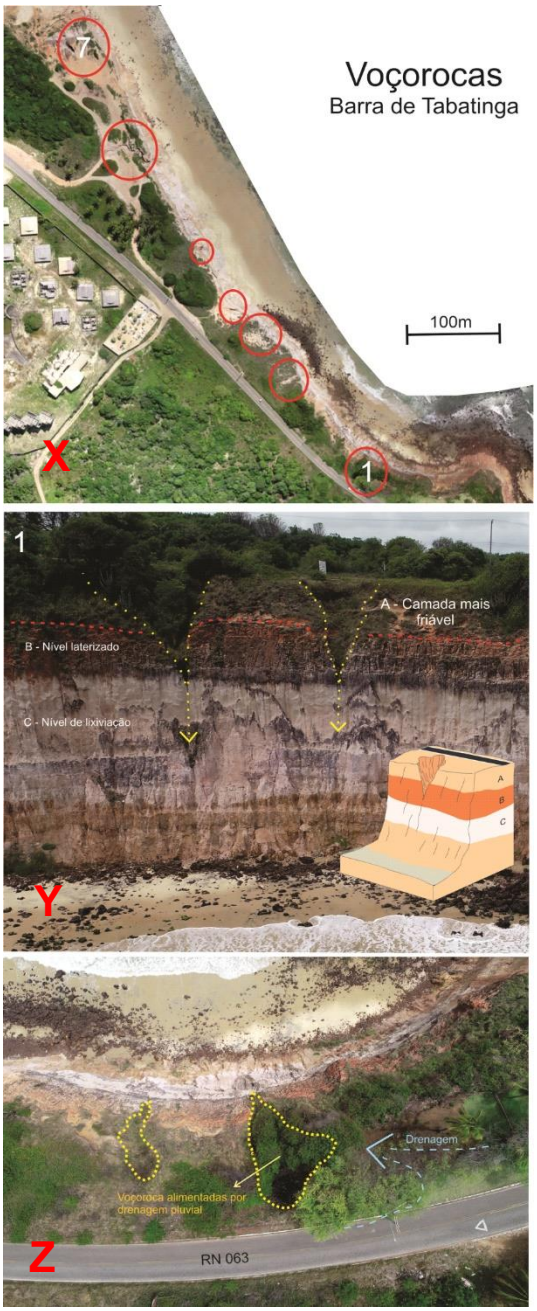
Figura 02 – Edificações e cemitério público, próximos à borda da falésia na praia do Centro em Pipa - RN.

Fonte: Amorim; Maia (2021)

De acordo com Pereira et.al (2019), intervenções humanas, como construções, assentamentos humanos e outros atributos de infraestrutura, quando realizados em áreas costeiras que possuem instabilidade geomorfológica tendem a contribuir para o aceleramento dos processos erosivos que transformam a paisagem, causando perturbações na área.

O terceiro tipo de risco: **erosão marinha e/ou pluvial resultando em danos à infraestrutura viária**. Está relacionado a proximidade das RNs 063 e 003 da borda da falésia, em alguns trechos menos de 20 metros, bem como de parte da drenagem pluvial da estrada, nos trechos estudados, escoar para a escarpar formando voçorocas (Figura 03).

Figura 03 – Modelo qualitativo para representação e descrição de processos geomorfológicos em borda de escarpa, originado por mudanças no uso do solo, em Barra de Tabatinga, Nísia Floresta-RN.



Perspectivas verticais e horizontais das condições geológicas e geomorfológicas (feições erosivas), originadas por mudanças no uso do solo, em área lindeira à borda de escarpa costeira, detalhadas nas ilustrações: X, Y, Z. A retirada da vegetação, pavimentação da via e direcionamento do escoamento superficial para borda da falésia, resultou em na rápida instalação de feições erosivas.

Na ilustração **(X)** são identificadas com círculos vermelhos sete voçorocas, cuja origem é a construção da rodovia RN-063, que no distrito de Barra de Tabatinga, município de Nísia Floresta está em média a 20 metros da borda da escarpa. A relação entre desnível topográfico, friabilidade da camada superficial e uso do solo desconsiderando os aspectos geológicos/geomorfológicos, cria as condições perfeitas para eventos de pulsos erosivos.

Em **(Y)** é descrito as características geológicas, composto por (a) uma camada arenosa friável, predominantemente quartzo e elevada permeabilidade, (B) um nível laterizado, resultado da mobilização íons de forma vertical e horizontal no perfil, levando à remoção de álcalis devido à grande velocidade de lixiviação, levando a aumento dos conteúdos de Fe e/ou Al e diminuição dos de Si (SIQUEIRA *et al.*, 2014) e (C) nível lixiviado, resultado de variações nos níveis freáticos, pós deposição de material.

É possível identificar que a falésia está ativa, ou seja, o processo de recuo da escarpa aproxima esta da rodovia. Assim, é necessário compreender que os gatilhos geomorfológicos são duplos: erosão pluvial e costeira, ambas estão sendo aceleradas pelas modificações antropogênicas. Tal fato, resulta em um *feedback* positivo para aumento do risco de perda do patrimônio natural e da infraestrutura.

Em **(Z)**, tem-se o detalhamento apresentando a delimitação de duas voçorocas e a direção do escoamento superficial da RN-063 para borda da falésia, que alimenta o desenvolvimento das voçorocas, as quais conectam a borda da escarpa à estrada, criando uma situação de risco de dano à infraestrutura. Essa situação representa o entendimento de processos geomorfológicos no Antropoceno, por exemplo: um evento de precipitação elevada em pode resultar na evolução abrupta das voçorocas e danos à estrada, impactando diretamente a vida de milhares de pessoas. Uma vez que, essa é a principal via de ligação do litoral oriental do Rio Grande do Norte.

Fonte: Amorim; Maia (2021), adaptado pelos autores (2023).

O quarto risco compreende **a perda de patrimônio natural (paisagem)**, por serem áreas de intenso fluxo turístico e de pressão de empreendimentos imobiliários, tanto a praia de Barra de Tabatinga como a Praia de Pipa, apresentam ao longo de suas escarpas áreas que já foram totalmente modificadas pelas ações do ser humano, seja pela presença de equipamentos de hotelaria e lazer, seja pela construção de muros de arrimo para conter a erosão marinha na base das falésias (Figura 04).

Figura 04 – Muro de arrimo construído na Praia do Centro – Pipa, como medida para conter à erosão costeira.

Fonte: Os autores (2023).

Nesse ponto de vista, as falésias se caracterizam como arranjos naturais, modificados pelo uso social por meio de diferentes agentes que utilizam essa unidade de paisagem. A perda de patrimônio natural, portanto configura-se como um conflito entre as forçantes ambientais e das tendências de uso e ocupação antrópica desse espaço (KOERNER, OLIVEIRA e GONÇALVES, 2013; AMORIM e MAIA, 2022).

O quinto risco identificado: redução ou inviabilização da atividade turística no local, compreende os efeitos que os acidentes podem gerar no Geossistema como um todo. Sempre que ocorrer um acidente com fatalidade há uma repercussão negativa na imagem local, o que acaba gerando um sentimento de medo nas pessoas que planejavam visitar a região.

Os operadores de turismo que trabalham em áreas de falésias destacam que, que após acidentes fatais, como os da (Figura 05), há uma diminuição significativa no fluxo de turistas nos locais, chegando a passar em torno de seis meses sem as pessoas procurarem esses locais para visitar. Tal fato evidencia que os acidentes produzem impactos diretos na cadeia das atividades de lazer e turismo, além de reverberar na economia local.

Figura 05 – Manchetes de jornais online sobre acidentes nas falésias de Pipa e Barra de Tabatinga.

Fonte: G1 (2022), adaptado pelos autores (2023)

O sexto tipo de risco pode ser entendido como o somatório das intervenções da sociedade em diferentes escalas, no global onde as mudanças climáticas de origem antropogênicas elevam o nível do mar e amplia a erosão costeira, a construção de barragens diminui os sedimentos que chegam à linha de costa e a ocupação de borda de falésias aceleram o processo erosivo. Características marcantes do Antropoceno são eventos extremos, aumento do nível do mar e erosão costeira, expondo não só a população local como equipamentos de infraestrutura a danos extensos (MENTASCHI *et.al*, 2018; TEBALDI *et.al*, 2021).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A delimitação de um novo período geológico que englobe as consequências das ações humanas em processos geomorfológicos, deve necessariamente abordar a erosão, para além de criar assinaturas geomorfológicas, como geradora adversidades à sociedade. Ou seja, demanda compreender a dinâmica em uma perspectiva dos impactos sociais gerados, com tipologias e magnificação de eventos erosivos, levando em consideração os efeitos no ambiente físico e as suas interações com o uso e ocupação do solo.

Assim, as seis tipologias de riscos identificadas podem ser compreendidas como uma forma de compressão dos processos geomorfológicos em falésias costeiras no Antropoceno. Os seja, os processos erosivos deixam marcas, assinatura geomorfológica, na paisagem e na sociedade. Além de deixarem marcas, cria uma condição de expectativa quanto a eventos adversos futuros, os riscos, os quais têm grande potencial de gerar danos no sistema natural e social.

As falésias no litoral oriental do Rio Grande do Norte, são as principais feições geomorfológicas que estruturam uma paisagem diferencial da zona costeira, constituindo um importante ativo ambiental que atrai turistas do mundo todo, criando uma pressão sobre a ocupação do solo em suas áreas lindeiras. Como resultado, ocorre um aumento nos processos erosivos nas escarpas, tanto pelo escoamento da -água pluvial na parte superior, quanto intensificação na erosão marinha, na base das escarpas.

Diante do exposto, é possível apontar as falésias costeiras ativas como unidades geomorfológicas com potencial para marcação dos processos geomorfológicos do Antropoceno, apensar delas não gerarem depósitos estratigráficos correlatos. É preciso compreender o processo de recuo das escarpas, suas interações e consequências com a sociedade, as marcas erosivas nesse caso são de curta duração, mais com consequências profundas.

Por fim, compreende-se que os estudos sobre processos morfodinâmicos no Antropoceno contribuem tanto para a elaboração de parâmetros de mensuração das intervenções diretas do ser humano e seus efeitos nos sistemas geomorfológicos e/ou unidades de paisagem, como para auxiliar na busca de forma de convivência com a erosão costeira, especialmente em falésias.

REFERÊNCIAS

AMORIM, Rodrigo; MAIA, R. P. **Diagnóstico preliminar das falésias de Pipa e Barra de Tabatinga-RN.** Volume 1. Natal: UFRN, 2021.

AMORIM, Rodrigo; MAIA, R. P. **Diagnóstico preliminar das falésias de Pipa e Barra de Tabatinga-RN.** Volume 2. Natal: UFRN, 2021.

BEZERRA, F.H.R; et.al. Holocene coastal tectonics in NE Brazil. In: Stewart, I.S., VITA-FINZI, C. **Coastal Tectonics**. Geological Society, Special Publications, 1998. p. 279-293. Disponível em: https://www.lyellcollection.org/doi/10.1144/GSL.SP.1999.146.01.17. Acesso em: 21 ago. 2023.

COHEN, K.M., Harper, D.A.T., Gibbard, P. L. **ICS International Chronostratigraphic Chart 2023/06**. International Commission on Stratigraphy, IUGS. Disponível em: www.stratigraphy.org. Acesso 02/08/2023.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. **Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa** – Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Desastres Naturais – Projeto GIDES. Rio de Janeiro: CPRM/SGB – Serviço Geológico do Brasil, 2018. Disponível em: https://antigo.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosDefesaCivil/ArquivosPDF/Volume1-ManualTecnicoparaMapeamentodePerigoeRiscoaMovimentos_CPRM.pdf. Acesso em: 21 ago. 2023.

CRUTZEN, P.J., STOERMER, E.F., 2000. The “Anthropocene”. **Global Change Newsletter, v.** 41, 2000. p.17-18.

CRUTZEN, P.J. **Geology of mankind**. Nature 415, 2002.

EMERY, K.O.,KUHN, G.G. Sea cliffs; their processes, profiles, and classification. **Geological Society of America Bulletin**, v. 93, 1982. p. 644-654.

FERREIRA, T.A.B. **APLICAÇÃO DE SISTEMA DE ANÁLISE DE LINHA DE COSTA (DIGITAL SHORELINE ANALYSIS SYSTEM) PARA AVALIAÇÃO DE MUDANÇAS COSTEIRAS NO DELTA DO PARNAÍBA**, 2019, 115 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

KOERNER. K.F; OLIVEIRA, U.R; GONÇALVES, G. Efeito das estruturas de contenção à erosão costeira sobre a linha de costa: Balneário Hermenegildo, Rio Grande do Sul, Brasil. In: **Revista da Gestão Costeira Integrada**, n.13, 2013. p. 457 – 471. Disponível em: https://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-405_Koerner.pdf. Acesso em: 21 ago. 2023.

AMORIM, R.F.; MAIA, R. P.; MEIRELES, A.J.A. **Falésias**: origem, evolução, risco. Imprensa Universitária: Fortaleza, 2022

MEDEIROS, A. B. S. de. **Efeito do grau de saturação, incisão basal e frente de umedecimento na estabilidade de falésias**: estudo de caso em uma falésia localizada na Praia de Tabatinga-RN. - 2021.

MENTASCHI, L.; VOUSOUKAS, M.I.; PEKEL, J.; VOUKOUVALAS, E.; FEYEN, L. Global-long term observations of coastal erosion and accretion. In: Nature – scientific reports. 2018. Disponível em: doi:10.1038/s41598-018-30904-w. Acesso em: 21 ago. 2023

PEREIRA, C. I.; MADRID, D.A.; CORREA, I.D.; PRANZINI, E.; BOTERO, C.M. An evaluation of human interventions in anthropogenically disturbed Caribbean Coast of Colombia. Anthropocene, n.27, 2019. p.1-11. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ancene.2019.100215. Acesso em: 21 ago. 2023.

SANTOS JR, O. F.; COUTINHO, R. Q.; SEVERO, R. N. F. Propriedades Geotécnicas dos Sedimentos da Formação Barreiras no Litoral do Rio Grande do Norte - Brasil. **Geotecnia**, v. 134, p. 87–108, 2015.

SILVA, B.M. F da.; SANTOS JUNIOR, O.F dos.; FREITAS NETO, O. de.; SCUDELARI, A.C. Erosão em falésias costeiras e movimentos de massa no Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil. In: **Revista Geociências**, UNESP, São Paulo, v.39, n.2, 2020. p. 447-461. Disponível em: https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/14233/11699 . Acesso em: 21 ago. 2023

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

TEBALDI. C; RANASINGHE, R.; VOUSDOUKAS, M.; RASMUSSEN, D.J.; VEJA-WESTHOFF, B.; KIREZCI, E.; KOPP, R.E.; SRIVER, R.; MENTASCHI, L. Extreme sea levels at diferente global warming levels. In: **Nature cilmate change**, v.11, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41558-021-01127-1. Acesso em: 21 ago.2023.

TRIPADVISOR. **Travelers' Choice Awards 2023**. Disponível em: https://www.tripadvisor.com.br/TravelersChoice-Beaches-cTop-g13#filters-area. Acesso em 21 ago. 2023

VEYRET, I. **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio. 2.ed. São Paulo: Contexto, 2015.

Walker M, Head MJ, Berkelhammer M, Björck S, Cheng H, Cwynar L, Fisher D, Gkinis V, Long A, Lowe J, Newnham R, Rasmussen SO, Weiss H. **Formal ratification of the subdivision of the Holocene Series/Epoch (Quaternary System/Period): two new Global Boundary Stratotype Sections and Points (GSSPs) and three new stages/subseries**. **Episodes** 2018; 41: 213-223. Disponível em: https://doi.org/10.18814/epiiugs/2018/018016. Acesso em: 21 ago.2023

WOODROFFE, C.D; COWELL, P.J; DICKSON, M.E. Coastal environments. In: GREGORY, K.J; GOUDIE, A.S (edited by). **The sage handbook of geomorphology**. SAGE Publications, 2014. p. 412-429.

ZALASIEWICZ, J; WATERS, C. N; WILLIAMS, M. BARNOSKY, A.D; CEARRETA, A.; CRUTZEN, P.; ERLE, E.; ELLIS, M.A.; FAIRCHILD, I.J.; GRINEVAL, J.; HAFF, P.K.; HAJDAS, I.; LEINFELDER, R.; MCNEILL, J.; ODADA, E.O.; POIRIER, C.; RICHTER, D.; STEFFEN, W.; SUMMERHAYES, C.; SYVITSKI, J.P.M.; WAGREICH, M.; WING, S.L.; WOLFE, A.P.; AN, Z.; ORESKES, N. When did the Anthropocene begin? A mid-twentieth century boundary level is stratigraphically optimal. Quaternary International. **Elsevier**, n.383, 2015. p. 204-207. Disnponível em: http:// dx.doi.org/10.1016/j.quaint.2014.11.0450. Acesso em: 21 ago. 2023.

O Centro de Endemismo Belém sob a Perspectiva Analítica da Ecodinâmica

The Center of Endemism Belém under the Analytical Perspective of Ecodynamics Theory

Nicollas Silva Mendes
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0002-0909-992X
nicollasmendes@aluno.uema.br

Edilane Medeiros Santos
Universidade Estadual do Maranhão
0009-0007-2454-8117
edillanesantos@aluno.uema.br

Bianca Maria Costa Barbosa Reis
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0003-4564-7556
biancareis@aluno.uema.br

Allana Pereira Costa
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0001-7458-6540
allanapcosta10@gmail.com

Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0001-9850-4167
luizjorgedias@hotmail.com

Resumo: Centros de endemismo são regiões biogeográficas que apresentam destaque haja vista, o seu enorme potencial de abrigo de fauna e flora. Devido às características únicas, o Centro de Endemismo Belém (CEB) é atualmente a região com maior potencial de perda de biodiversidade e de transformações de paisagens de toda a Amazônia. Objetivou-se utilizar técnicas de mapeamento, com o auxílio de dados produzidos através de métodos computacionais, são a tônica necessária para o enquadramento da área de análise através do método ecodinâmico. Foram avaliados os elementos geomorfológicos que condicionam a diversidade de meios físico-bióticos do CEB, que variam de sem suscetibilidade aparente a muito instáveis. Apontam-se as áreas de maior criticidade ecodinâmica, que estão associadas à perda da capacidade de produção fotossintética, à declivida e à altimetria, bem como ao avanço das atividades humanas. Por fim, são indicados complementos metodológicos para o aperfeiçoamento da abordagem temática aplicada à área em questão.

Palavras-chave: Amazônia Oriental, Fragilidades Ambientais, Cartografia das Paisagens.

Abstract: Centers of endemism are biogeographical regions that stand out in view of their enormous potential for sheltering fauna and flora. Due to its unique characteristics, the Centro de Endemismo Belém (CEB) is currently the region with the greatest potential for loss of biodiversity and transformation of landscapes in the entire Amazon. The objective was to use mapping techniques, with the aid of data produced through computational methods, which are the keynote necessary for framing the area of analysis through the ecodynamic method. The geomorphological elements that condition the diversity of physical and biotic environments of the CEB were evaluated, which range from no apparent susceptibility to very unstable. Areas of greater ecodynamic criticality are pointed out, which are associated with the loss of photosynthetic production capacity, slope and altimetry, as well as the advancement of human activities. Finally, methodological complements are indicated for the improvement of the thematic approach applied to the area in question.

Keywords: Eastern Amazon, Environmental Fragilities, Cartography of Landscapes.

Introdução

Uma área de endemismo pode ser compreendida como resultado de quaisquer alterações que geram isolamentos de forma a surgirem novas espécies em decorrência de tal alteração. Silva (2005) destaca que centros de endemismo são importantes por serem consideradas como as menores unidades geográficas para análise de biogeografia histórica e são, portanto, a base para a formulação de hipóteses sobre os processos responsáveis pela formação da biota regional.

Zatelli (2019) afirma que as espécies que ocorrem numa área muito restrita são encaradas de forma particular. A sua vulnerabilidade quase intrínseca torna-as uma referência obrigatória quando se traçam linhas de ação para conservar a biodiversidade. Nesse contexto, a constante pressão por extração de recursos gera constante pressão sobre as espécies residentes em centros de endemismo, e em geral as perdas são irreversíveis dado as características únicas da região (ROSSEAU et al., 2019).

Braz et al. (2017) afirmam que a Amazônia é a maior e mais diversa floresta tropical do mundo, abrangendo mais de 6.000.000 km², estando em nove países da América do Sul. E devido à sua larga distribuição espacial, as comunidades de animais e plantas não são homogêneas na Amazônia. A região é um mosaico de distintos centros de endemismo, os quais são separados pelos principais rios, cada uma com suas próprias biotas e relações evolutivas, a região abriga oito centros de endemismo: Belém, Xingu, Tapajós, Rondônia, Inambari, Napo, Imeri e Guiana (SILVA, 2005).

O Centro de Endemismo Belém (CEB) representa 5,88% do total de 4,2 milhões de km² da Amazônia Brasileira, perfazendo uma área de 247.635,44 km^2. Grande parte desse recorte espacial apresenta alto grau de controle humano, o que pode ser justificado pelos padrões de uso e cobertura da terra que foram intensificados, principalmente, nos últimos 50 anos. A intervenção antrópica no macroterritório aqui exposto se mostra como um grande catalisador na dinâmica das paisagens atuais, já que no território são realizadas múltiplas atividades sociais, culturais e, sobretudo, econômicas. Isso por si só, demonstra a importância em compreender o território com suas mudanças, suas funcionalidades e as suas tendências de ocupação.

No contexto das abordagens de zoneamentos ecológico-econômicos, a análise ecodinâmica do território, como complemento da abordagem geoecológica, perpassa pela definição cartográfica das áreas homogêneas de ações humanas sobre o complexo territorial natural. A abordagem morfoclimática voltada para as vulnerabilidades ecodinâmicas, indicam que, para os esforços de integração das análises da dinâmica das paisagens naturais, em conjunto com as de origem antropogênicas, é imprescindível que estas sejam elaboradas e

integradas definições cartográficas de regionalização de processos climáticos, bem como pela compreensão dos quadros ecológicos e de características geomorfológicas em uma mesma escala.

Dessa maneira, os estudos de integração ecodinâmicos ou geossistêmicos devem proporcionar o entendimento de interações, associações e integrações de vários elementos físicos/naturais, bióticos/ecológicos e humanos/antropogênicos. Uma integração metodológica necessária entre a Geoecologia e a Ecologia de Paisagem, com auxílio de técnicas e produtos de sensoriamento remoto e geoprocessamento.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar os níveis de integridade do Centro de Endemismo Belém (CEB) à luz do Método Ecodinâmico aplicado às paisagens naturais e antropogênicas, com vistas ao enquadramento dos graus de fragilidade integrada do território frente às suas atuais pressões de uso. Além disso temos como objetivos específicos além de regionalizar o CEB em cinco classes de fragilidades integradas da paisagem para a definição das células ecodinâmicas mais suscetíveis à ocorrência de perda de equilíbrio ambiental e por fim indicar os principais riscos e tipologias de sinistros morfoclimáticos existentes no território analisado, com respectivas áreas de ocorrência e grau de vulnerabilidade.

Metodologia

Para efeitos do presente trabalho, utilizar-se-á a Teoria Geossistêmica, com o propósito de identificar processos físico-bióticos e socioeconômicos integrados na escala 1:750.000. Serão adaptadas as legendas originais de trabalhos em diversas áreas que vão desde ecodinâmica até estudos referentes à Ecologia de Paisagem. Às unidades territoriais físico-bióticas foram inseridos critérios qualitativos de vulnerabilidade, que variam de 01 a 05, pesos que apontam para o reconhecimento de possibilidades de cruzamento de dados e sua consequente padronização.

Dentro da escala de fragilidades ecodinâmicas do CEB, que variará, qualitativamente, para efeitos da presente pesquisa, de sem suscetibilidade aparente, a estável, intermediário, instável a muito instável, será possível calcular, com a integração dos produtos cartográficos e com técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento, um mapa-síntese, demonstrando a síntese regional da integridade natural do território.

Para a construção dos mapas utilizados, fez-se necessário o levantamento de dados para cada produto proposto, dentre eles destaca-se: Dados SRTM para a construção de mapas de Declividade e Hipsometria; Dados do Satélite MODIS (*Moderate Resolution Imaging Spectroratiometer*) para a criação do NDVI; Dados de estações meteorológicas do INMET para a criação do mapa de Evapotranspiração Potencial. De posses dos dados, o processamento será realizado nos softwares QGIS 3.16 e ArcGis 10.5.

Aplicou-se a seguinte formula na ferramenta *raster calculator* para a obtenção do mapa Ecodinâmico:

$$\text{Suscetibilidade} = \frac{D * 4 + N * 3 + A * 2 + E * 1}{4}$$

Onde:

D corresponde ao raster de Declividade

N corresponde ao raster de NDVI

A corresponde ao raster de Altimetria

E corresponde ao raster de Evapotranspiração Potencial.

Referencial Teórico

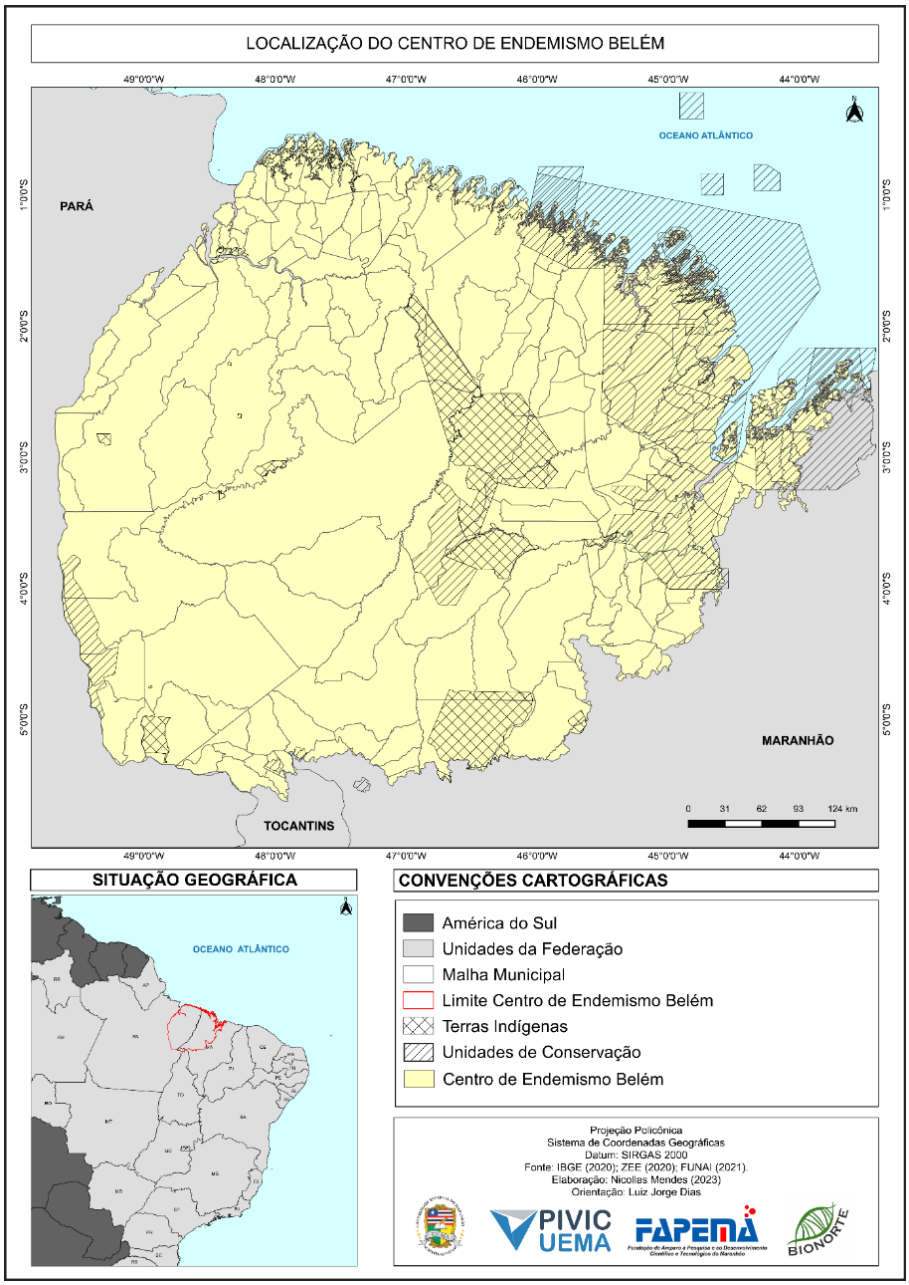
Localização e Situação Geográfica

O Centro de Endemismo Belém é uma região biogeográfica que se localiza entre as regiões Leste do Pará, extremo Norte do Tocantins e Oeste do Maranhão, sendo considerada com a principal fronteira de colonização agrossilvopastoril da região amazônica com uma área aproximada de 247.635,44 km^2. É composto por um total de vinte e nove unidades de conservação e dezoito terras indígenas.

A Figura 01 mostra a localização do CEB bem como de seus limites, que adotam a margem oeste do Rio Tocantins, no Estado do Pará, como sua delimitação ocidental. A Leste, no Maranhão, segue-se a linha divisória entre o Bioma Amazônia e o Bioma Cerrado. Já a Sul, entre o Maranhão, o Tocantins e o Pará, têm-se os limites da Amazônia, como articulação de bioma. Ao passo que a Norte são encontradas as reentrâncias da Baía de Guajará, estuário do Tocantins/Amazonas, até as Reentrâncias e Golfão Maranhenses.

A definição dessa poligonal é ligeiramente diferente daquelas já adotadas para as áreas ou centros de endemismo amazônicas presentes nos trabalhos de Silva (2005), Almeida e Vieira (2010) e MPEG (2013). Essas fontes adotaram os limites dos grandes rios da Amazônia Ocidental para a delimitação do CEB, como os Rios Tocantins e Pindaré, enquanto o presente trabalho adotou como limites Sul e Leste do CEB pela distribuição do Bioma Amazônia.

Figura 01: Localização do Centro de Endemismo Belém



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Centros de Endemismo

Um centro de endemismo é configurado de acordo com a forma como as espécies são distribuídas na Terra. Tal situação segue padrões biogeográficos, geológicos e geomorfológicos e não ocorre de forma aleatória. Silva (2011) afirma que as espécies vivem nos lugares com condições físicas adequadas para a sua sobrevivência e reprodução, onde elas se adaptaram e co-evoluem com outros organismos e o componente abiótico em complexas relações ecológicas.

Deste modo, observa-se que esse processo de evolução acontece após interferências no meio em que as espécies estavam originalmente inseridas. Um exemplo é o

isolamento geográfico que resulta na especiação alopática, em que uma espécie ancestral encontra uma barreira que a divide o território de sua abrangência e distribuição (também chamado de evento vicariante) por um período de tempo suficiente para que as características encontradas nos grupos separados tenham variações em relação a espécie original antes da separação.

Silva (2011) e Figueiró (2015) avaliam que a distribuição de qualquer espécie é totalmente influenciada pela evolução dos componentes abióticos do meio, e considera ainda que processos abióticos podem modelar a distribuição de diversas espécies de plantas e animais, espera-se encontrar uma coincidência entre as áreas de distribuição das espécies influenciadas diretamente pelas mudanças no meio. Portanto, pode-se entender que uma área de endemismo é um produto condicionado pela diversificação de espécies dado às condições abióticas que tornaram possível a especiação.

Por conseguinte, centros de endemismo são coincidências entre distribuições geográficas de espécies e hipóteses de eventos comuns de restrição para parte de uma biota (CARVALHO, 2011). Vários processos históricos podem causar esta restrição, como eventos orogenéticos, flutuações climáticas, mudanças na fisionomia vegetal ou o surgimento de barreiras geográficas, como já citado.

Em relação à região amazônica nota-se um contexto de exploração que tem início a partir da ocupação da Amazônia Legal tendo em vista as terras que foram apropriadas para usos que vão desde a agropecuária até a mineração. Nesse sentido Braz et al. (2017) frisam que a partir da década de 1970 o processo de ocupação acelerou-se e milhões de hectares de florestas foram derrubados para criação de pastos e projetos de colonização e reforma agrária.

Método Ecodinâmico

Para o entendimento do método ecodinâmico, faz-se necessária uma contextualização a respeito do conceito de ecossistema, assim Tricart (1977) afirma que a definição de ecossistema foi proposta por Tansley (1935). Para Tricart (1977) e Tricart e Killian (1982), as unidades ecodinâmicas estão integradas à definição de ecossistema e nas relações mútuas entre os diversos componentes da dinâmica da natureza e dos fluxos de energia e matéria no meio físico-biótico.

Quanto às características, os autores retromencionados apontam que uma unidade ecodinâmica se caracteriza por um conjunto de processos ou pedogenéticos ou morfogenéticos que têm repercussões sobre as comunidades bióticas. O exemplo analisado é simples e com severas limitações. Geralmente, a morfodinâmica é o elemento determinante, como nesse exemplo. Ela depende diretamente do clima, da topografia e do material rochoso,

por exemplo. Sua gradação ou classificação de unidades taxonômicas varia de uma ecodinâmica de meios estáveis à ecodinâmica de meios integrades ou intermediários aos de natureza instável, os quais serão detalhados a seguir.

A perspectiva de uma visão processual, cíclica e dinâmica dos meios naturais impõem-se como a tônica analítica da dinâmica de organização e evolução das paisagens. Com efeito, esta não consiste na intervenção em um meio inerte, que leva em consideração dados imutáveis, definidos uma vez por todas, como sugere o termo inventário, ainda frequentemente usado. A ação humana é exercida em uma Natureza mutante, que evolui segundo leis próprias, das quais percebemos, de mais a mais, a complexidade.

Não é mais possível limitar as interpretações do meio físico-biótico apenas pela interpretação descritiva das paisagens (algo correlato ao detalhamento fisiográfico, procedimento já suplantado, ineficiente e considerado método extemporâneo). Assim, deve-se estudar a organização do espaço é determinar como uma ação se insere na dinâmica natural, para corrigir certos aspectos desfavoráveis e para facilitar exploração dos recursos ecológicos que o meio oferece.

Nesse contexto são inseridas as tipologias de meios naturais estáveis, isso segundo Tricart (1977). Estes se desenvolvem de maneira lenta com um grau de percepção pequena devido à velocidade das alterações, a tendência é que os processos físicos atuem de maneira lenta e em pouca quantidade. Essa característica é destacada como margem para que haja hesitação sobre as variações desse tipo de meio físico-biótico.

A constância no sentido evolucionista decorre de uma combinação de fatores, em que são destacadas a ausência de mudanças bruscas nas condições ambientais regionais, fator impeditivo para a ocorrência de grandes eventos de perturbação natural. Isso levou a biogeógrafos, em que pese os que trabalham com vegetação, a denominar esse estado de equilíbrio dinâmico como estado climáxico ou clímax (WALTER, 1986).

Quanto à localização Tricart (1977) destaca alguns pontos que embasam a procura por regiões estáveis, entre elas estão à presença de cobertura vegetal suficientemente densa ao ponto da mesma desempenha um fator de impedimento aos processos mecânicos provenientes da morfogênese; além desse fator destacam-se a dissecação do relevo que deve ser moderada não alterando os cursos d'água e com vertentes de evolução lenta; e por fim a área não deve apresentar atividade vulcânica que poderia desencadear uma mudança violenta na região.

As regiões de ocorrência de meios estáveis apresentam ambientes biostásicos (AB'SÁBER, 2021), ou seja, de homogeneidade dos processos condicionantes à ocorrência de estabilidades fitoecológicas. O autor ressalta ainda que a vegetação fornece insumos

orgânicos indispensável à remineralização de solos em regiões em que são favorecidos os processos de origem e de desenvolvimento pedológico.

Já os meios intergrades ou intermediários funcionam como um conjunto de áreas ou faixas de transição entre meios estáveis e instáveis. Essa passagem ocorre de forma contínua, em *dégradé*, o que nem sempre permite uma identificação objetiva, fácil, nos ambientes naturais. A característica predominante nesse meio é que há interferência de processos relacionados à morfogênese e pedogênese, ao mesmo tempo, e essas mudanças variam de acordo com critérios quantitativos e qualitativos. Na variável qualitativa faz-se necessário a distinção entre processos morfogênicos que modificam apenas a superfície e não os horizontes no perfil de solo, dos que alteram toda uma camada do perfil ou parte dele gerando assim uma perturbação na disposição dos horizontes. Como exemplo tem-se o processo de ablação que por consequência retira a camada superior do solo.

Já o critério quantitativo tem sua base no balanço entre pedogênese e morfogênese. Quando ocorre níveis baixos de instabilidade a pedogênese tende a se destacar em meio a transição para a condição estável. Esse balanço aplica-se também aos movimentos de massa que afetam o solo na transição entre os meios. Há de se destacar, que os meios intergrades por serem zonas de transição tornam-se extremamente sensíveis quanto as modificações que o transformam em meios instáveis, destacando ainda mais a importância do balanço entre pedogênese e morfogênese.

No que corresponde aos meios instáveis, a morfogênese se designa como o elemento predominante da dinâmica natural, bem como fator determinante do sistema natural, em que outros elementos se encontram subordinados (ROSS, 2006). Partindo desse pressuposto, esse tipo de classe de análise dos ambientes físico-bióticos pode ser definido por apresentar diferentes origens, que são suscetíveis de se combinarem entre elas.

Ademais, eles são originados de rupturas dos sistemas ambientais, quer por ocorrência de fenômenos naturais, quer pelas ações humanas cumulativas, que, em conjunto, são capazes de alterar os processos e o funcionamento do meio físico-biótico local ou regional. A suscetibilidade à ocorrência de fenômenos erosivos e deposicionais encontram-se nesse tipo de meio. No entanto, as modalidades morfodinâmicas oriundas de determinadas situações se definem de modo variados e oferecem a possibilidade de divisão dos meios fortemente instáveis durante o seu curso de ação.

Resultados e Discussões

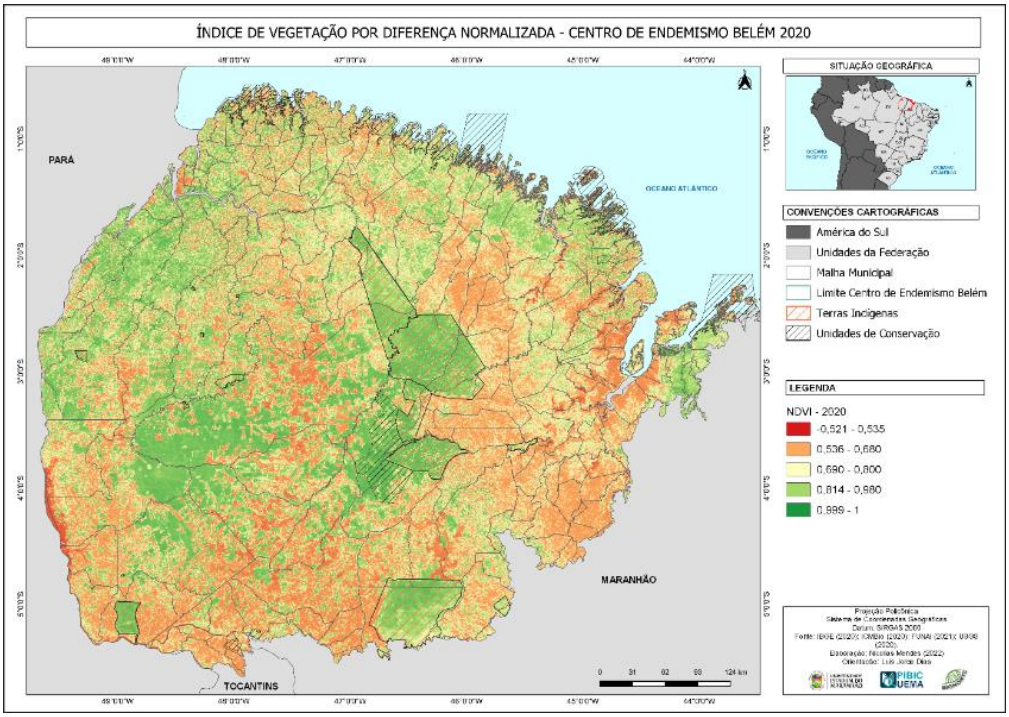
Com a crescente alteração das características originais do CEB, tem-se como produto direto uma significativa alteração do quantitativo de vegetação natural. Esse processo se acentua ainda mais quando por meio dos produtos de sensoriamento remoto analisa-se a

integridade da vegetação, a Figura 02, que demonstra para o ano de 2020 a realidade da saúde da vegetação regional mensurada pelo Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI, em sua sigla em inglês).

Por conseguinte, a imagem demonstra cinco classes de atividade clorofiliana propostas pelo NDVI, com valores que variam de -0,521, indicando áreas com nuvens, com água ou desprovida de cobertura foliar, até 1, que aponta para áreas com saúde fotossintética plena no computo geral das áreas que ainda detêm estoques de biodiversidade vegetal nativa. Por outro lado, a perda dessa disposição de produção primária do ambiente é resposta às ações humanas cumulativas, o que é mais intenso na parcela do CEB presente no Estado do Maranhão.

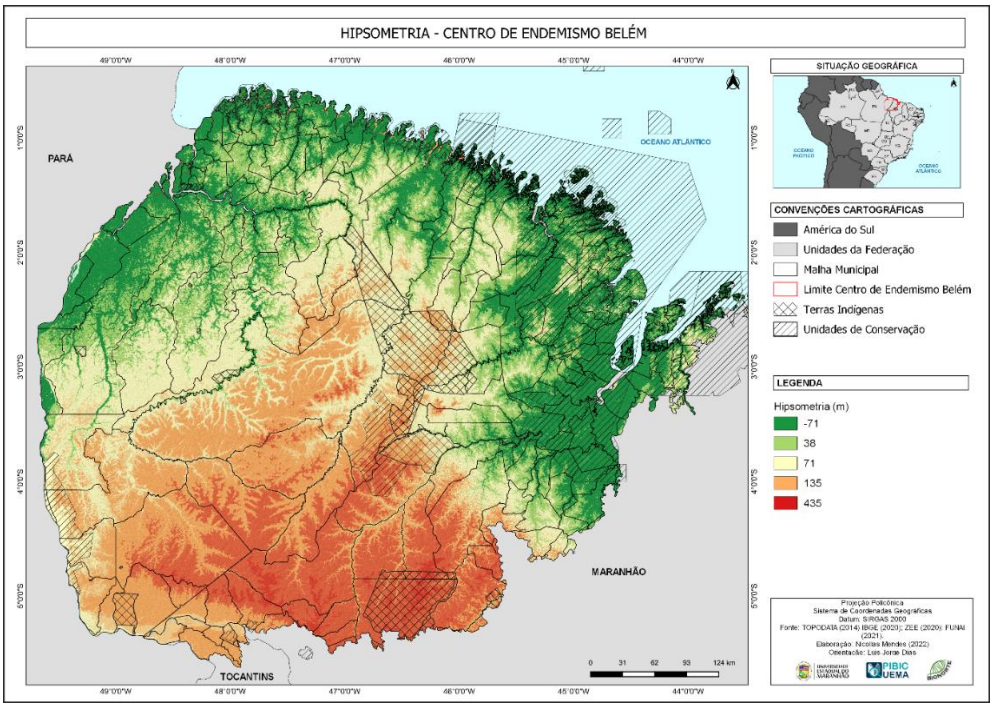
Já a geomorfologia da região apresenta a ocorrência de escarpamentos dos planaltos rebaixados da Amazônia Oriental, provavelmente devido à interação dos processos epirogenéticos vinculados aos altos estruturais regionais submetidos a episódios neotectônicos e associados a processos de pedimentação e circudendução regional (DANTAS et al., 2013). A hipsometria do CEB está exposta na Figura 03.

Figura 02: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada do Centro de Endemismo Belém (2020).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

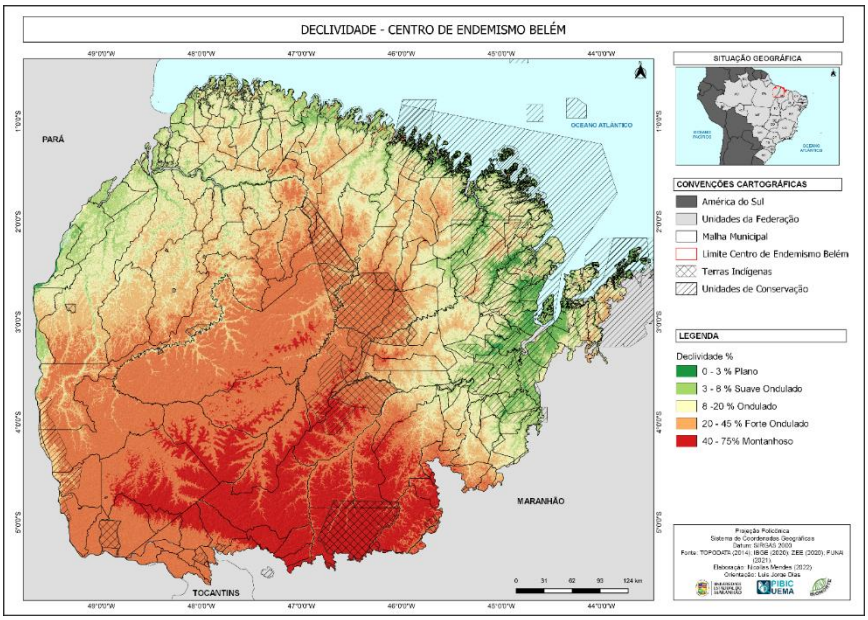
Figura 03: Hipsometria do Centro de Endemismo Belém.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Ainda acerca dos dados hipsométricos do CEB, este está dividido em cinco classes hipsométricas com cotas que apresentam variação da cota altimétricas -2 (nível do mar) a 435 metros no ponto de maior altitude, visto que a região apresenta características de relevo de baixa altitude, quanto a divisão nota-se que as regiões de maior altitude se encontram ao Sul do CEB, com diminuição da altitude à medida que se aproxima da região Norte. Outro ponto na análise geomorfológica da região são as características de declividade do CEB que estão apresentadas na Figura 04, que dispõe a divisão do CEB em cinco classes de declividade.

Figura 04: Mapa de Declividade do Centro de Endemismo Belém.

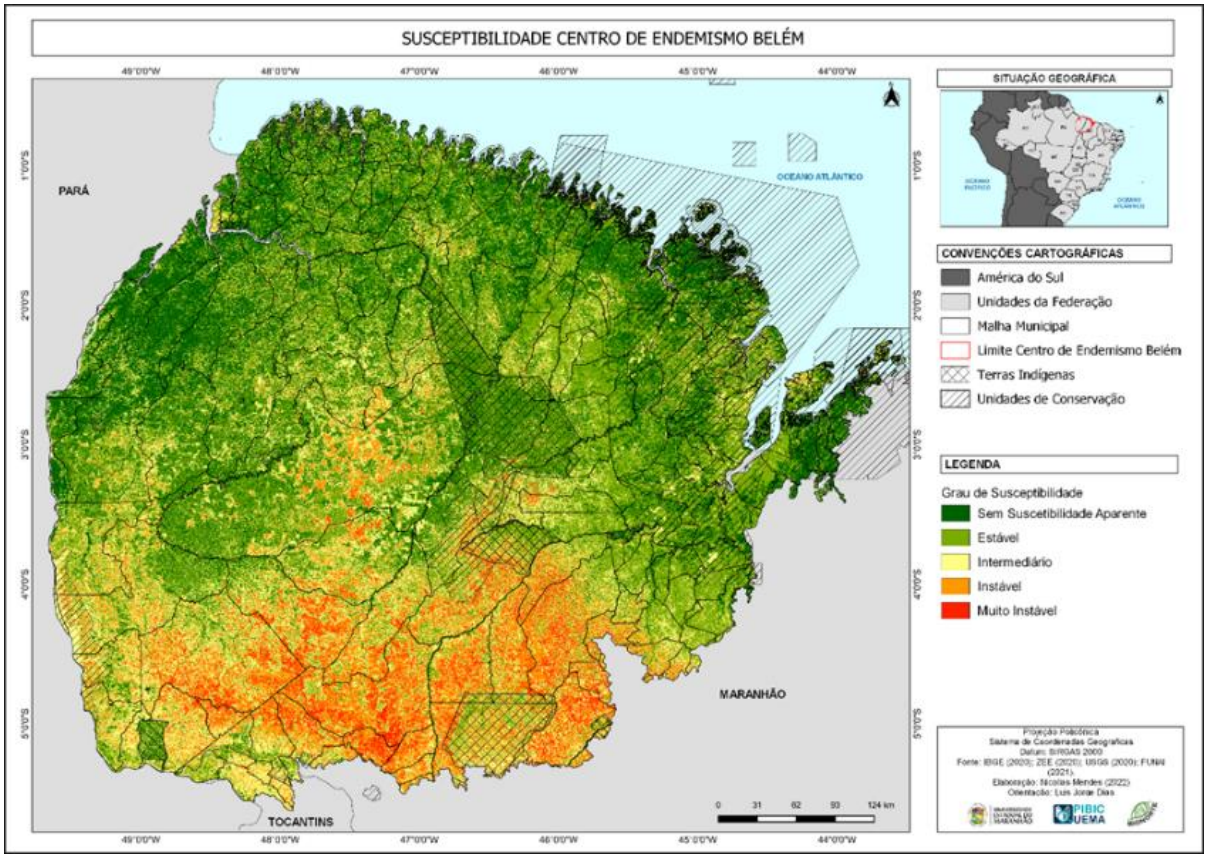


Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Convém relembrar que, além do NDVI, a análise de integridade do CEB passa pela geomorfologia com base nos estudos de Tricart (1977), que destacam a suscetibilidade em classes que vão desde sem suscetiblidade aparente, estável, intermediário, instável e muito instável. Tais classes indicam o grau de instabilidade da região analisada, de acordo com variáveis definidas. Para o CEB, a suscetibilidade ecodinâmica do território mostra que as áreas mais ao Sul do CEB apresentam o maior grau de fragilidade, estando elas inseridas na classificação de grau muito instável, condição essa que demonstra o maior de risco de sinistros geológicos.

Nota-se que o CEB carrega as três classificações ecodinâmicas propostas pelo autor (Figura 05). Na região Norte da área de pesquisa, nota-se grande presença dos meios estáveis, com relevo plano e pouca atividade morfogenética. Tais características decorrem sobretudo da presença de baixas amplitudes altimétricas, que concorrem para a baixa modificação das formas de relevo. As células estáveis, portanto, podem ser consideradas e definidas como sem suscetibilidade aparente e estáveis, de forma que abrangem grande parte da região Norte e Central.

Figura 05: Mapa de suscetibilidades ecodinâmicas do Centro de Endemismo Belém.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em relação aos meios intergrades constata-se uma transição definida a partir da região Central do CEB, local que marca o início do aumento da declividade e consequente suscetibilidade a transformações do relevo. Diferente do que se observa ao Norte, há de se destacar o início da ausência de vegetação, fator que é a principal condicionante para a ocorrência dos processos pedogenéticos e por se tratar de meios intergrades, a região tem grandes suscetibilidades integradas para tornar-se, ao longo das décadas vindouras, em um conjunto de meios instáveis.

Outrossim, o CEB conta com duas classes de fragilidade máxima: a de meios instáveis e a de meios muito instável. Tal divisão mostra como o fator ausência de saúde ecossistêmica, vinculada à baixa produção clorofilina, e sobreposta aos dados relativos à declividade e à hipsometria, para o desenvolvimento de meios fortemente instáveis.

A região Sul apresenta as maiores declividades do Centro de Endemismo, com forte suscetibilidade aos processos erosivos. Essa condição reforça a característica destacada para os meios fortemente instáveis, que dispõem de maior condição ecodinâmica de alterações do status dos meios. Ademais, essa área está altamente suscetível passar por mudanças constantes, as quais são em grande parte aceleradas por atividade antrópica, que aceleram a velocidade das alterações na morfodinâmica regional.

Considerações Finais

A partir da análise ecodinâmicas do Centro de Endemismo Belém, são estabelecidos os seguintes argumentos, à guisa de considerações finais:

a) a análise de áreas de ocorrência de endemismos não deve ser pautada apenas pela identificação de elementos relativos à biodiversidade regional, devendo ser o território natural ser compreendido igualmente à luz dos processos físicos;
b) o método ecodinâmico aqui usado (com adaptações) é uma das maneiras de mapear, através de uma abordagem integrativa e relacional de variáveis ambientais, o comportamento dinâmico das paisagens, desde a inexistência de fragilidades consorciadas (meios sem suscetibilidade aparente) até situações em que o meio natural passa por forte instabilidade de seus componentes ambientais (meios muito instáveis);
c) os padrões de uso e ocupação do CEB, sobretudo em suas parcelas Sudoeste, Sul e Sudeste, apontam para a convergência de processos de supressão da cobertura vegetal nativa ou de diminuição da capacidade de produção primária da biomassa fitoecológica remanescente, o que é capaz de conduzir, dentre outras coisas, ao ressecamento da paisagem e à desproteção dos solos, o que favorece à morfogênese.

A abordagem ecodinâmicas do CEB é um exercício até agora inédito, o que requer maiores aprofundamentos ao longo dos próximos anos. Esforços de pesquisa são necessários para o preenchimento de lacunas de conhecimento sobre a integração do meio físico com as características dos meios bióticos regionais, que podem fundamentar um aperfeiçoamento metodológico, que deve ser desenvolvido com o uso de inteligência territorial disposta em ambientes computacionais, com o uso de Sistemas de Informações Geográficas, bem como por trabalho de campo de validação. Em assim acontecendo, há maior viabilidade de planejamento voltado para o ordenamento efetivo do CEB, considerando suas potencialidades, mas, sobretudo, as estratégias de mitigação das suas suscetibilidades naturais.

Referências

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. 8. ed. São Paulo: Ateliê Editorial, 2021. 159 p.

ALMEIDA, Arlete Silva de; VIEIRA, Ima Célia Guimarães. Centro de Endemismo Belém: Status da Vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica. REU, Sorocaba, SP, v. 36, n. 3, p. 95-111, dez. 2010.

BRAZ, L. C.; PEREIRA, J. L. G.; FERREIRA, L. V.; THALÊS, M. C. A Situação das Áreas de Endemismo da Amazônia com Relação ao Desmatamento e às áreas protegidas. Boletim de Geografia, v. 34, n. 3, p. 45-62, 2. mai. 2023.

CARVALHO, C.J.B. Áreas de endemismo. In: CARVALHO, C.J.B; ALMEIDA, E.A.B (orgs.). Biogeografia da América do Sul: padrões & processos. São Paulo: Roca, 2011. p. 41-51.

DANTAS, M.E.; SHINZATO, E.; BANDEIRA, I.C.N.; SOUZA, L.V.; RENK, J.F.C.. Compartimentação geomorfológica. In: BANDEIRA, I.C.N. (org.). Geodiversidade do Estado do Maranhão. Teresina: CPRM, 2013. p. 31-62.

DIAS, L.J.B. (orgs.). Zonificação do território: etapa Bioma Amazônico. São Luís: IMESC, 2019. 142 p.

FIGUEIRÓ, Adriano Severo. Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. 384 p.

MPEG – Museu Paraense Emílio Goeldi. Cenários para a Amazônia: Área de Endemismo Belém. ALMEIDA, Arlete Silva; VIEIRA Ima C.G. (Org.). Belém – PA. Museu Paraense Emílio Goeldi, 2013. Disponível em: https://issuu.com/museu-goeldi/docs/sum__rio_executivo_aeb_05032015. Acesso em: 22. fev. 2023.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanhez. Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. p. 208 p.

ROUSSEAU, Guillaume Xavier; SILVA, Paulo Rogério dos Santos; CELENTANO, Danielle; CARVALHO, Claúdio José Reis de. Macrofauna do solo em uma cronosequência de capoeiras, florestas e pastos no Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental. Acta Amazonica, vol. 44(4) 2014: 499 - 512

SILVA, José Maria C. da ; RYLANDS, Anthony B.; DA FONSECA, Gustavo A. B. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. MEGADIVERSIDADE, Volume 1, Nº 1, julho2005 - (Cracraft, 1985, 1994; Morrone, 1994; Morrone&Crisci, 1995).

SILVA, Márcio Bernardino da. Áreas de endemismo: as espécies vivem em qualquer lugar, onde podem ou onde historicamente evoluíram? Revista da Biologia (2011) Vol. Esp. Biogeografia: 12-17

TANSLEY, Arthur G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. Ecology, 1935, v. 16, p. 284-307.

TRICART, Jean. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

TRICART, J.; KILIAN, J.. La ecogeografia y la ordenación del medio natural. Barcelona: Anagrama 1982.

WALTER, Heinrich. Vegetação e zonas climáticas: tratado de Ecologia Global. São Paulo: EPU, 1986. 327 p.

ZATELLI, Katucia Sandra. Endemismo: Passado, Presente, Futuro. Disponível em: https://www.matanativa.com.br/endemismo-passado-presente-futuro/. Acesso em: 9 fev. 2022.

Estudo dos eventos extremos de precipitação na bacia do Rio Acaraú-CE

Study of severe rainfall events in the Acaraú-CE River basin

Maria Bianca Souza Crisóstomo
Universidade Estadual do Ceará
bianca.crisostomo@aluo.uece.br

Paulo Roberto Silva Pessoa
Universidade Estadual do Ceará
paulo.pessoa@uece.br

Resumo: A área de estudo deste trabalho compreende a bacia do rio Acaraú em seu baixo curso. Esta importante bacia hidrográfica é a segunda maior bacia do estado. Esta área está submetida quase em sua totalidade a sazonalidade do clima semiárido, exceto a sua porção que se localiza no baixo curso recebendo a contribuição do clima litorâneo e de outros sistemas atmosféricos dinâmicos que também atuam nesta região. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento da precipitação pluviométrica utilizando os dados pluviométricos dos postos da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – Funceme através de técnicas estatísticas para quantificação, determinação e classificação dos anos secos e chuvosos na região, bem como correlacioná-los as variáveis dinâmicas de ocorrência do ENOS. Foi plicada a técnica dos quantis, segundo a metodologia descrita por Pinkayan (1966) e Xavier (2001, 2004, 2007). Os resultados demonstraram uma significativa irregularidade na distribuição temporal das precipitações, e também podem colaborar para os estudos de mitigação dos impactos ambientais de ordem antrópica e nas medidas de adaptação as mudanças climáticas e evolução das paisagens.

Palavras-chave: ENSO, precipitação, Clima.

Abstract: The study area of this work comprises the Acaraú river basin in its lower course. This important river basin is the second largest basin in the state. This area is almost entirely subject to the seasonality of the semi-arid climate, except for its portion that is located in the lower course, receiving the contribution of the coastal climate and other dynamic atmospheric systems that also act in this region. The objective of this work was to evaluate the behavior of rainfall using rainfall data from the Cearense Foundation of Meteorology and Water Resources – Funceme, through statistical techniques for quantification, determination and classification of dry and rainy years in the region, as well as to correlate them the dynamic variables and the occurrence of ENSO. The quantile technique was applied, according to the methodology described by Pinkayan (1966) and Xavier (2001, 2004, 2007). The results showed a significant irregularity in the temporal distribution of precipitation, and can also contribute to studies of mitigation of environmental impacts of anthropic order and measures of adaptation to climate change and landscape evolution.

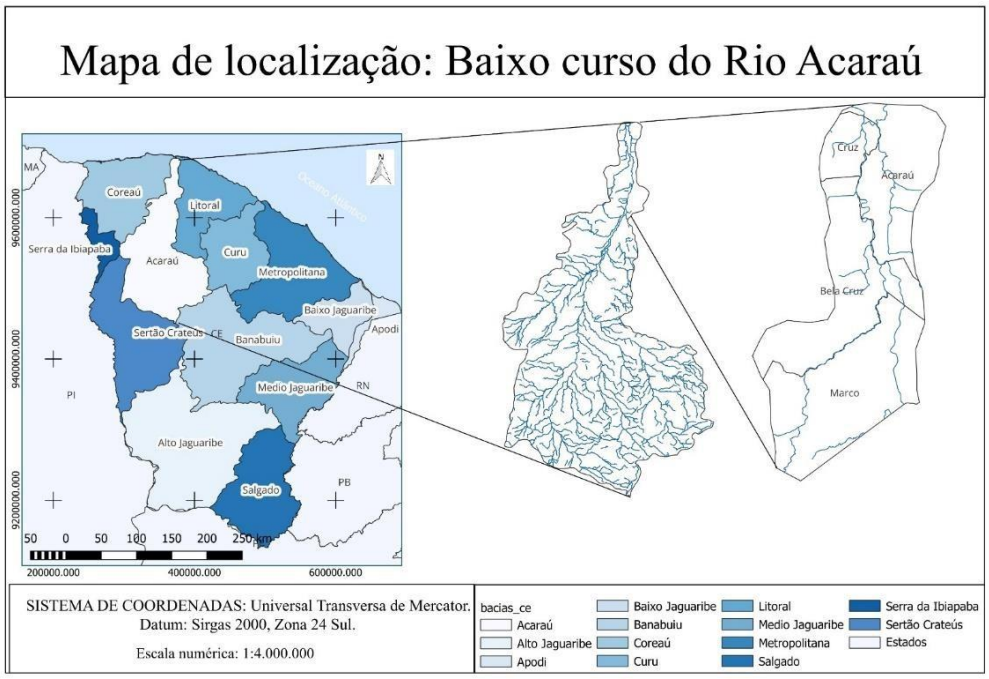
Keywords: ENSO, Precipitation, Climate.

Introdução

A Bacia Hidrográfica do Rio Acaraú situa-se no norte-ocidental do estado do Ceará, entre as bacias do Coreaú, Serra da Ibiapaba e Sertão Crateús a oeste, e as bacias do Litoral e do Curu a leste e sudeste. O principal rio da bacia é o rio Acaraú, que nasce no ponto mais alto do estado, a Serra das Matas, e abrange 235 km em sentido sul-norte. Toda a extensão da bacia equivale a 14.423,00 Km2 e ocupa cerca de 10% do território cearense, englobando vinte e oito municípios (COGERH, 2009).

A área de estudo localiza-se no baixo curso do rio Acaraú, porção norte da bacia, entre os municípios de Acaraú, Bela Cruz, Cruz e Marco (figura1). O período chuvoso fica entre os meses de janeiro a junho e o período seco entre os meses de julho a dezembro (MOTA, et al 2012).

Figura 1 - Mapa de localização.



Fonte: autora (2023).

De acordo com, Silva e Duarte 2023, o Nordeste brasileiro apresenta grande variabilidade pluviométrica e é fortemente acometido por rigorosos eventos atmosféricos de estiagem e problemas de insuficiência hídrica, em áreas mais interioranas, como também por chuvas intensas em regiões litorâneas.

As precipitações que ocorrem na região Nordeste, são fortemente influenciadas por sistemas dinâmicos que oscilam a partir de fenômenos atmosféricos e oceanográficos em escala regional e global. Consequentemente, estes processos conferem uma significativa irregularidade espacial e temporal das chuvas nessa região. Assim, podem ser apontados os principais sistemas produtores de chuva que atuam na região como a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, as Frentes Frias, os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior - VCAS, as Linhas de Instabilidade, os Complexos Convectivos de Mesoescala - CCM, as ondas de Leste, e as oscilações de 30 e 60 dias, que atuam durante o ano. Contudo, na porção setentrional é majoritária a atuação da ZCIT. (PESSOA, 2015).

A análise dos eventos extremos de precipitação pluviométrica é importante para conhecer os fenômenos que atuam na região e a forma como eles se concretizam no espaço.

Em casos de enchentes ou escassez, o planejamento urbano e rural deve estar preparado de acordo com suas especificidades. (MONTEIRO, ROCHA & ZANELLA 2012)

Com base nisso, o presente estudo tem por objetivo fazer a quantificação, determinação e classificação dos anos secos e chuvosos, através da técnica estatística dos quantis segundo a metodologia descrita por Pinkayan (1966) e Xavier (2001, 2004, 2007) como também, correlacioná-los as variáveis de ocorrência do ENOS.

Metodologia

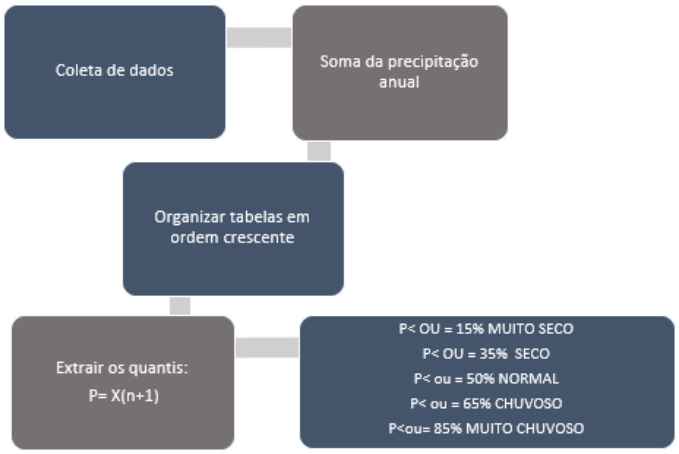
Os dados de informação pluvial correspondentes ao período de 1982 a 2022 foram disponibilizados pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, em formato de texto

Dente as técnicas utilizadas para a análise dos dados de precipitação, foi empregada a técnica dos quantis, observando a metodologia descrita por Xavier (2007) e Pinkayan (1966), que permitiu uma melhor compressão do comportamento da precipitação na linha do tempo durante o os anos que compuseram a série de dados.

Dessa forma os anos cujos volumes foram analisados, agruparam-se em classes previamente estabelecidas considerando os valores indicados pelos quantis Q (0,15) para os anos considerados muito seco; Q (0,35) para os anos considerados secos, Q (0,50) para os anos considerados como normais, Q (0,65) para os anos chuvosos e Q (0,85) para os anos muito chuvosos.

A determinação do cálculo do quanti (p) dos dados de precipitação foi realizada organizando os dados em ordem crescente para que fosse possível a aplicação da formula p= x (n +1). Onde, X equivale a 15%, 35%, 50%, 65% ou 85% e N é o valor da quantidade de anos analisados. (Figura 2).

Figura 2 - Fluxograma das etapas do cálculo.



Fonte: Autora (2023).

Para cálculo da média, foi optado por calcular a média aritmética simples, em que o quociente equivale a soma todos os números da amostra e divide pela quantidade dos mesmos.

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

Onde Xi é a soma de todos os números do conjunto amostral, e N é a quantidade de números que se está somando. Ex: média = 23+24+50+68 ÷ 4.

Após a aplicação da técnica e determinação dos valores para os municípios que compõem o baixo curso do rio, os resultados foram discretizados nos anos por município.

A análise do comportamento da variação em termos de volumes pluviométricos precipitados, também foi realizada através da correlação com ano onde forma registrados eventos de El Niño, disponíveis no site da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional-NOAA (sigla em inglês).

Para a produção do mapa de localização foi utilizado fonte de dados das bacias hidrográficas do Ceará no site da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos – COGERH, e no que diz respeito aos municípios foi utilizado a base de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Elaborado com sistema de coordenadas geográficas, universal transversa de mercator – UTM, Datum: sirgas 2000 zona 24 Sul. Escala: 1:4.000.000.

Resultados

As tabelas 1, 2, 3 e 4 apresentam os totais pluviométricos de cada ano, classificando-os em anos muito secos, secos, normais, chuvosos e muito chuvosos. Com base nos quartis, é possível observar que o padrão das chuvas varia de maneira significativa por município e ano, o que é demonstrado pelos diferentes valores que cada município obtém anualmente. Essa irregularidade, entre outros motivos, está relacionada ao conjunto de variáveis que controla a formação e a distribuição das chuvas na região, tais como a variação do TSM, os mecanismos relacionados ao dipolo do Atlântico, a ocorrência de El Niño e La Niña e suas repercussões nos sistemas produtores de chuva, principalmente a ZCIT.

O município de Acaraú possui uma extensão territorial de 843,0 km². Com delimitação ao Norte pelo oceano Atlântico, ao Sul pelos municípios de Marco, Morrinhos e Amontada, ao Leste por Itarema e a Oeste por Cruz e Bela Cruz. Em Acaraú, a média de precipitação anual no período estudado foi de 1.168,00 mm.

Tabela1 – Município de Acaraú.

Classificação (anos)	Anos	Volumes (mm)
Muito secos	1983; 1990; 1993; 2012; 2005	462,9; 528,3; 541; 558,5; 572,4
Secos	2014; 2013; 1997; 2010; 2007; 2001; 1998; 1992	574,4; 598,3; 622,1; 669,9; 740,1; 766,8; 786,3; 836,1
Normais	1991; 2018; 2021; 1982; 1999; 2015	885,9; 910,1; 958; 969,3; 974,7; 1017,2
Chuvosos	2017; 1987; 2016; 2006; 2002; 1996; 2000	1034; 1040,5; 1043; 1046; 1100,6; 1181,7; 1203,3
Muito chuvosos	1984; 2004; 2008; 1995; 2003 2022; 1994; 2011; 2020; 1988; 1986; 1989; 2019; 2009; 1985	1295,4; 1309,7; 1371,3; 1405,7; 1406,5; 1449; 1526,4; 1598,6; 1687,6; 1700,3; 1861,2; 1951,3; 2319; 2497,7; 2886,2

Fonte: Autora (2023), adaptado de FUNCEME.

No que diz respeito ao município de Acaraú (Tabela 1), os anos mais secos variam de 462,9 mm a 572,4 mm, totalizando cinco anos. Já os anos secos abrangem a faixa de 574,4 mm a 836,1 mm. Os períodos de secas consecutivas ocorreram em 1992 a 1993 (muito seco e seco), 1997 a 1998 (secos) e 2012 a 2014 (muito seco e seco). Os anos considerados chuvosos variam entre 1.034,00 mm a 1.203,3 mm, enquanto os anos muito chuvosos apresentam valores entre 1.295,4 mm a 2.886,2 mm. Os extremos de precipitação foram observados no ano mais seco, 1983 com 462,9 mm, e no ano mais chuvoso, 1985 com 2.886,2 mm, destacando-se como dois valores significativos em um curto período.

A Tabela 2 retrata o cenário do município de Bela Cruz, que está circundado ao Norte pelos municípios de Cruz, Jijoca e Jericoacoara; ao Sul por Marco; ao Leste por Marco e Acaraú; e a Oeste por Camocim, Granja e Marco. A média anual de precipitação no período de análise foi de 848,3 mm.

Tabela 2 – Município de Bela Cruz.

CLASSIFICAÇÃO (ANOS)	ANOS	VALORES (MM)
Muito secos	1983; 2012; 1993; 2010; 2014	253,8; 301; 342; 425; 434
Secos	1998; 2005; 2016; 1992; 1990; 2001; 1997; 2013	454,5; 479; 523; 560,5; 578; 582; 596; 632
Normais	2021; 1982; 2007; 2000; 1987; 2002; 1991	637; 646,5; 648; 663; 668,8; 716; 766
Chuvosos	2015; 2006; 2018; 2017; 2020; 2022	777; 835; 844; 845; 849,4; 919
Muito chuvosos	1999; 2004; 1995; 1994; 1989; 2008; 1996; 1988; 1984; 2003; 2011; 2019; 1986; 2009; 1985	928; 963; 970,2; 996; 1.023,00; 1.151,00; 1.156,50; 1.271,70; 1.272,90; 1.298,10; 1.337,00; 1.363,00; 1.433,40; 1.510,00; 2.128,50

Fonte: Autora (2023), adaptado de FUNCEME.

Os anos muito secos do município de Bela Cruz, variaram de 253,8 mm a 434 mm e os anos secos intercalaram entre 454,5 mm a 632,00 mm. Os anos de secas consecutivas fora: 1992 a 1993 (seco e muito seco), 2000 a 2001 (seco e muito seco), 2012 a 2014 (muito secos e seco). Os anos mais chuvosos variam de 928,00 mm a 2.128,50 mm.

Com área de 334,83 km, o município de Cruz (tabela 3) está localizado entre as delimitações: ao Norte, oceano Atlântico e Acaraú; ao Sul, Bela Cruz; ao Leste, Acaraú; e a Oeste, Jijoca de Jericoacoara. Com precipitação média anual indicada de 1025,6 mm.

Tabela 3 – Município de Cruz.

CLASSIFICAÇÃO (ANOS)	ANOS	VALORES (MM)
Muito secos	1993; 1983; 2005; 1997; 2014	166,7; 462,9; 487,6; 520,2; 571,1
Secos	1990; 2012; 2001; 2010; 2021; 2013; 1992; 1998	594,1; 600; 612; 630; 646,5; 659,9; 681; 692,6
Normais	2007; 2016; 2002; 2017; 1999; 1991	699,6; 781,4; 807; 835,7; 865; 871
Chuvosos	2006; 2018; 1996; 1982; 1987; 2004	895,1; 912,5; 965,7; 969,3; 1.040,50; 1.070,00

Muito chuvosos	2022; 2015; 2000; 1995; 2008; 1989; 2020; 1984; 2019; 1994; 2003; 1988; 1986; 2009; 2011; 1985	1071; 1.074,60; 1.075,00; 1.086,80; 1.118,00; 1.164,10; 1.224,00; 1.295,40; 1.464,50; 1.467,20; 1.556; 1.700,30; 1.861,20; 1.900; 2.064,00; 2.886,20

Fonte: autora (2023), adaptado de FUNCEME.

Os anos mais secos intercalara entre 166,7 mm a 571,1 mm e os anos secos entre 594,1 mm a 692,6 mm. O período de estiagem consecutivas foram de 1992 a 1993, 1997 a 1998 e 2012 a 2014. Os anos chuvosos variam entre 895,1 mm a 1.070,00 mm e os anos muito chuvosos variam entre 1.071,00 mm a 20.885,20 mm.

O município de Marco é limitado ao Norte por Bela Cruz; ao Sul, Senador Sá e Morrinhos; ao Leste, Morrinhos, Acaraú e Bela Cruz; e a Oeste Granja e Senador Sá. Com precipitação média, no período analisado, de 879,4 mm.

Tabela 4 – Município de Marco.

CLASSIFICAÇÃO (ANOS)	ANOS	VALORES (MM)
Muito secos	1997; 1983; 1998; 2010; 2012	285; 328,8; 392,2; 444,8; 450,9
Secos	2001; 1993; 2014; 2005; 1987; 1990; 1982; 2013	512,8; 515,6; 520; 533,6; 626; 634,4; 673,3; 687
Normais	1992; 2007; 2016; 2021; 2002; 2006	696,1; 699,7; 707,5; 707,7; 756,1; 758,7
Chuvosos	1991; 2017; 1994; 1995; 1989; 1999	803,9; 849,5; 950,8; 953,2; 976,3; 1.003,50
Muito chuvosos	2015; 2022; 2020; 2000; 2018; 2004; 2019; 1996; 2008; 2003; 2011; 1986; 1988; 1984; 2009; 1985	1.025,60; 1025,6; 1.029,60; 1.034,50; 1.040,70; 1.056,50; 1.060,20; 1.091,20; 1.163,80; 1.233,50; 1.273,30; 1.323; 1.330,90; 1.333,60; 1.474,40; 2.090,00

Fonte: Autora (2023), adaptado de FUNCEME.

Ano mais seco: 1997 (285 mm); ano mais chuvoso 1985 (2.090,00 mm). Os anos mais secos variam entre 285,00 mm a 450,9 mm e os anos secos entre: 512,8 mm a 687,00 mm. Os períodos de secas consecutivas foram de 1982 a 1983, 2012 a 2014, 1997 a 1998.

Os anos mais chuvosos correspondem a 803,9 mm a 1.003,50 mm e os anos mais chuvosos são de 1.025,60 mm a 2.090,00 mm.

O ano de 1983 se destacou como um dos períodos mais secos para os municípios de Acaraú e Bela Cruz, registrando respectivamente 462,9 mm e 253,8 mm de precipitação (tabela 1 e 2). Já para o município de Cruz, o ano de 1993 se firmou como o mais seco com um total de 166,7 mm (tabela 3), enquanto para Marco, o ano de 1997 foi o mais marcante em termos de seca, apresentando apenas 285 mm de chuva (tabela 4). Além disso, o ano que registrou maior índice pluviométrico em todos os municípios foi o ano de 1985.

Para melhor compreender o que levou ao ano menos e mais chuvoso predominante nos municípios, foi contatado o site National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA (sigla em inglês), para verificar os anos de anomalias El niño e La niña. Verificou-se que os anos de 1983 e 1997 foram caracterizados por eventos El Niño, enquanto o ano de 1985 foi influenciado pelo fenômeno La Niña.

Tabla 5 – comparação dos anos de extremo e de El niño/ La niña.

Anos secos com presença de El niño	Anos chuvosos com presença de La niña
1982; 1987; 1992; 2005; 2014; 2016	1984; 1985; 1988; 1989; 1995; 1996; 1999; 2000; 2008; 2011; 2017; 2020; 2022

Fonte: Autora, adaptado de NOAA.

A Tabela 5 fornece uma visão abrangente dos anos em que os eventos do sistema oceano-atmosfera exerceram influência significativa sobre a dinâmica atmosférica local. Essa tabela é um recurso valioso para compreender as interações complexas entre os oceanos e a atmosfera e como essas interações podem impactar diretamente o clima em diferentes regiões. Essas anomalias podem gerar efeitos significativos em vários aspectos da dinâmica atmosférica local, incluindo padrões de precipitação, temperatura média e ventos predominantes.

Ademais, os eventos de El niño e de La niña não são os únicos responsáveis pela dinâmica da atmosfera. Como já explicado anteriormente, existem outros mecanismos responsáveis por influenciar no clima local, são eles: Frentes Frias, os Vórtices Ciclônicos de Ar Superior - VCAS, as Linhas de Instabilidade, os Complexos Convectivos de Mesoescala - CCM, as ondas de Leste, e as oscilações de 30 e 60 dias. Com base nisso, a tabela 6 apresenta os anos de anomalias na precipitação em que não tiveram total influência da ZCIT.

Tabela 6 - Anos chuvosos com a presença de El niño.

Anos chuvosos coma presença de El niño
1982; 1986; 1987; 1991; 1994; 2002; 2003; 2004; 2015; 2019.

Fonte: autora, adaptado de NOAA.

Com base nos dados apresentados na Tabela 6, emerge uma percepção intrigante: os anos marcados pelos eventos El Niño, que tradicionalmente estão associados a períodos secos, revelam uma notável predominância de chuvas. Essa observação aponta para uma dinâmica complexa na região, onde fatores atmosféricos adicionais desempenharam um papel preponderante na geração de períodos excepcionalmente chuvosos, contrariando a expectativa comum de estiagem durante eventos El Niño.

A análise desses resultados sugere que outros mecanismos climáticos, intrincadamente entrelaçados com as variações oceano-atmosfera, podem ter contribuído de maneira substancial para a expressiva pluviosidade nos anos elencados. Essa sobreposição de influências indica que a relação entre eventos El Niño e padrões de chuva não pode ser abordada de maneira isolada. A interação de diversos fatores, como sistemas de alta e baixa pressão, circulação atmosférica em larga escala e modulações locais, pode ter levado a um cenário climático único, desafiando suposições convencionais.

Essa constatação ressalta a complexidade inerente ao estudo da climatologia e a importância de considerar um leque abrangente de variáveis para uma compreensão verdadeiramente holística dos padrões climáticos. A Tabela 6 ilustra vividamente como os sistemas climáticos são interdependentes e como os eventos oceano-atmosfera podem interagir com outros elementos para gerar resultados imprevistos.

Considerações Finais

Dessa forma, foi possível identificar os padrões e tendências específicas relacionadas à precipitação. A observação e análise do comportamento da distribuição das precipitações nesta parcela da Bacia do Acaraú poderá auxiliar e corroborar fortemente para mitigação dos impactos ambientais de ordem antrópica na região; auxiliar nas medidas de adaptação as mudanças climáticas, melhorar a compreensão da dinâmica de transporte, sedimentação e erosão na bacia e áreas costeiras adjacentes e principalmente no comportamento e evolução das paisagens nesta unidade de análise.

Referências

MOTA, L. H. D. S. D. O.; GOMES, A. D. S.; Valladares, G. S.; MAGALHÃES, R. M. F.; LEITE, H. M. F; SILVA, T. A. D. Risco de salinização das terras do baixo Acaraú (CE). Revista Brasileira de Ciência do Solo, V 36, p. 1203-1210, 2012.

SILVA, M. L. A da; GUARARAPES, C. C. D. Dinâmica climática, eventos extremos e impactos associados no município do Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco, Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física, v 16, n. 2, em 2020.

PESSOA, P. R. S. Análise integrada da evolução da paisagem no estuário do rio Acaraú- ce. Revista GeoUECE, 4(7), 210-210, 2020.

MONTEIRO, J. B; ROCHA, A. B; ZANELLA, M. E. Técnica dos quantis para caracterização de anos secos e chuvosos (1980-2009): baixo curso do Apodi-Mossoró/RN. Revista do Departamento de Geografia, 23, 232-249, 2012.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. Postos Pluviométricos. Disponível em: http://www.funceme.br/produtos/script/chuvas/Download_de_series_historicas/DownloadChuvasPublico.php: 19 ago. 2023.

NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION. Monitoring ensostuff. Disponível em: https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php

FIALHO, E. S., FERNANDES, L. A., & CORREA, W. D. S. C. Climatologia urbana: conceitos, metodologias e técnicas. Revista Brasileira de Climatologia, 2019.

ARMOND, N. B., & SANT'ANNA NETO, J. L. Análise comparativa de técnicas estatísticas para definição de anos-padrão: o exemplo do Rio de Janeiro-RJ (1999-2010). Anais do XVIII Encontro Nacional de Geógrafos. São Luís: AGB, 2016.

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil básico municipal do município de Acaraú. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil básico municipal do município de Bela Cruz. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil básico municipal do município de Cruz. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/

Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil básico municipal do município de Marco. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/

ALVES, JOSÉ M. BRABO. Características Intrasazonais da Precipitação no Estado do Ceará em Anos de Contrastes Climatológicos. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, XI, Florianópolis. 1999.

DE OLIVEIRA SENA, JARICÉLIA PATRÍCIA; LUCENA, DAISY BESERRA. Identificação de tendência da precipitação na microrregião do Cariri Paraibano. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 6, n. 5, p. 1400-1416, 2013.

DE MELLO, Y. R.; SAMPAIO, T. V. M. Análise estatística preliminar de dados pluviométricos mensais, sazonais e anuais para o Estado do Paraná. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento, v. 1, p. 1532-1543, 2017.

PINHEIRO, E ET AL. Relação Entre Duração dos Eventos de El Niño com as Condições do Atlântico Tropical e a Precipitação no Ceará. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 33, p. 497-508, 2018.

REIS, F. A. D. S et al. Aplicação da estatística descritiva: análise da precipitação pluviométrica no município de Canavieiras, BA. Gaia Scientia, v. 14, n. 3, p. 128-138, 2020.

Análise da Variabilidade das Chuvas e sua Associação com o Enos e Oscilação Decadal do Pacífico no Município de Arcoverde, Pernambuco

Analysis of Rain Variability and its Association with Enos and Decadal Oscillations of the Pacific in Arcoverde, Pernambuco

Clara Cavalcante Silva de Oliveira
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
clara.silvaoliveira@ufpe.br

Maria Eduarda Andrade Pitombeira
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
mariaeduarda.pitombeira@ufpe.br

Matheus Freitas de Melo
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
matheus.freitasm@ufpe.br

Sara Canuto Cordeiro
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
sara.canuto@ufpe.br

Cristiana Coutinho Duarte
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
cristiana.durte@ufpe.br

Resumo: Localizado no sertão do Moxotó em Pernambuco, o município de Arcoverde compreende padrões climáticos típicos do semiárido nordestino. Este estudo visa analisar dados pluviométricos dos últimos 20 anos para compreender a dinâmica do clima local, teleconexões que o influenciam, como o ENOS e eventos extremos vivenciados nesta região durante este período.

Palavras-chave: chuva, enos, nordeste, arcoverde, clima.

Abstract: Situated in Pernambuco´s Moxotó backlands, the city of Arcoverde holds climate patterns typical from Brazil's northeast's semiarid. This paper hopes to analyze pluviometric data from the last 20 years to understand the local climate dynamic, teleconnections that influence it, such as ENSO and extreme events experienced in this region during this period.

Keywords: rain, enos, brazil's northeast, arcoverde, climate.

Introdução

À medida que as mudanças climáticas se intensificam devido à crescente interferência humana, os impactos sobre os padrões meteorológicos e climáticos ganham uma urgência cada vez maior, abrangendo todas as regiões do nosso planeta. Segundo o relatório de 2021 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), os sistemas humanos mais suscetíveis a essas mudanças estão intrinsecamente ligados aos recursos hídricos (Barbosa et al., 2016). Nesse cenário, compreender as oscilações da precipitação pluviométrica emerge

como uma tarefa de extrema importância, dada a influência significativa que essa variável climática exerce sobre as condições locais e regionais.

O monitoramento atento dos padrões pluviométricos é uma abordagem vital para compreender, analisar e comparar as oscilações climáticas em diversas escalas, desde regiões até municípios individuais. Portanto, o presente estudo adquire uma relevância inegável, não apenas como um reconhecimento do clima local do município escolhido, mas também como um componente fundamental no delineamento de políticas públicas para o semiárido do Nordeste brasileiro.

É importante reconhecer que a coleta e interpretação de dados pluviométricos podem ser uma tarefa desafiadora devido à influência de fatores não climáticos. Mesmo a menor mudança, como a realocação de um equipamento de medição ou alterações na paisagem circundante, pode acabar afetando a confiabilidade dos registros de precipitação. É por isso que a precisão e consistência na obtenção desses dados são decisivas para garantir a integridade das análises climáticas.

O fenômeno das secas no nordeste brasileiro é um tema que merece uma análise mais abrangente, revelando uma teia complexa de interações atmosféricas que moldam a paisagem e a vida nessa região. Além das causas intrínsecas,como a influência do El Niño e outros fatores regionais, há também o papel significativo desempenhado pelas células de circulação atmosférica Walker e Hadley, que causam o aquecimento do ar por compressão adiabática fazendo sua umidade relativa diminuir, e, portanto, a convecção local parece não ser suficiente para se contrapor a subsidência e elevar o ar para altitudes em que este atinja a saturação. (Reboita *et al*, 2016).

Neste contexto, o artigo se propõe a realizar uma investigação da precipitação pluviométrica no município de Arcoverde, Pernambuco, durante o período de 1990 a 2021.

Para alcançar esse objetivo, serão empregados gráficos que abrangem máximas, médias e mínimas, além da aplicação do Índice de Anomalia de Chuva (IAC), um indicador importante que fornecerá esclarecimentos sobre as variações. Adicionalmente, a consideração das teleconexões meteorológicas, que referem-se às interações entre os sistemas climáticos em diferentes partes do mundo, que influenciam um ao outro por meio de padrões de circulação atmosférica e oceânica, mesmo que geograficamente distantes. Essas conexões são fundamentais para a compreensão dos fenômenos climáticos tanto globais quanto regionais, pois mostram como alterações em uma região podem desencadear respostas em outras áreas, muitas vezes com impactos significativos.

Em síntese, este estudo não apenas esclarece a dinâmica climática de uma localidade específica, mas também destaca a importância da análise detalhada da precipitação pluviométrica como ferramenta para o planejamento e a tomada de decisões informadas. Ao

unir e alinhar os esforços científicos com as demandas práticas das políticas públicas, essa pesquisa contribui para um futuro mais resiliente em face dos desafios climáticos em constante evolução.

Metodologia

O município de Arcoverde encontra-se na Mesorregião do Sertão e insere-se na Microrregião do Sertão do Moxotó. Situada a uma altitude de 663 metros acima do nível do mar, sua latitude é de 08º25'08" sul, enquanto sua longitude é de 37º03'14" oeste. Com uma extensão territorial que se estende por 353 Km², Arcoverde traça suas fronteiras com o estado da Paraíba ao norte, ao sul com o município de Buíque, a leste com Pesqueira e Sertânia a oeste.

Com uma população estimada em 75.295 habitantes (IBGE, 2021), o município distribui sua população de forma que cerca de 90,05% residem na zona urbana e os restantes 9,05% se encontram na zona rural. A cidade se insere nas Bacias Hidrográficas dos Rios Ipanema e Moxotó, e tem a Caatinga como bioma dominante, e encontra-se situada dentro das fronteiras do semiárido brasileiro.

Arcoverde apresenta um clima semiárido, conforme a classificação de Köppen-Geiger, com predominância do tipo BSh. Isso se traduz em verões longos e quentes, com temperaturas médias mensais que podem ultrapassar os 30°C, enquanto os invernos são curtos e amenos, com médias próximas aos 20°C. Essa variação térmica ao longo do ano é acentuada e influencia as atividades econômicas, o uso da água e os padrões de comportamento da população local.

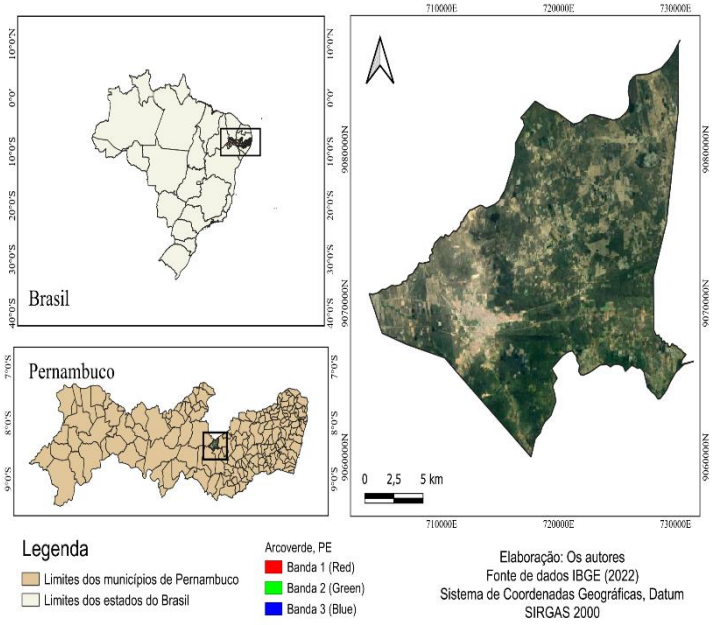


Figura 1: Mapa espacial de localização do município de Arcoverde-PE, imagem do Google satélite em cor natural na composição RGB-123.
Fonte: Os autores

Para o desenvolvimento do trabalho, foram coletadas as informações presentes no banco de dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), através do site oficial do instituto. E assim, os dados coletados foram tabulados e convertidos em gráficos através da planilha eletrônica (Software Microsoft Office Excel), apresentando as médias mensais e anuais do Índice de Anomalia de Chuva (IAC).

Através do IAC, pode-se estimar a variação de precipitação pluviométrica, analisando os anos de excesso ou escassez de chuva. Para calcular o Índice de Anomalia de Chuva, pode-se utilizar as seguintes equações, uma para determinar a Anomalia Positiva e outra para a Anomalia Negativa:

$$\boldsymbol{IAC\ positivo} = \mathbf{3} * [(\boldsymbol{N} - \boldsymbol{N1}) \div (\boldsymbol{M} - \boldsymbol{N1})]$$

$$\boldsymbol{IAC\ negativo} = \mathbf{3} * [(\boldsymbol{N} - \boldsymbol{N1}) \div (\boldsymbol{X} - \boldsymbol{N1})]$$

Onde, **N** = precipitação observada do ano em que será gerado o IAC

N1 = precipitação média anual da série histórica

M = média das dez maiores precipitações anuais da série histórica

X = média das dez menores precipitações anuais da história

Após a obtenção do resultado das equações, procura-se averiguar se o valor está acima ou abaixo da média de cada grau de intensidade (úmido ou seco), de acordo com a tabela proposta por Araújo et al. (2009).

Em seguida, com os gráficos e resultados obtidos, esta pesquisa compara-os com a realidade da dinâmica climática do município de Arcoverde, através de consultas na Ferramenta para o Monitoramento dos Padrões de Teleconexão na América do Sul, presente no Índice de Teleconexões do site da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI), e pesquisas em artigos científicos e jornalísticos, com a intenção de validar os dados e relacioná-los às possíveis teleconexões.

Resultados

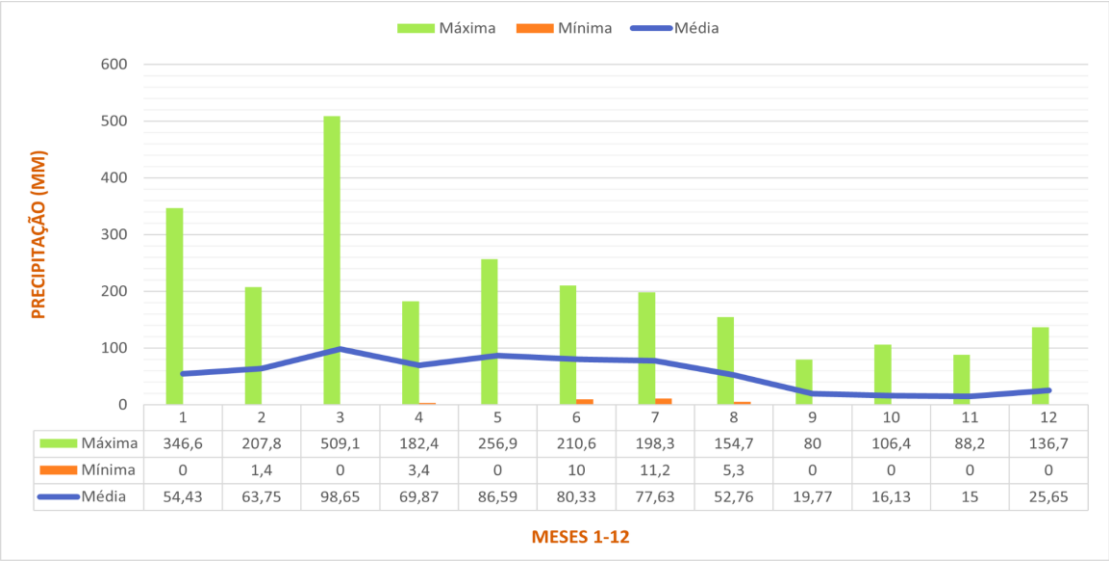
Para uma análise abrangente dos dados obtidos e sua aplicabilidade ao município de Arcoverde, torna-se importante traçar uma caracterização precisa de sua localização e condições climáticas. A cidade encontra-se estrategicamente situada em uma posição de sotavento, na proximidade da porção ocidental do Planalto da Borborema. Em consonância

com a classificação climática de Köppen, o município é classificado como possuidor de um clima do tipo BSh - Semiárido quente, uma designação que constitui a característica de invernos secos que permeiam a região.

> **BSh** – Clima Semi-árido quente. É caracterizado por escassez de chuvas e grande irregularidade em sua distribuição; baixa nebulosidade; forte insolação; índices elevados de evaporação, e temperaturas médias elevadas (por volta de 27ºC). A umidade relativa do ar é normalmente baixa, e as poucas chuvas - de 250 mm a 750 mm por ano - concentram-se num espaço curto de tempo, provocando enchentes torrenciais. Mesmo durante a época das chuvas (novembro a abril), sua distribuição é irregular, deixando de ocorrer durante alguns anos e provocando secas. A vegetação característica desse tipo de clima é a xerófila (Caatinga). Esse tipo de clima predomina no interior da Região Nordeste, norte de Sergipe, oeste de Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, e centro, noroeste, norte e nordeste da Bahia. (EMBRAPA).

Partindo da análise da média de precipitação no intervalo de 20 anos no município, nota-se que a quadra chuvosa se concentra no período de outono, como representado no gráfico 1, e especialmente no mês de março, no qual a média ultrapassou os 500 mm mensais. As chuvas também se concentraram no verão, particularmente no mês de janeiro, no qual a precipitação se aproximou dos 350 mm. Diante disso, é possível observar que o período com a maior quadra chuvosa vai coincidir com os eventos catastróficos que aconteceram de 2004 e 2020 no município.

Ao olhar para as teleconexões, de acordo com o site da UNIFEI, no período de março de 2004 o ENOS não estava atuando. Por conseguinte, nas chuvas de 2020 o fenômeno estava em sua fase positiva.



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Máxima	346,6	207,8	509,1	182,4	256,9	210,6	198,3	154,7	80	106,4	88,2	136,7
Mínima	0	1,4	0	3,4	0	10	11,2	5,3	0	0	0	0
Média	54,43	63,75	98,65	69,87	86,59	80,33	77,63	52,76	19,77	16,13	15	25,65

Gráfico 1 - Gráfico de Máximas, Médias e Mínimas de precipitação na cidade de Arcoverde - PE entre 1990 – 2021.
Fonte: Os autores (2022).

Dando continuidade à análise, temos o índice de anomalia de chuva, ou IAC, utilizado para classificar anos com presença de chuvas ou secas anormais em uma região.

A categorização destes dados advém através da tabela de classificação idealizada por Araújo *et al*., 2009.

	Faixa do IAC	Classe de Intensidade
Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	> 4	Extremamente Úmido
	2 a 4	Muito úmido
	0 a 2	Úmido
	0 a -2	Seco
	-2 a -4	Muito Seco
	< -4	Extremamente Seco

Tabela 1 - Classes do Índice de Anomalia de Chuva (IAC).
Fonte: Os autores (2022); Adaptado de Araújo et al. (2007).

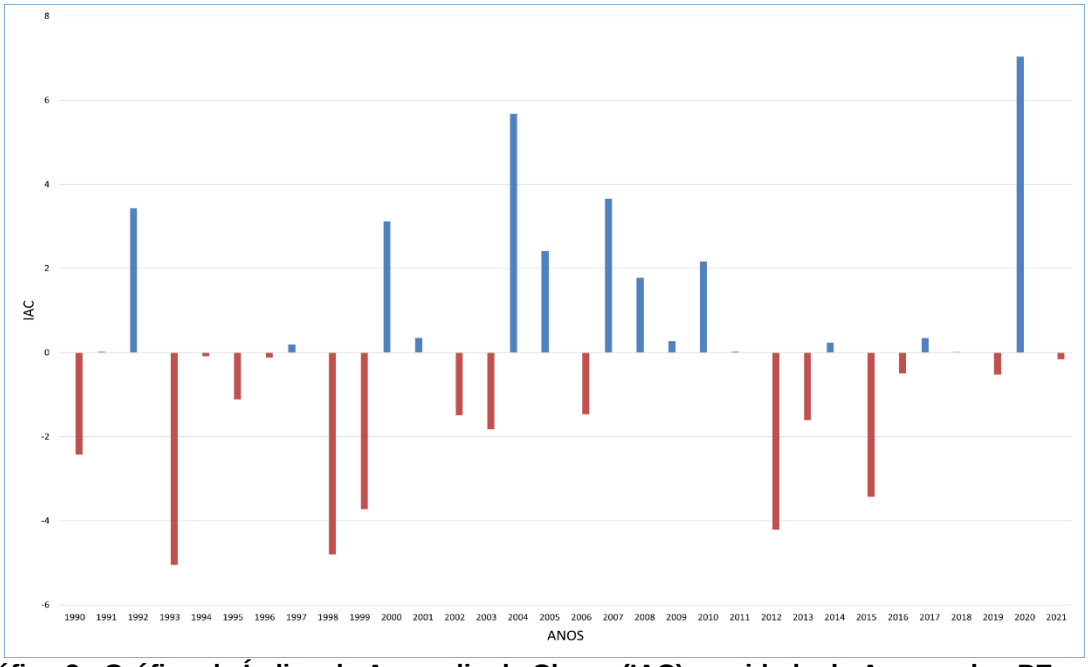


Gráfico 2 - Gráfico de Índice de Anomalia de Chuva (IAC) na cidade de Arcoverde - PE entre 1990 – 2021.
Fonte: Os autores.

Ao analisar o gráfico 2, podemos inferir diferentes aspectos climáticos anormais durante as últimas duas décadas. No ano de 1993 e também em 1998, o município passou por secas severas, ultrapassando largamente a margem de - 4 de “extrema seca” do índice de referência. Enquanto que nos anos de 2004 e 2020, chuvas intensas foram registradas.

Nas mesmas datas de margens excessivamente negativas, eventos extremos foram registrados em Pernambuco, afetando principalmente a cidade de Arcoverde. Entre os anos de 1997 a 1999 registrou-se uma grande seca no chamado “Polígono das Secas”, área que abrange municípios dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais. Tal fenômeno atingiu, portanto, a região do sertão do Moxotó, onde encontra-se o município previamente analisado. Entre os motivos para a ocorrência deste caso há grande destaque ao El Niño. Mesmo tendo origem e atuação nas águas do pacífico - aquecendo-as - o El Niño segue sendo protagonista nas secas brasileiras. Aqui encaixa-se perfeitamente a definição de teleconexão – como ocorrências de diversificados lugares do globo atuam e/ou tem efeito em diferentes áreas / escalas mundiais.

Em continuidade, outro extremismo climático vivenciado em Arcoverde desenvolveu-se em 2020, quando fortes chuvas alagaram a cidade.

> “[...] tivemos uma chuva em torno de mais de 50 mm. Uma chuva rápida com cerca de 45 minutos (...) De segunda até agora nós já vamos com mais de 200 mm de chuvas. No mês já vai em torno de 500 mm”, detalhou. (LIMA, 2020)

Neste caso, dos fenômenos atmosféricos, destacam-se os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs), que exercem uma influência notável sobre o Planalto da Borborema, manifestando-se em forma de chuvas nos períodos de verão e outono. A interdependência entre os VCANs e a ocorrência das chuvas sazonais demonstra de maneira evidente as complexas manifestações das teleconexões, evidenciando como fenômenos distantes podem ter impactos substanciais nas condições climáticas locais, além de ajudar a regular a qualidade da precipitação.

Paralelamente, outro agente climático preponderante na dinâmica de Arcoverde é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que, como uma faixa de nuvens e precipitação em torno da região equatorial, exerce influência particularmente durante os períodos de verão e primavera. Deslocando-se em direção ao hemisfério sul durante essas estações, a
ZCIT traz consigo chuvas intensas, desempenhando um papel determinante nos episódios de chuvas significativas da região. As dinâmicas e interações entre feições ITCZ são responsáveis por regular as condições de vento no nordeste brasileiro, principalmente ao longo da costa. Destaca-se a interação dos oceanos e continentes na determinação da

posição e deslocamento da ZCIT (sul ou norte do equador). Quanto mais ao sul e mais longa for a ITCZ, maior a qualidade da estação chuvosa do NEB (UVO; NOBRE 1989).

Além disso, o Oceano Atlântico exerce uma influência preponderante no quadro climático da região. As variações nas temperaturas das águas do oceano podem precipitar alterações substanciais nos níveis de umidade e, por conseguinte, nos padrões de chuva. Essa faceta acentua a intrincada teia de interações que caracteriza o clima de Arcoverde e localidades vizinhas.

Considerações Finais

Através da coleta de dados nesta pesquisa e da atenta observação dos padrões climáticos que se desenrolaram ao longo de três décadas no município analisado, emerge uma inegável conexão entre as teleconexões e os efeitos substanciais que elas desencadearam no mesoclima da região. Trata-se, portanto, de uma complexa teia de influências climáticas globais, que deixa sua marca efetiva sobre o ambiente local.

Nesse intrínseco panorama, a presença do fenômeno El Niño confirma o caráter de déficit hídrico que caracteriza o semiárido nordestino nos anos correspondentes.

Paralelamente, a oscilação dos Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs) e da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) trouxeram consigo episódios de precipitação intensa, que por sua vez desencadearam um cenário de risco ao município no ano de 2020.

Ao adentrar o âmbito metodológico, a análise da precipitação através do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) ascende como um método competente. Sua eficácia em decodificar as flutuações climáticas históricas não apenas valida seu papel presente, mas também traça um caminho para futuros estudos no vasto território da variabilidade e mudanças climáticas. A continuidade dessa pesquisa, indo além das fronteiras de Arcoverde, irá gerar perspectivas valiosas, especialmente para as áreas mais impactadas pela emergência das mudanças climáticas, uma jornada de conhecimento vital na busca por mitigar riscos e desastres iminentes.

Em síntese, este estudo nos lembra da interconexão profunda entre fenômenos climáticos globais e suas reverberações locais. Além disso, reafirma a importância de uma análise consistente e aprofundada, e incita a continuidade dos esforços para abraçar a complexidade do clima em toda a sua abrangência e contribuir para um futuro mais resiliente diante dos desafios climáticos em constante evolução.

Referências

BARBOSA, Vanessa Vasconcelos *et al*. Análise de variabilidade climática do município de Garanhuns, Pernambuco - Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 09, n. 02, p. 353-354, mar. 2016.

PREFEITURA DE ARCOVERDE. **Dados do Município**. Disponível em: https://www.arcoverde.pe.gov.br/pag/institucional/dados-do-municipio. Acesso em: 07 out. 2022.

EMBRAPA. **Clima**. Disponível em: https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm#:~:text=BSh%20%E2%80%93%20Clima%20Semi%2D%C3%A1rido%20quente,(por%20volta%20de%2027%C2%BAC). Acesso em: 05 out. 2022.

IBGE. **Arcoverde**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/arcoverde/panorama. Acesso em: 07 out. 2022.

INMET. **Estações Convencionais**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>. Acesso em: 08/10/2022.

KAYANO, M.T.; ANDREOLI, R. V. **Clima da Região Nordeste do Brasil.** In: CAVALCANTI, Iracema F. A. et al. Tempo e Clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

LIMA, Ísis. Em quase uma semana, Arcoverde registrou mais de 200 mm de chuvas. **Rádio Jornal.** Arcoverde, mar. 2020. Disponível em: https://radiojornal.ne10.uol.com.br/noticia/2020/03/27/em-quase-uma-semana-arcoverde-registrou-mais-de-200-mm-de-chuvas-186099/index.html. Acesso em: 1 out. 2022.

REBOITA, Michelle Simões; RODRIGUES, Marcelo; ARMANDO, Rodolfo; FREITAS, Cleverson; MARTINS, Débora; MILLER, Gabriel. CAUSAS DA SEMI-ARIDEZ DO SERTÃO NORDESTINO (THE CAUSES OF SEMI-ARIDITY IN THE NORTHEAST “SERTÃO. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S.L.], v. 2016, n. 19, 1 out. 2022. . http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v19i0.42091.

SOUZA, C., & REBOITA, M. S. (2021). **Ferramenta para o Monitoramento dos Padrões de Teleconexão na América do Sul.** Terræ Didatica, 17 (Publ. Contínua), 1-13, e021009. doi: 10.20396/td.v17i0.8663474. Disponível em: https://meteorologia.unifei.edu.br/teleconexoes/

UVO, C. R. B.; NOBRE, C. A. **A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e a precipitação no norte do Nordeste do Brasil.** Parte I: a posição da ZCIT no Atlântico equatorial. Climanálise, v. 4, n. 7, p. 34-40, 1989.

Reflexões sobre a segurança alimentar e os serviços ecossistêmicos nos espaços subdesenvolvidos

Reflections on food security and ecosystem services in underdeveloped spaces

Sara Gabriela Barboza do Nascimento Silva
Universidade de Pernambuco - UPE
https://orcid.org/0009-0009-2098-5154
sara.gabriela@upe.br

Iwelton Madson Celestino Pereira
Universidade de Pernambuco - UPE
https://orcid.org/0000-0002-4592-9337
iwelton.madson@upe.br

Resumo: Os serviços ambientais estão ameaçados com a deterioração da qualidade do ambiente. Neste contexto, este trabalho visa discutir, de maneira introdutória, como estas alterações afetam a segurança alimentar e nutricional de pessoas que vivem em estado de vulnerabilidade e dependem desses serviços para sobreviver. Para tal busca-se refletir, baseando-se na literatura, sobre as concepções de segurança alimentar e sua relação com a oferta de recursos em ambiente antropicamente pressionados. A reflexão sobre esses fenômenos espaciais indica um caminho de aprofundamento das inseguranças, diante da progressiva indisponibilidade de uso dos ambientes naturais para obtenção de alimentos livres de contaminantes. Os serviços ambientais de Provisão têm centralidade em grupos vulneráveis, e são esses serviços os primeiros a serem alvo de alteração. Essa discussão propõe o aprofundamento das reflexões sobre os serviços ambientais centradas nos sujeitos em detrimento dos consumidores, propondo ações de garantia das condições salubres de obtenção de víveres nos ecossistemas.

Palavras-chave: Alimentos, Fome, Subsistência, Vulnerabilidade.

Abstract: Environmental services are threatened with negative changes in the quality of the environment. In this context, this paper aims to discuss, in an introductory way, how these changes affect food and nutritional security of people who live in a state of vulnerability and depend on these services to survive. To this end, we seek to develop a reflection, based on the literature, on the concepts of food security and its relationship with the supply of resources in an environment subject to anthropic pressure. Reflection on these spatial phenomena indicates a way to deepen insecurities, given the progressive unavailability of using natural environments to obtain food free of contaminants. Provision environmental services have a central place in vulnerable groups, and these services are the first to be subject to change. This discussion proposes the deepening of reflections on environmental services centered on subjects to the detriment of consumers, proposing actions to guarantee healthy conditions for obtaining food in ecosystems.

Keywords: Foods, Hunger, Subsistence, Vulnerability.

Introdução

Apesar de haver uma bifurcação nos estudos geográficos, dividindo esta ciência no que se convencionou chamar de “humana” e “física”, deve-se considerar a integração dessas ramificações nos estudos ambientais, compreendendo o sistema que relaciona o homem com a natureza (GIRÃO; CORRÊA, 2004). Cristofoletti (1986-1987) adverte para o fato que a Geografia Física deve contar com a interação do homem com meio em que vive em seus

estudos ambientais, evitando a mera descrição das paisagens, evidenciando a natureza em si, por reconhecer as ligações existentes no meio socio-natural.

Pode-se afirmar que, ultimamente, os estudos da ciência geográfica buscam realizar esse paralelo entre meio físico e suas relações com as ações antrópicas (SILVA; CORRÊA, 2009). A Geografia, portanto, cuida das complexas relações que regem a interação entre a sociedade e os demais elementos da natura, entendendo que este jogo, dialético, precisa ser observado, partindo de uma perspectiva que abarque a complexidade das relações humanas e do delicado equilíbrio destas relações com os demais elementos biológicos

O ser humano sempre manteve relações diretas com a natureza, passando por vários estágios: desde o misticismo e as concepções mágicas da natureza às configurações materialistas (DUARTE, 1986). Essas relações são complexas. Tal complexidade deriva das diferentes formas de interação que surgem da construção social de cada indivíduo e das diversas visões resultantes da percepção humana perante a natureza (CIDREIRA-NETO; RODRIGUES, 2017).

Uma dessas formas de interação é a fruição das funções que os ecossistemas desempenham (SILVA; FONTGALLAND, 2021), gerando serviços que são resultados das dinâmicas ecossistêmicas. Tais serviços proporcionam bem-estar e subsidiam o sistema econômico gerido pelos seres humano, estabelecendo assim uma forte dependência entre eles (PARRON; GRACIA, 2015). Tal realidade faz com que parte do olhar economicista, que rege a maioria das sociedades contemporâneas, veja estes serviços vinculados a produção e comercialização de alimentos, alijando desta discussão um conjunto de sujeitos que ainda obtêm parte de seus víveres diretamente dos sistemas biofísicos.

Dentre os serviços ambientais estão os de provisão (ANDRADE, 2009), ligados à disponibilidade de alimentos, fontes de energia, água, produtos medicinais, farmacêuticos/bioquímicos e recursos genéticos, de extrema importância para a sobrevivência humana. Renato Maluf (1995) destaca a disparidade dos países desenvolvidos e subdesenvolvidos quando se fala da questão alimentar. Tal disparidade demanda um conjunto de análises e reflexões que identifiquem as particularidades que compõem a segurança alimentar destes espaços, criando bases analíticas que subsidiem políticas públicas ajustadas às diferentes realidades.

Maluf (1995) enfatiza que enquanto os países periféricos sofrem com a questão da fome, os desenvolvidos possuem autossuficiência produtiva agroalimentar ou suprem suas necessidades com importações. Considerando ainda que o acesso da população mais vulnerável a esses alimentos é feito por meio de programas institucionais, a segurança alimentar ocupa um lugar secundário nos ambientes políticos destes territórios. Nos países subdesenvolvidos a autossuficiência produtiva agroalimentar (alcançada por alguns)

contrasta com o inacesso de parte da população a estes produtos, subsidiada pelo alto custo de aquisição de alimentos. Nesse sentido a oferta de alimento não é suficiente para garantir a segurança alimentar da população. Historicamente algumas das economias desenvolvidas empreendem ações humanitárias e debates de combate à fome no mundo, por meio de organizações intergovernamentais - como a Organização das Nações Unidas - ONU, buscando mitigar esses problemas, sem atacar a raiz estrutural da questão.

Diante de tal realidade, o objetivo deste trabalho é apresenta uma breve discussão sobre complexidade das questões vinculadas a Segurança Alimentar em países subdesenvolvidos, atrelando esse fenômeno à necessidade de conservação dos ecossistemas e seus serviços ambientais. Tal discussão encontra abrigo na necessidade de refletir como os ecossistemas, terrestres e aquáticos, atuam como fonte de recursos alimentícios diretos para grupos humanos, tendo nas alterações de suas estruturas e na perda de sua qualidade um fator de vulnerabilidade nutricional, enfatizando a realidade brasileira.

Para isso, será realizada uma discussão, à luz da literatura, referente às bases da Segurança Alimentar, relacionando-a com a oferta dos serviços ambientais, focada no serviço provisão: “disponibilidade alimentar”. Ainda será discutida a importância da manutenção desses serviços para a sobrevivência de grupos humanos, principalmente de pessoas em situação de vulnerabilidade socioeconômica e dependem diretamente da provisão ecossistêmica para amplificação da oferta nutricional diária.

Serviços Ambientais e Organização Humana

Inicialmente os serviços ambientais foram definidos como as “condições e processos provenientes dos ecossistemas naturais e das espécies que os compõem que sustentam e mantêm a vida humana” (DAILY, 1997 *apud* PARRON; GARCIA, 2015, p. 30) assim como os “benefícios para populações humanas que derivam, direta ou indiretamente, das funções dos ecossistemas” (CONSTANZA et al., 1997 *apud* PARRON; GARCIA, 2015, p. 30).

Já Groot et al. (2002) compreendem os serviços ambientais como sendo a garantia de sobrevivência das espécies do planeta e o atendimento às necessidades humanas providas pelos processos naturais. Boyd e Banzhaf (2007) afirmam que os serviços ambientais não se trata dos benefícios e sim dos integrantes da natureza que são aproveitados – das diversas maneiras – para o bem-estar humano. Haines-Young e Potschin (2013), indicam como característica principal dos serviços ambientais as ligações sustentadas com as funções, processos e estruturas do ecossistema que os originam.

O termo Serviços Ambientais assemelha-se ao de Serviços Ecossistêmicos que de acordo com Constanza (1997) e Muradian et al. (2010) trata-se de uma subcategoria dos serviços ambientais que se limitam aos benefícios humanos obtidos dos ecossistemas. Alguns

autores, como Guedes e Seehusen (2011); Santos e Vivan (2012); Simões e Andrade (2013); Costanza et al. (1997a, 1997b); Daily (1997); Groot et al. (2002); Haines-Young et al. (2012) vão além dessa subcategorização e consideram esses termos como sinônimos.

Embora considerada as caracterizações anteriores, a presente pesquisa, sustentada em Andrade (2009), compreende os serviços ecossistêmicos como os benefícios não tangíveis (como a regulação do clima) e tangíveis (como os alimentos), adquiridos pelo ser humano por meio das dinâmicas e interações entre os componentes do capital natural, que, por sua vez, é entendido como o fluxo desses benefícios provenientes de vários recursos naturais e que são aproveitáveis pela humanidade, de maneira direta ou indireta.

Em detrimento da degradação ambiental causada pelas formas de produção e consumo contemporâneas, a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (2005) notou que mais da metade dos serviços ecossistêmicos do mundo estão em decadência e isso pode gerar sérios problemas para a humanidade no futuro. Isso motivou a inserção desse tema na formulação de políticas públicas brasileiras que levam em consideração a ideia de que planejando e manejando adequadamente as paisagens produtivas, há o potencial de prover, além de bens materiais e de consumo (como alimentos e matéria prima), diversos serviços como a conservação da biodiversidade e regulação da água e do clima (PARRON; GARCIA,2015). Contudo, considerando que a sobrevivência na Terra depende da capacidade de provisão dos serviços ecossistêmicos, essa capacidade, muitas vezes, é esgotada pela demanda humana (ANDRADE, 2009).

Groot et al. (2002) organizam uma estrutura que determina as funções, bens, serviços, processos e componentes do ecossistema. Sobre as funções, apesar de listar 23, os autores as agrupam em quatro categorias: funções de regulação; de habitat; de produção; e de informação. Cada uma delas pode gerar mais de um serviço e os serviços podem ser originados de mais de uma função.

Na concepção de Andrade (2009), as funções ecossistêmicas são reconceitualizadas como serviços ecossistêmicos à medida que trazem de maneira implícita a ideia de valor humano, ou seja, quando apresentam possibilidades de uso para fins humanos.

Nesse sentido, baseado nas categorias estabelecidas pela Avaliação do Milênio (serviços de provisão, regulação, culturais e de suporte), cabe aqui enfatizar os serviços de provisão que estão ligados à disponibilidade de alimentos, fontes de energia, água, produtos medicinais, farmacêuticos e bioquímicos e recursos genéticos. Com isso, é necessário que se atente ao seu estoque e seus limites, impostos pela capacidade de suporte do ambiente natural, para que as ações humanas não o comprometam de maneira irreversível.

Os serviços ambientais vêm sendo discutidos com mais veemência nos últimos anos por autores como Pearce (1993); Turner (1993); Groot (1992); Groot (1995); Bingham et al.

(1995); Daily (1997); Costanza et al. (1997); Pimentel et al. (1997); Limburg e Folke (1999); Wilson e Carpenter (1999); Daily (2000); Guedes e Seehusen (2011); Santos; Vivan (2012); Simões e Andrade (2013), que apesar de terem contribuído sobremaneira para o avanço analítico dessas questões e aumentado as publicações sobre esse tema, ainda deixam lacunas a serem preenchidas sobre a definição de uma estrutura mais ampla de avaliação desses serviços e bens (Groot et al., 2002).

A oferta dos serviços ambientais está difusa no espaço, contudo, dada a característica dos ambientes algumas localidades têm a capacidade de reunir um número mais amplo de serviços a serem oferecidos. Adicionalmente, a oferta direta de serviços e recursos criam espaços de atração locacional. A organização social funciona, em certa medida nesta lógica atrativa, ponderando os vetores de dispersão de vento, disponibilidade paisagística e condições de amenidade térmica para instalar os empreendimentos imóveis de maior valor agregado. A vivência contemporânea, mediada por relações de consumo, cria uma falsa impressão de desconexão com certos serviços, fazendo com que os sujeitos/consumidores não consigam perceber a dependência das estruturas ecossistêmicas.

Dentre os serviços mais desconsiderados estão aqueles de provisão (disponibilidade de alimentos, fontes de energia, água, produtos medicinais, farmacêuticos e bioquímicos e recursos genéticos). Essa desconsideração encontra abrigo/explicação, talvez, no fato de que parte das condições/estruturas disponíveis, a partir destes recursos, cheguem ao sujeito/consumidor retrabalhada, tornando o serviço virtualmente impalpável. Esta condição de virtualidade, contudo, não é uma realidade plenamente difusa, experimentada por todos os grupos sociais. Comunidades pesqueiras (ribeirinhos e caiçaras), camponesas, coletores, grupos indígenas, entre outras, estão diretamente ligadas à provisão direta de recursos oriundos dos ecossistemas, tornando-se dependentes do seu bom funcionamento e da boa condição de qualidade ambiental.

Os primeiros agrupamentos humanos abandonaram o nomadismo – que proporcionou o espalhamento dos seres humanos por vários ecossistemas da terra e a adaptação a diferentes condições de vida (PONTING, 1995) – para se fixarem em locais que possuíam disponibilidade hídrica e desenvolverem as práticas agrícolas, por exemplo. Esses movimentos extrapolam o simples uso dos recursos, como meio para a prática das atividades humanas, e vinculam-se aos demais serviços vinculados às estruturas físicas atrativas. O rio nesse contexto é mais que um mero fornecedor de recurso hídrico, ele também atual como ponto de amenidade térmica, de higienização pessoal, fornecimentos de recurso alimentício e de práticas religiosas. As condições de salubridades dessas estruturas ambientais e portando dos serviços ofertados, afetam diretamente a forma de viver e estar no ambiente.

Pode-se considerar que nos tornamos vulneráveis às condições transitórias do ambiente imediatamente próximo, ao passarmos pelo processo de sedentarização espacial. As espécies migratórias, por exemplo, fazem sua transição espacial sazonal para não estarem vulneráveis às oscilações cíclicas do ambiente. No seu processo de consolidação espacial a espécie humana, ao se sedentarizar, aprofunda o seu conhecimento técnico para conviver com as condições ambientais, artificializando-o de forma profunda a fim de minimizar as demandas de reorganização.

Ao decorrer dos séculos, a humanidade foi estabelecendo relações de domínio e dependência com a natureza, provocando modificações com potencial muitas vezes irreversíveis – como a extinção de determinadas espécies. Diferente de outros organismos que modificam o meio ambiente e essas mudanças são geralmente assimiladas pelos mecanismos autorreguladores dos ecossistemas, sem provocar desequilíbrios, a humanidade tem grande capacidade de alterar o equilíbrio ecológico de muitos ecossistemas, colocando em risco a própria sobrevivência (PÁDUA; LAGO, 2004).

Uma vez que a oferta de serviços ambientais é fundamental para o desenvolvimento das atividades biológicas dos organismos que compõe o ecossistema, alterações profundas nestas estruturas podem simbolizar a inserção de fatores limitantes a ocorrência e/ou distribuição de diferentes espécies. A alteração no comportamento biogeográfico de determinados organismos dialoga diretamente com a alteração das condições necessárias para a instalação e ocorrência de grupos humanos, gerando pressões sociais que extrapolam o *locus* de ocorrência da alteração.

Segurança Alimentar e Nutricional e Serviços Ecossistêmicos

A Segurança Alimentar e Nutricional (SAN) é um conceito em desenvolvimento na realidade brasileira (BARRETO, 2015). Ele pode ser definido como

> (...) a realização e o direito de todos ao acesso regular e permanente a alimentos de qualidade, em quantidade suficiente, sem comprometer o acesso a outras necessidades essenciais tendo como base práticas alimentares promotoras de saúde, que respeitem a diversidade cultural e que seja social econômica e ambientalmente sustentável (BRASIL, 2006, p.1).

Apesar de ser um dos aspectos necessários para a afirmação da cidadania, não é uma realidade comum a todos os brasileiros. A segurança alimentar vincula-se aos diferentes contextos e organizações existentes, baseados nas diferentes realidades e tradições dos grupos humanos. Embora a ocupação espacial relacione-se de forma direta às possibilidades de obtenção dos meios de sobrevivência, estes meios variam de acordo com as construções

cultuais.

Para assegurar o direito à segurança alimentar são necessárias três condições: a disponibilidade de alimentos; o acesso a estes alimentos; e, o uso ou consumo deles. Todavia, a capacidade de possuir uma alimentação saudável é afetada por diversos fatores, que são determinados pela vida em sociedade – através da tradição, das normas formais e informais – e têm como principal alvo os grupos mais vulnerabilizados (HELLEBRANDT et al., 2014).

Maluf (1995) aponta que em países da América Latina a Segurança Alimentar deve centralizar seus esforças na garantia do acesso ao alimento, nos casos em que há uma irregularidade ou uma insuficiência. O autor ainda destaca que além das dificuldades de distribuição, que criam condições impróprias para determinadas regiões, há uma sobre elevação nos custos de aquisição dos alimentos, dificultando acesso efetivo a outros componentes alimentares, necessários para viver com dignidade. Hellebrandt et al. (2014) afirmam que mesmo se o indivíduo tiver acesso ao alimento, a absorção nutricional de seus elementos é comprometida quando se tem condições sanitárias insalubres, levando-o à insegurança alimentar.

Essa problemática, apesar de ter sido bem discutida na década de 1990 com a criação da Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN), ganhou destaque no Brasil em meados dos anos 2000. Onde o Estado decide implementar políticas públicas que priorizem essas questões, retomando programas como o Fome-Zero (KEPPLE, CORRÊA, 2011; HELLEBRANDT et al., 2014).

O programa em questão tinha como objetivo a garantia da quantidade, qualidade e regularidade no acesso à alimentação (ARRUDA; ARRUDA, 2007). Baseando-se nisso, foram cridos os programas de transferência de renda como o Bolsa-Família, Bolsa Alimentação, Auxílio-Gás, Cartão-Alimentação, entre outros que impactaram o país de maneira significativa.

Apesar de haver incentivos e políticas públicas voltadas para suprir a necessidade populacional, ainda não é suficiente. Principalmente quando se observa os dados referentes ao período em que o mundo experimentou a pandemia de COVID-19 (2020-2022), causada pela difusão mundial do vírus SARS-COV-2, quando houve um drástico aumento da fome no mundo inteiro. Sobre isso, o relatório “O Estado da Insegurança Alimentar e Nutrição no Mundo (SOFI)” de 2021 aponta que mais de 800 milhões de pessoas estavam subalimentadas no ano de 2020.

Essas discussões, embora busquem ampliar as reflexões sobre a disponibilidade de alimentos, centram seus esforços nas relações economicamente produtivas, pensando os sujeitos sob a ótica do consumo. A insegurança alimentar é constantemente pensada sobre aqueles que produzindo os alimentos, não obtêm volumes suficientes para nutrirem-se a aos seus, bem como aqueles que sendo oriundos dos espaços urbanos de produção não detêm

volumes monetários necessários para permitam a aquisição de alimentos em quantidade e qualidade para sua plena nutrição. A estes grupos, contudo, deve-se adicionar os sujeitos, tanto em espaços rurais como urbanos, que encontram nos serviços ecossistêmicos e nos recursos deles oriundos as condições básicas para complementar a alimentar, garantindo os nutrientes mínimos para um bom viver.

Tendo isso em vista, é muito comum que as populações humanas formem agrupamentos em áreas que possuam fontes de alimentação, como é o caso das populações ribeirinhas, as populações do mangue, as populações caiçaras e as populações camponesas. É preciso compreender que esses grupos não apenas obtêm recursos do ambiente, como também dependem diretamente da manutenção das condições de oferta dos serviços ecossistêmicos para a estabilidade de sua dinâmica alimentar. A oferta do recurso não implica em segurança alimentar, uma vez que a disponibilidade de alimentos e seu acesso só se converte em segurança quando há o uso ou o consumo desses. Ambientes degradados, ainda que não possem por processos de contaminação ou poluição, geram insegurança no consumo dos recursos, potencializando a insegurança vigente.

A vida das populações que habitam os espaços marginais a ecossistemas ricos tende a estar vinculadas diretamente a esta rotina de complementação alimentar, fazendo desses núcleos populacionais dependentes desses sistemas. Begossi et al. (2015), afirmam que a situação econômica somada à dependência dos pescadores, por exemplo, em relação aos recursos do manguezal pode levá-los a tomar atitudes que esgotem esses recursos como a prática da pesca prematura. Pois, diante de uma insuficiência alimentar as preocupações de manutenção das espécies, ainda que sabida, é desconsiderada pela necessidade premente, principalmente quando a pescaria é o que sustenta a família e a principal fonte proteica.

Essas populações costumam ter sua subsistência vinculada ao bom funcionamento e equilíbrio dos ecossistemas, por dependerem social e economicamente de seus elementos. As alterações negativas que esses ambientes sofrem podem influenciar diretamente na qualidade de vida dessas pessoas, colocando em risco sua sobrevivência. Paradoxalmente, essa proximidade, indica uma linha tênue entre a necessidade e a degradação. Considerando que, muitas vezes ocorre a supressão da vegetação nativa para a construção de casas, emissão de efluentes domésticos nos rios, práticas inadequadas de uso e manejo do solo, entre outros fatores que são reflexos de uma relação espacial permeada pela marginalidade socioeconômica e estrutural.

Nesse sentido, a manutenção dos serviços ambientais relaciona-se à manutenção das condições de bem viver de inúmeros de grupos humanos, em ambiente rurais e urbanos, principalmente em países em desenvolvimento – com economias marginais ao capitalismo. A Segurança Alimentar dessas populações, mais vulnerabilizadas, é garantida pela opção de

complementação dos recursos alimentícios, oriundo desses ambientes naturais, sendo, por vezes, o limiar que separa a segurança da insegura. Nesse sentido é preciso ir além da simples observação dos trabalhadores que vivem da comercialização desses elementos, abarcando os sujeitos que veem nesses elementos os víveres de sua existência digna.

Considerações Finais

A discussão presente nesta pesquisa abre caminhos para reflexões acerca do modo (im)produtivo que foi estabelecido na sociedade e como ele é estruturado na desigualdade social. Essa, é escancarada ao observarmos a questão da fome no mundo, que é mais intensificada em países subdesenvolvidos, os quais dependem de maneira significativa dos que já são grandes potências desenvolvidas.

Observa-se também que parte das populações vulneráveis dependem ainda do bom funcionamento dos ecossistemas para que possam, desfrutando dos seus serviços ambientais, manterem-se vivas. A dependência de serviços de provisão de água e alimentos é corriqueira em espaços economicamente vulneráveis, onde os sujeitos complementam sua oferta nutricional com os recursos ofertados como serviços de diversos ambientes. A devastação provocada pelas ações antrópicas nesses ambientes, contudo, vêm causando severos danos à capacidade de sustentação de inúmeros núcleos humanos, principalmente pelo avanço da urbanização desenfreada.

Tal realidade reflete diretamente nas condições de sobrevivência e Segurança Alimentar dessas pessoas, gerando a necessidade de estudos voltados à percepção desses povos, que vivem baseados na provisão ecossistêmica. Adicionalmente, as políticas de Segurança Alimentar precisam ser executadas em conjunto com ações de valorização da convivência com o ambiente, atrelando a percepção de um ambiente saudável com a equidade e o bem-estar social.

Referências

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 37**.,** 2009, Foz do Iguaçu. **Anais Eletrônicos** [...] Foz do Iguaçu: ANPEC, 2009. Disponível em:< https://docs.ufpr.br/~jrgarcia/valoracao/Capital%20natural%2C%20servi%C3%A7os%20ecossist%C3%AAmicos%20e%20sistema%20econ%C3%B4mico.pdf> Acesso em: 03 jun. 2022.

ARRUDA, B. K. G; ARRUDA, I. K. G. Marcos referenciais da trajetória das políticas de alimentação e nutrição no Brasil. **Revista brasileira de saúde materno infantil**, v. 7, n. 3, p.319-326, 2007.

BARRETO, M. F. Segurança alimentar e nutricional e contaminação ambiental em uma comunidade de marisqueiras do município de Santo Amaro, Bahia. 2015. 117f. Disserta-ção (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Escola de Nutrição, Salvador, 2015.

BEGOSSI, A.; et al. Comunidades Pesqueiras, Etnoecologia, Ecologia Humana e Segurança Alimentar: uma revisão de conceitos, modelos e ensino. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, SP, v. 22, n. 1, p. 574–590, 2015. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/san/article/view/8641579. Acesso em: 3 jun. 2022.

BINGHAM, G.; et al. Questões na avaliação de ecossistemas: melhorando a informação para a tomada de decisões. **Economia ecológica** , v. 14, n. 2, pág. 73-90, 1995.

BOYD, J.; BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. **Ecological economics**, Whashington, v. 63, n. 2-3, p. 616-626, 2007. Disponível em < https://media.rff.org/documents/RFF-DP-06-02.pdf> Acesso em: 03 jun, 2022.

BRASIL. Lei nº 11.346, de 15 de setembro de 2006. Cria o Sistema Nacional de Segurança Alimentar e Nutricional – SISAN com vistas em assegurar o direito humano à alimentação adequada e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 set. 2009. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/lei/l11346.htm> Acesso em: 16, set. 2022

CHRISTOFOLETTI, A. Significância da Teoria de Sistemas em Geografia Física. **Boletimde Geografia Teórica.** Rio Claro -SP, v. 16/17 n. 31/34. p. 119-128. p. 1986/87.

CIDREIRA-NETO, I.; RODRIGUES, G. G. Relação homem-natureza e os limites para o desenvolvimento sustentável. **Revista Movimentos Sociais e Dinâmicas Espaciais**, v. 6, n. 2, p. 142-156, 2017.

CONSTANZA, R. et al. Environmental Functions And The Economic Value Of Natural Ecosystems. **Nature.** v. 387, p. 253-260, 1997

DAILY, G. C. Objetivos de gestão para a proteção dos serviços ecossistêmicos. **Ciência e Política Ambiental** , v. 6, pág. 333-339, 2000.

DAYLI, C. G. Country side biogeography and the provision of ecosystem services. Nature and human society: the quest for a sustainable world. Raven editor. National Research Council. 1997.

DUARTE, A. P. **Marx e a natureza em O Capital**. Edições Loyola, 1986.

FAO, FIDA, UNICEF, PMA e OMS. O Estado da Segurança Alimentar e Nutricional no Mundo 2021. Transformando os sistemas alimentares para segurança alimentar, nutrição melhorada e dietas saudáveis acessíveis para todos. Roma, FAO, 2021.

GIRÃO, O.; CORREA, AC de B. A contribuição da geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. **Revista de Geografia**, v. 21, n. 2, p. 36-58, 2004.

GROOT, R. S. et al. Ecological functions and socioeconomic values of critical natural capital as a measure for ecological integrity and environmental health. In: **Implementing ecological integrity**. Springer, Dordrecht, 2000. p. 191-214.

GROOT, R.S. Functions of Nature: Evaluation of Nature in Environmental Planning, Management and Decision Making. Amsterdã, 1992. **Ecological Economics**, v. 14, n. 3, p. 211-213, 1995.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S. E. (Org.). **Pagamentos por serviços ambientais na Mata Atlântica**: lições aprendidas e desafios. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M**. Common International Classification of Ecosys- tem Services (CICES):** consultation on version 4, August-December 2012. 2013. Report tothe European Environment Agency. EEA Framework Contract No EEA/IEA/09/003. Dispo-nível em:< https://cices.eu/> Acesso em: 03 jun. 2022

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M.; KIENAST, F. Indicadores do potencial dos serviços ecossistémicos à escala europeia: mapeamento de alterações marginais e compensações. **Indicadores Ecológicos** , v. 21, p. 39-53, 2012.

HELLEBRANDT, D. et al. Segurança alimentar e pesca artesanal: análise crítica de iniciativas na América Latina. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 32, 2014.

KEPPLE, Anne Walleser; SEGALL-CORRÊA, Ana Maria. Conceituando e medindo segurança alimentar e nutricional. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, p. 187-199, 2011.

LIMBURG, K. E.; FOLKE, C. The ecology of ecosystem services: introduction to the special issue. **Ecological Economics**, v. 2, n. 29, p. 179-182, 1999.

MALUF, R. S. Segurança Alimentar e desenvolvimento econômico na América Latina: o caso do Brasil. **Revista de Economia Política**, v. 15, n. 1, Rio de Janeiro, 1995.

MURADIAN, R. et al. Conciliando teoria e prática: Uma estrutura conceitual alternativa para compreender os pagamentos por serviços ambientais. **Economia ecológica** , v. 69, n. 6, pág. 1202-1208, 2010.

PÁDUA, J. A.; LAGO, A. **O que é ecologia**. Editora Brasiliense: Coleção Primeiros Passos. São Paulo, 2004.

PARRON, L. M.; GARCIA, J. R. Serviços ambientais: conceitos, classificação, indicadores e aspectos correlatos. In: PARRON, L. M. et al. (Ed). **Serviços Ambientais em Sistemas Agrícolas e Florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. P. 29-35.

PEARCER, D. W. **Economic Values and the Natural World**, Earthscan, London, 1993

PIMENTEL, D. et al. Economic And Environmental Benefits Of Biodiversity: The annual economic and environmental benefits of biodiversity in the United States total approximately $300 billion. **Bioscience**, v. 47, n.11, p. 747-758, 1997.

PONTING, C. **Uma história verde do mundo**. Trad.: Ana Zelma Campos. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1995.

SANTOS, R. F.; VIVAN, J. L. Pagamento por serviços ecossistêmicos em perspectiva comparada: recomendações para tomada de decisão. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2012. 180 p. (Diálogos Setoriais União Européia-Brasil).

SILVA, A.; CORRÊA, A. C. B. Relação sociedade-natureza:(re) aproximações das geografias física e humana. **Revista de Geografia.** Recife: UFPE–DCG/NAPA, v. 26, n. 2, p. 111-123, mai/ago 2009.

SILVA, E. J.; FONTGALLAND, I. L. Ações e políticas públicas em manguezais para a preservação do meio ambiente. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 15. 2021. Disponível em:< file:///C:/Users/SARA/Downloads/23345-Article-278303-1-10-

20211129.pdf> Acesso: 03 jun. 2022.

SIMÕES, M. S.; ANDRADE, D. C. Limitações da abordagem coaseana à definição do instrumento de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA). **Sustentabilidade em Debate**, Brasília, DF, v. 4, n. 1, p. 59-78, jan./jun. 2013.

TURNER R.K. **Sustainable Environmental Economics and Management**: Principles and Practice. London: Belhaven Press, 1993.

WILSON, M. A.; CARPENTER S. R. Economic valuation of freshwater ecosystem servicesin the United States 1971–1997. **Ecological Applications**, v. 9, n.3, p. 772-783, 1999.

O processo de nidificação das abelhas solitárias no solo: comparação entre dunas do Abaeté em Salvador e o solo Halomórfico em Barrocas, Bahia
The nesting process of solitary bees in soil: comparison between Abaeté dunes in Salvador and Halomorphic soil in Barrocas, Bahia

Ronaldo Lázaro Alves da Silva Junior
Instituto Federal da Bahia - IFBA Campus Salvador
Orcid: 0000-0002-0695-2905
ronaldjr.ifba@gmail.com

Resumo: O estudo "O processo de nidificação das abelhas solitárias no solo: comparação entre dunas do Abaeté em Salvador e solo Halomórfico em Barrocas, Bahia" visa comparar a reprodução de abelhas solitárias em ambientes urbanos e rurais, com foco nas dunas de Salvador e da Caatinga baiana, especialmente em Barrocas. Os métodos envolveram análise de referencial teórico, seguida de pesquisa de campo em Barrocas, onde técnicas simples e não prejudiciais foram usadas para extrair mel das abelhas sub solitárias no solo. Os resultados revelaram a presença de húmus no solo Regolítico Húmico de Barrocas, favorecendo a qualidade agrícola. Contudo, o índice de nidificação das abelhas diminuiu devido a problemas biogeográficos e climáticos no solo. Portanto, o estudo destaca a importância do habitat para as abelhas solitárias e ressalta a necessidade de medidas de conservação diante das ameaças ao processo reprodutivo desses polinizadores vitais para a ecologia e a agricultura.

Palavras-chave: Nidificação; Solo; Ecologia; Caatinga Baiana;

Abstract: The study "Nesting process of solitary bees in the soil: a comparison between Abaeté dunes in Salvador and Halomorphic soil in Barrocas, Bahia" aims to compare the reproduction of solitary bees in urban and rural environments, focusing on the dunes of Salvador and the Caatinga biome in Bahia, especially in Barrocas. The methods involved theoretical reference analysis, followed by field research in Barrocas, where simple and non-harmful techniques were used to extract honey from the solitary ground-nesting bees. The results revealed the presence of humus in the Humic Regolith soil of Barrocas, favoring agricultural quality. However, the nesting index of the bees decreased due to biogeographic and climatic issues in the soil. Therefore, the study highlights the importance of habitat for solitary bees and underscores the need for conservation measures in the face of threats to the reproductive process of these vital pollinators for ecology and agriculture.

Keywords: Nesting; Soil; Ecology; Caatinga Baiana;

Introdução

As abelhas solitárias são um tipo de abelha que vive e trabalha de forma independente, construindo seus ninhos individualmente. Apesar de não viver em colônias como as abelhas sociais, as abelhas solitárias desempenham um papel crucial na polinização de plantas, contribuindo para a reprodução e preservação de diversas espécies vegetais, além de auxiliar na manutenção do equilíbrio dos ecossistemas. Este estudo tem como enfoque e objetivo geral a análise comparativa entre a reprodução de abelhas solitárias no meio urbano em Salvador, e no meio rural, no município de Barrocas, Bahia. Os objetivos específicos estão relacionados em identificar a importância dos ninhos-armadilhas para as abelhas solitárias, assinalar a precisão da simbiose em relação ao sedimento, solo e abelhas, analisar agentes

nocivos para a nidificação em solo urbano e quais propostas para análise séria da biogeografia em Salvador.

Analisando as reprodução da apifauna nas dunas do Abaeté, VIANA, B.F. et al. (2001, p. 246) salienta que devido às condições ambientais adversas das dunas, como ventos fortes, temperaturas elevadas e escassez de locais adequados para nidificação, há uma afirmação de que bem poucas espécies de abelhas são residentes nesses ambientes. Com exceção daquelas capazes de nidificar em "solo arenoso" (Albuquerque, 1998; Gottsberger et al., 1988), as demais espécies são provenientes de habitats próximos e são atraídas para as dunas em busca de recursos florais. Nesse caso, em uma análise biogeográfica, as abelhas solitárias são resistentes aos diversos fatores que atingem o solo, sendo parte de sua reprodução larval e importante para os ecossistemas microbiológicos do/no solo.

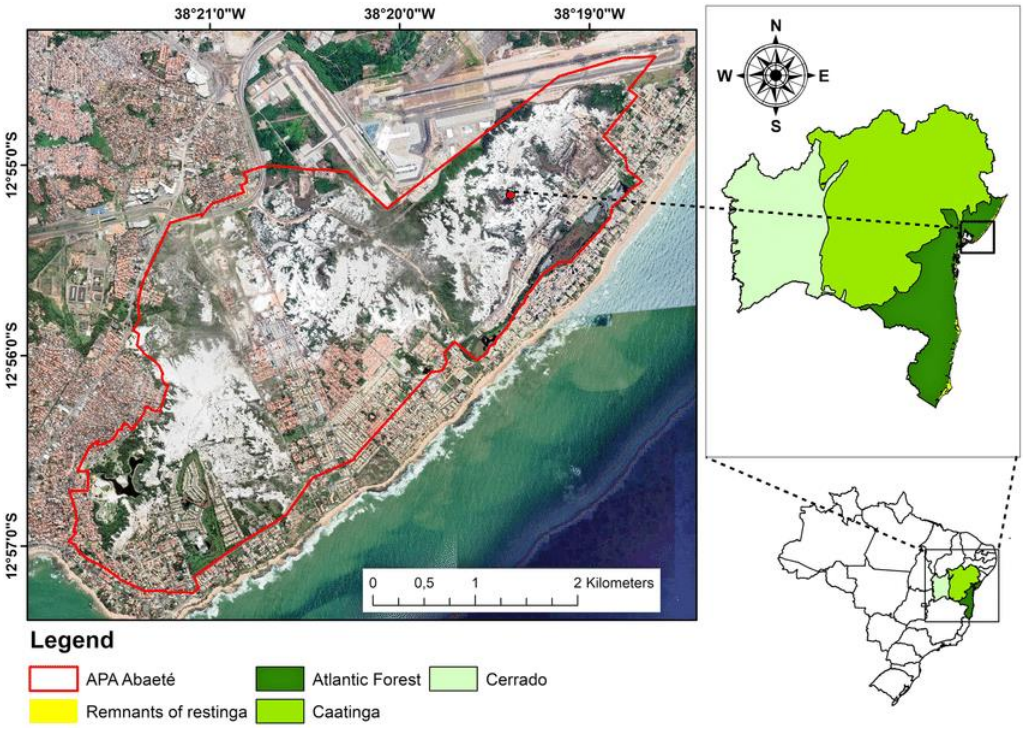
A pesquisa bibliográfica concentrou no período de dois anos (maio/97 a abril/99) utilizando índices pluviométricos e de características climáticas para investigar sistematicamente sobre a diminuição das abelhas e consequentemente da estrutura da comunidade das espécies que nidificam em cavidades preexistentes em um fragmento de dunas litorâneas na Área de Proteção Ambiental das Lagoas e Dunas de Abaeté, Salvador, Bahia frente às mudanças climáticas. A técnica de amostragem utilizada foi a de ninhos-armadilha, distribuídos aleatoriamente em blocos contendo 16 ninhos, localizados a 1,5 m do solo. Os ninhos eram inspecionados quinzenalmente. Foram fundados 62 ninhos pertencentes a sete espécies de abelhas, sendo Centris (Hemisiella) tarsata Smith a espécie predominante (58% do total de ninhos fundados), seguida por Euplusia musitans Fabricius (31%). Houve flutuação sazonal nas abundâncias de abelhas e variação nas frequências totais de nidificação entre os dois anos de amostragem. As duas espécies predominantes apresentaram padrões sazonais diferentes, e apenas 14% dos ninhos-armadilha disponíveis foram utilizados pelas abelhas.

Contudo, como parte da discussão, as abelhas solitárias em meio urbano estão gradativamente desaparecendo em virtude da expansão e uso do solo inadequado, bem como a inserção de flora exótica a Salvador. Ainda assim, as abelhas em zonas rurais têm maior aproveitamento se utilizado para fins agrícolas, visto que a importância da geoprópolis e do mel tem crescido anualmente. Dessa forma, a implementação e fomento apicultor em abelhas sub sociais e solitárias podem garantir maior lucro e melhor qualidade nas safras, além de conservar o bioma da caatinga bem como os ecossistemas apiários. O estudo científico e técnico aliado a preservação desse bioma são fundamentais para garantir a preservação das espécies e dos ecossistemas únicos encontrados na caatinga, sobretudo no município em questão.

Área de Estudo

A área de estudo inicialmente compreende as reservas de mata atlântica litorânea no nordeste brasileiro, situadas em Salvador, Bahia. As restingas das Dunas do Abaeté, bem como o parque de Pituaçu, compreende um importante espaço para preservação ambiental numa cidade baiana com maior nível de urbanização do estado. Para efeito de comparação, a análise temporal relatada está recortada durante o período de dois anos (maio/97 a abril/99), os ninhos-armadilha foram inspecionados a cada 15 dias utilizando um otoscópio. As armadilhas que continham ninhos de abelhas já concluídos foram removidas e substituídas por outras vazias, do mesmo diâmetro. Essas armadilhas ocupadas foram levadas ao laboratório e colocadas individualmente dentro de caixas de vidro de tamanho 15x15x12 cm, cobertas com tela, até a emergência dos adultos. (VIANA, B.F. et al. 2001, p. 246)

Figura 1: Mapa apresentando a Área de Proteção Ambiental das Lagoas e Dunas do Abaeté (APA Abaeté) no município de Salvador, Bahia, Brasil.



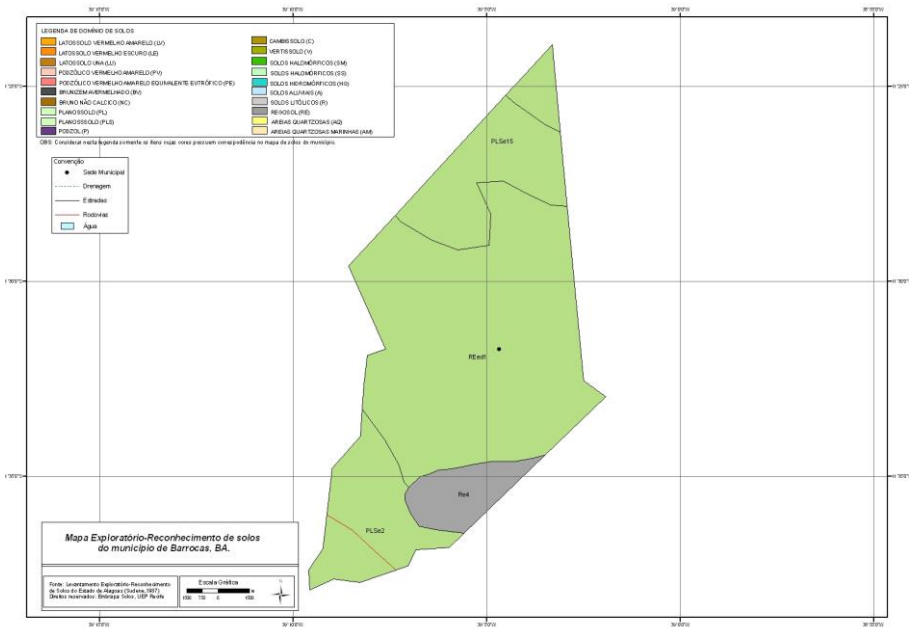
Autor: José Antônio Lima Rocha Junior.

Além disso, um outro estudo compreendeu a restinga no Parque Metropolitano de Pituaçu (PMP), localizado na cidade de Salvador, Bahia, nas coordenadas S12º59'52.7" W38º27'05.4". A região possui um clima classificado como Af, de acordo com a classificação de Köppen, caracterizado por uma pluviosidade média anual superior a 1.500 mm e temperaturas médias de 18ºC nos meses mais frios e 22ºC nos meses mais quentes. Nesse caso, segundo Silva, Maise et al. (2015, p. 111) a diversidade de apifauna encontrada na área de restinga arbórea-mata atlântica na costa atlântica do Nordeste do Brasil é significativa e

representa uma importante contribuição para a conservação da biodiversidade nesse ecossistema. E para fins de reprodução, as abelhas solitárias em quaisquer ambientes, seja rural ou urbano, o solo fornece um ambiente protegido para a construção dos ninhos, além de ser uma fonte de recursos importantes para as abelhas. Muitas espécies de abelhas solitárias dependem de plantas específicas para a coleta de pólen e néctar, e essas plantas podem estar presentes em áreas onde o solo oferece condições favoráveis para o seu crescimento.

E para efeito conclusivo de comparação, foram analisadas abelhas na caatinga, sobretudo no município de Barrocas que fica a 28 min (18,5 km) via BA-411 de Serrinha, fazendo parte do distrito e do território de Identidade conhecido como Sisal, ou sisaleira baiana. Foram analisados também o comportamento simbiótico entre o neossolo regolítico húmico de Barrocas e as abelhas subsociais encontradas in loco, dado em detrimento das características úmidas locais. Dessa forma, visto que Barrocas é um município situado no clima sub-úmido, as características do solo são essenciais para reprodução das espécies de abelhas eusociais. Além disso, o Neossolo Regolítico Húmico apresenta alto teor de matéria orgânica, bem como o solo halomórfico tem características que se não corrigidas podem agravar a degradação do solo.

Figura 2: Mapa de solos em Barrocas/BA.



Autor: Levantamento Exploratório-Reconhecimento de solos de Alagoas (Sudene, 1987).

Justificativa

A justificativa para uma primeira análise está em observar as mudanças da paisagem em Salvador. Além disso, a inter-relação entre a biogeografia e geografia física em detrimento dos meios rurais e urbanos suscitaram curiosidades em analisar microrganismos em solos

rurais sem muita alteração e em sedimento urbano como é o caso da lagoa do Abaeté. O município de Barrocas está ligado pelo turismo e passeios em épocas festivas do ano de 2023 (fevereiro e junho) bem como afinidades interpessoais e os festejos juninos, o qual foram cruciais para escolha do tema. Tendo em vista então, as pesquisas sombreiam caráter de melhorar a qualidade da gestão municipal no solo, corroborando maior produtividade agrícola numa terra seca do semiárido, preservação do ecossistema da caatinga, uso e ocupação ordinária do espaço, isto é, respeitando as relações meio ambiente e sociedade num ponto de vista de preservação e ocupação, bem como analisar a fuga das abelhas em Salvador por conta das mudanças climáticas e da expansão urbana desenfreada.

Metodologia

A metodologia aplicada por VIANA, B.F. et al. (2001, p. 245) foi utilizar uma técnica de ninhos-armadilha que é um método eficiente para obter informações sobre a fauna de abelhas solitárias residentes em uma determinada área. Essa técnica permite descrever e comparar comunidades de abelhas, fornecendo medidas quantitativas do número de espécies presentes na área, suas abundâncias e informações sobre o comportamento de nidificação, preferências de habitat e mudanças na frequência ao longo do tempo (Krombein, 1967; Vinson & Frankie, 1991; Frankie et al., 1998; Morato & Campos, 2000). Em áreas degradadas com escassez de locais naturais para nidificação, a utilização dessa técnica pode representar uma oportunidade de manutenção das espécies solitárias, que dependem de cavidades pré-existentes para estabelecer-se.

A metodologia utilizada por Silva, Maise et al. (2015, p. 111) compreendeu a classificação taxonômica das espécies encontradas na reserva de proteção ambiental em Salvador que constatou A diversidade da fauna de abelhas no Parque Metropolitano de Pituaçu (PMP) foi avaliada com base na abundância de indivíduos e no número de espécies capturadas, sendo estas distribuídas em famílias, gêneros e espécies. A determinação das espécies dominantes seguiu a fórmula proposta por Kato et al. (1952), onde uma espécie foi considerada dominante quando o valor do limite inferior de confiança (LI) ficou acima do limite de dominância (LD). O LD foi calculado como o inverso do número total de espécies capturadas multiplicado por 100, conforme Sakagami e Matsumura (1967).

A diversidade de espécies no PMP foi estimada utilizando os índices de Shannon-Wiener e equitabilidade de Pielou, calculados com o auxílio do programa Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research (Carr, 1996). Para analisar o número de espécies adicionais ou não amostradas a cada mês, foi utilizada a curva do coletor proposta por Pielou (1975). A riqueza de abelhas no PMP foi comparativamente analisada por meio dos estimadores de riqueza Chao 1 (Chao, 2005), ACE (Abundance-based Coverage Estimator)

e Jacknife 1, os quais consideram o número de espécies observadas com um ou dois representantes coletados, ou seja, estão baseados na amostragem de espécies raras presentes na amostra. Essas análises foram realizadas utilizando o software EstimateS Win752 (Colwell, 2004).

As abelhas solitárias têm uma relação importante com o solo, pois muitas espécies dessas abelhas constroem seus ninhos diretamente no solo ou em locais próximos a ele. Essas abelhas não vivem em colônias como as abelhas sociais, como as abelhas melíferas, mas em vez disso, cada fêmea constrói seu próprio ninho e cuida de seus próprios ovos. As abelhas solitárias têm diferentes estratégias de nidificação. Algumas cavam buracos no solo para criar seus ninhos, enquanto outras utilizam cavidades pré-existentes, como galhos ocos, troncos de árvores ou até mesmo buracos de fechaduras em portas. Essas abelhas preparam e fornecem recursos para suas crias dentro desses ninhos.

Para fins de reprodução no solo, as larvas de abelhas têm uma relação íntima com o solo, uma vez que muitas espécies de abelhas solitárias nidificam no solo. Essas abelhas cavam galerias ou utilizam cavidades pré-existentes no solo para depositar seus ovos e fornecer alimento às larvas. O solo desempenha um papel crucial na proteção e no desenvolvimento dessas larvas, oferecendo abrigo, umidade e nutrientes necessários para o seu crescimento. Um problema central relacionado a essa relação entre larvas de abelhas e solo é a degradação e a perda de habitats naturais. A urbanização, a conversão de áreas naturais em agricultura intensiva, o uso de agroquímicos e a fragmentação de habitats têm impactado negativamente os ecossistemas, incluindo o solo onde as abelhas solitárias nidificam.

A destruição ou a alteração desses ambientes pode resultar na perda de locais adequados para nidificação, comprometendo a sobrevivência e a reprodução das abelhas solitárias. Isso pode levar a uma redução na diversidade e na abundância dessas espécies, afetando negativamente a polinização de plantas e a manutenção da biodiversidade. Portanto, a conservação e a preservação dos habitats naturais, incluindo o solo, são fundamentais para garantir a sobrevivência das larvas de abelhas e a saúde dos ecossistemas como um todo. A análise in loco permitiu, analisar ainda que superficialmente, a presença de microorganismos que dão caráter ao neossolo regolítico húmico, a presença em superfície de ninhos de abelhas, ovos de formigas dentre outros.

A análise do Neossolo Regolítico Húmico no semiárido baiano, requer uma abordagem abrangente, levando em consideração diversas características e propriedades desses solos. No caso do Neossolo Regolítico Húmico, é importante analisar a composição orgânica presente, a espessura do horizonte húmico e a relação com as camadas inferiores do perfil, a fim de compreender seu grau de desenvolvimento e seu potencial de retenção de água e

nutrientes. Além disso, deve-se considerar a presença de regolito, que é uma camada superficial de material não consolidado que pode influenciar a permeabilidade e a drenagem do solo.

Já no caso do Latossolo e os sedimentos arenosos em Salvador, é necessário avaliar sua textura, teor de argila, estrutura, profundidade efetiva e capacidade de retenção de água. A presença de óxidos de ferro e alumínio nesses solos também deve ser analisada, pois eles podem influenciar as propriedades físicas e químicas do solo. A análise dessas características é fundamental para compreender a fertilidade, a capacidade de armazenamento de água e a suscetibilidade à erosão desses solos, o que contribui para o manejo adequado e a tomada de decisões sustentáveis em práticas agrícolas e de conservação do solo.

Dessa forma, a retirada do Neossolo Regolítico Húmico necessitou a adoção de procedimentos metodológicos técnicos adequados para não alterar ou incomodar a nidificação dos microorganismos e da microbiota visível. como parte do procedimento metodológico primeiramente, foi necessário realizar um levantamento detalhado da área, identificando as características e extensão do solo em questão, visto que estava próximo a culturas de milho e feijão um açude. Em seguida, removemos a camada superficial do solo cuidadosamente, retirando a vegetação. Para análise do horizonte húmico superficial, utilizamos equipamentos adequados para escavação e coleta. Seguindo os procedimentos metodológicos referenciados, durante o processo de retirada, evitamos a contaminação do solo com materiais indesejados, garantindo a separação adequada dos resíduos. Após a retirada, devolvemos a arrumação do solo que estava, com intuito de não causar maiores erosões.

Além disso, para retirada do favo do mel das abelhas eusociais, próximo a um riacho e um pasto para criação de bois, utilizamos equipamentos técnicos propícios para a atividade, como fumigador natural permitindo a produção de fumaça, o qual geralmente utilizamos materiais como fumo, serragem ou grama seca, nesse caso utilizamos grama secas. A fumaça é direcionada para acalmar as abelhas antes de realizar a inspeção da colmeia, tornando o manejo mais seguro e tranquilo. E o traje de proteção, que nada mais é do que as roupas de proteção, como macacões de tecido espesso juntamente com véus ou capuzes que cobrem o rosto, para se protegerem de possíveis picadas de abelhas durante o manejo da colmeia. Os favos estavam localizados entre a camada superficial do solo e um tronco de árvore morta, o qual depois da retirada foi necessário também devolver a terra para não haver maiores danos.

Figura 3: Resultado parcial da extração dos favos de mel.

Autor: acervo próprio.

A cera, ou resina, produzida pelas abelhas são fundamentais para analisar a densidade do solo, bem como suas características químicas. A produção então das resinas são importantes para a preservação dos ecossistemas presentes, além de preservar e aumentar o grau de fertilidade na caatinga.

Em meio rural, o bioma da caatinga sofre com visto que as abelhas estão localizadas no bioma da Caatinga enfrenta diversos problemas, como desmatamento, queimadas, desertificação, especulação imobiliária e alterações climáticas. Esses problemas têm causado perda de biodiversidade, degradação do solo, perda de habitat e comprometimento da sustentabilidade do ecossistema. Para enfrentar esses desafios, é necessário implementar medidas de conservação e manejo sustentável, como a criação de áreas protegidas, estímulo à agricultura familiar e agroecologia, reflorestamento com espécies nativas e engajamento da comunidade local. A preservação da Caatinga é crucial para garantir a sobrevivência das espécies e a sustentabilidade desse importante bioma.

Diagnósticos metodológicos

De caráter natural, o Neossolo Regolítico Húmico apresenta alguns problemas relacionados às suas características. Devido à sua baixa espessura e limitada capacidade de retenção de água e nutrientes, esse tipo de solo pode apresentar restrições para o

desenvolvimento de plantas e cultivos. Além disso, a presença do regolito, que é uma camada superficial de material não consolidado, pode resultar em problemas de drenagem e permeabilidade, afetando o escoamento de água e aumentando o risco de erosão. Por outro lado, os sedimentos arenosos, por sua natureza granular e baixa capacidade de retenção de água e nutrientes, também podem apresentar desafios na agricultura. Esses solos geralmente têm problemas de drenagem excessiva, levando a uma rápida perda de água e nutrientes por lixiviação. Além disso, a falta de coesão nas partículas de areia pode resultar em dificuldades na formação e estabilidade de agregados do solo, o que pode contribuir para problemas de compactação e erosão.

É a partir dos aspectos metodológicos que conseguimos dimensionar os problemas da apifauna em Salvador. Considerando primeiramente que as amostras diminuíram os números de abelhas por espécies gradualmente, é necessário correlacionar com as mudanças urgente climáticas, bem como a interação sociedade-solo-natureza, visto que a degradação bem como a gestão municipal está voltada para urbanização e impermeabilização do solo. Além disso, as restingas que restam na cidade são alvo de reformas “revitalizadoras” urbanas, visto que a inserção do verde em condomínios e substituição em locais próximos ao parque caracteriza um fitocídio local. Ao inserir flora que não são nativas, a resistência do solo, já degradado, deteriora-se em caráter de urgência ao analisar o uso do solo em uma cidade com níveis altos de urbanização.

Considerando isto, as análises posteriores refletem lacunas essenciais para a microbiota do solo urbano, sendo de viés potencializador o comportamento apiário e reprodução das abelhas subsociais e solitárias em meios rurais. As abelhas solitárias têm uma relação importante com o solo, pois muitas espécies dessas abelhas constroem seus ninhos diretamente no solo ou em locais próximos a ele. Essas abelhas não vivem em colônias como as abelhas sociais, como as abelhas melíferas, mas em vez disso, cada fêmea constrói seu próprio ninho e cuida de seus próprios ovos. As abelhas solitárias têm diferentes estratégias de nidificação. Algumas cavam buracos no solo para criar seus ninhos, enquanto outras utilizam cavidades pré-existentes, como galhos ocos, troncos de árvores ou até mesmo buracos de fechaduras em portas. Essas abelhas preparam e fornecem recursos para suas crias dentro desses ninhos. As abelhas solitárias não têm preferências específicas por tipos de solo, mas sim por características do ambiente que o solo proporciona. Existem alguns aspectos que podem tornar um solo mais atrativo para as abelhas. Alguns aspectos envolvem a relação entre fertilidade, drenagem de água, umidade, ausência de pesticidas e condições climáticas favoráveis.

O diagnóstico feito identificou que o uso de ninhos-armadilha para o cultivo de abelhas solitárias na Bahia permite obter diagnósticos sobre a qualidade do solo, a disponibilidade de

locais de nidificação, a diversidade de espécies e as condições ambientais favoráveis. Essas informações são essenciais para avaliar a saúde do ecossistema, adaptar as práticas de manejo do solo e promover a conservação das abelhas solitárias e da biodiversidade. Para além da realidade urbana, as abelhas solitárias e subsociais podem ser de maior e melhor alcance na Caatinga visto que de acordo com Zanella e Martins (2003), a maioria das espécies de abelhas registradas na Caatinga são solitárias e constroem seus ninhos no solo. Essas abelhas criam cavidades em forma de tubo, depositam o alimento em células individuais e colocam seus ovos, sem manter contato com as crias após o processo. Algumas espécies solitárias apresentam um período em que cuidam das larvas jovens, resultando em sobreposição de gerações e sendo denominadas de subsociais (p. 96).

Ainda consoante Zanella e Martins (2003), no contexto da área central da Caatinga, ainda não existem informações suficientes para identificar duas ou mais áreas de endemismo. Muitas espécies são conhecidas apenas pela localidade onde foram coletadas para sua descrição, o que pode ser mais atribuído à falta de amostragem em diferentes áreas do que a uma distribuição restrita. Entre as espécies mais coletadas, algumas parecem ter uma distribuição limitada a determinados setores da região, como é o caso de Ceblurgus longipalpis e Melipona subnitida, uma espécie social de abelha sem ferrão conhecida como jandaíra (ZANELLA; MARTINS, 2003, p. 107).

Propostas e considerações finais

A conservação do solo em meio rural e urbano pode ser abordada com uma proposta que priorize a vida microbiológica do solo, levando em consideração a importância das abelhas solitárias. Essas abelhas desempenham um papel fundamental na polinização e na manutenção da biodiversidade, sendo responsáveis por garantir a reprodução de muitas plantas, inclusive culturas agrícolas. Ao preservar e promover habitats adequados para as abelhas solitárias, como áreas com vegetação nativa e abrigos para nidificação, estamos favorecendo a diversidade microbiológica do solo, pois as abelhas solitárias contribuem para a dispersão de microrganismos e para a ciclagem de nutrientes. Além disso, ao adotar práticas de manejo sustentável, como o uso de agroecologia e agricultura orgânica, evitamos o uso excessivo de agrotóxicos e fertilizantes químicos, que podem prejudicar a vida microbiana do solo. Dessa forma, a conservação do solo em meio rural e urbano deve considerar a promoção de habitats favoráveis às abelhas solitárias e a valorização da vida microbiológica, contribuindo para a sustentabilidade dos ecossistemas e a preservação da biodiversidade.

Para uma análise do solo em meio urbano, é essencial um estudo científico, técnico e sério que vise áreas deficientes de cuidado municipal em agravamento com aspectos

meteorológicos-climáticos, bem como analisar a qualidade do solo para reflorestamento local, utilizando flora local, não exótica ao solo em Salvador. Nesse sentido, é importante que a comunidade local, aliada aos órgãos governamentais municipais de Salvador, priorizem a flora local, bem como adotar medidas que promovam sua saúde e sustentabilidade. Algumas propostas para esse cuidado incluem: Implementar práticas de manejo sustentável: Isso envolve a adoção de técnicas como compostagem, uso de adubos orgânicos, rotação de culturas e irrigação eficiente. Essas práticas auxiliam na manutenção da fertilidade do solo e na promoção de uma microbiota saudável. Reduzir a impermeabilização do solo: A impermeabilização excessiva do solo em áreas urbanas contribui para a degradação do solo e aumenta o escoamento superficial, levando à erosão. É importante priorizar a implementação de medidas para aumentar a permeabilidade do solo, como o uso de pavimentos permeáveis, jardins de chuva e áreas verdes.

Para efeito disso, a inserção de plantas exóticas em um ecossistema pode ter consequências negativas para o solo. Algumas plantas exóticas possuem características invasoras, ou seja, possuem um alto potencial de se espalhar rapidamente, dominar o ambiente e competir com as espécies nativas. Esse processo pode levar à diminuição da biodiversidade e à alteração das condições do solo. Uma das maneiras pelas quais as plantas exóticas podem envenenar o solo é através da liberação de substâncias químicas tóxicas. Algumas espécies exóticas têm a capacidade de produzir compostos químicos que inibem o crescimento de outras plantas, reduzindo a competição por recursos. Essas substâncias, conhecidas como alelopáticas, podem permanecer no solo por longos períodos e afetar negativamente a germinação e o crescimento das espécies nativas. Além disso, as plantas exóticas muitas vezes não possuem uma relação simbiótica com os microrganismos presentes no solo, o que pode afetar negativamente a atividade microbiana e a ciclagem de nutrientes. Isso pode levar a alterações na disponibilidade de nutrientes para as plantas nativas, prejudicando seu crescimento e desenvolvimento.

Uma proposta para lidar com o problema do envenenamento do solo por plantas exóticas é a implementação de um plano de manejo de espécies invasoras. Esse plano pode incluir as seguintes medidas: Identificação e monitoramento: Realizar levantamentos para identificar as espécies exóticas invasoras presentes na região e monitorar sua distribuição e impacto no solo. Remoção e controle: Desenvolver estratégias de remoção e controle das plantas exóticas invasoras, utilizando métodos adequados, como o arranquio manual, o corte, o uso de herbicidas seletivos ou o controle biológico, quando viável. E restauração ecológica que envolve promover a recuperação das áreas afetadas, por meio do replantio de espécies nativas e da restauração dos processos ecológicos do solo, como a ciclagem de nutrientes e a atividade microbiana.

Visar a promoção do reflorestamento urbano com espécies nativas: O plantio de árvores e vegetação nativa em áreas urbanas contribui para a melhoria da qualidade do solo, oferece habitat para organismos benéficos e ajuda a regular a temperatura e o ciclo da água. É importante evitar o uso de espécies exóticas invasoras, pois elas podem afetar negativamente a biodiversidade local. Gerenciar adequadamente resíduos orgânicos: A destinação adequada de resíduos orgânicos, por meio da compostagem, reduz a quantidade de resíduos enviados para aterros sanitários e fornece nutrientes valiosos para o solo. Estimular a compostagem doméstica e a criação de composteiras comunitárias pode ser uma estratégia eficaz.

Além disso, o Incentivo à agricultura urbana pode estimular a prática da agricultura urbana, como hortas comunitárias e cultivo de alimentos em espaços urbanos, oferecendo suporte técnico, acesso a recursos e áreas adequadas para o cultivo, promovendo assim a utilização sustentável do solo na cidade. Controle do uso do solo: Estabelecer regulamentações e diretrizes para o uso do solo, visando evitar a ocupação desordenada e a impermeabilização excessiva, garantindo a preservação de áreas verdes e a manutenção do equilíbrio do solo. Essas propostas podem contribuir para a conservação e a saúde do solo em diferentes áreas da cidade de Salvador, promovendo a sustentabilidade ambiental e o bem-estar da população.

Cuidar do latossolo de Salvador é essencial para a saúde e a sustentabilidade das áreas em expansão de urbanização. Ao adotar práticas de manejo sustentável, promover o reflorestamento com espécies nativas, gerenciar adequadamente os resíduos orgânicos e educar a comunidade, podemos contribuir para a conservação do solo e a melhoria do ambiente urbano. Portanto, é fundamental adotar práticas de manejo sustentável do solo e promover a conservação da caatinga, considerando tanto os aspectos econômicos, garantindo a segurança alimentar e a renda da população local, quanto os aspectos ecológicos, preservando a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos fornecidos por esse importante ecossistema.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Ologunedé, orisá príncipe que rege e guia meu *ori*. Agradeço também ao meu professor orientador deste projeto, o doutor Plínio Martins Falcão, que desde as orientações no PIBID, sombreou e guiou boa parte de meus trabalhos acadêmicos. Agradeço aos meus colegas de sala e profissão, que têm servido de suporte e direção de trabalhos acadêmicos, impulsionando com conselhos. Agradeço aos meus familiares que me dão suporte fora da academia, bem como a meu companheiro que também tem direcionado os meus estudos às áreas ambientais de forma legal e ordeira. Por fim e não

menos importante, agradeço a meu padrinho Raimundo Daltro, que tem sido uma base sólida para não desistir da graduação e dos estudos científicos.

Referências

Agência Embrapa de Informação Tecnológica (Ageitec). Brasília, 2021.

BRASIL, D. F., & Guimarães-Brasil, M. O. (2018). Principais recursos florais para as abelhas da caatinga. Scientia Agraria Paranaensis, 17, 149.

BRANCHER, K. P. T., Oliveira, M. L., Carvalho, C. F., Rocha-Filho, L. C., & Carvalho, G. H. A urbanização e abundância de recursos florais afetam as comunidades de abelhas em cidades neotropicais de médio porte. Austral Ecology (2023).

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Geomorfologia. Editora Blucher, 1974.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA.Características do Território do Sisal. Agência Embrapa de Informação Tecnológica (Ageitec). Brasília, 2021.

_____. Sistema brasileiro de classificação de solos - Neossolo Regolítico Húmico.

IBGE, Embrapa. Solos do Estado da Bahia. 2001

LIMA, Adagilson Carneiro. Externalidades econômicas e ambientais da exploração da Caatinga na microrregião de Serrinha–BA. 2008.

SILVA, E. M. B., Silva, T. J. A., Oliveira, L. B., Mélo, R. F., & Jacomine, P. K. T. Utilização de cera de abelhas na determinação da densidade do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 27, 955-959 (2003).

SILVA, M., Pinto, M., Oliveira, L., & Schlindwein, C. Apifauna (Hymenoptera, Apoidea) em uma área de restinga arbórea-mata atlântica na costa atlântica do Nordeste do Brasil. Magistra, 27(1), 110-121 (2015).

SILVA, Filipe Prado Macedo da. Território do Sisal – As políticas territoriais protegidas e a articulação governo federal e estadual: um estudo de caso da Bahia. Org.: Ortega, Antonio César; Pires, Murilo José de Souza. Ed.: IPEA. Brasília, 2016.

ZANELLA, Fernando César Vieira; MARTINS, Celso Feitosa. Abelhas da Caatinga: biogeografia, ecologia e conservação. Ecologia e conservação da Caatinga, p. 75-134, 2003.

Parte II - Geografia Física Aplicada à Gestão Territorial

Monitoramento hidrológico de nascentes nas sub-bacias do Alto e Médio curso da Bacia Hidrográfica do Mundaú, Pernambuco/Alagoas

Hydrological monitoring of springs in the sub-basins of the Upper and Middle course of the Mundaú Hydrographic Basin, Pernambuco/Alagoas

Geovânia Ricardo dos Santos
Universidade Federal de Pernambuco
Identificador Orcid: 0000-0002-5296-1175
geovaniaricardos@gmail.com

Lucas Costa da Souza Cavalcanti
Universidade Federal de Pernambuco
Identificador Orcid: 0000-0001-9096-138X
lucascavalcanti3@gmail.com

Fábio Francisco da Silva
Universidade Federal de Alagoas
Identificador Orcid: 0009-0009-0261-0375
msczootecnista2014@gmail.com

Anita Neves Santisteban
Universidade Federal de Alagoas
Identificador Orcid: 0009-0009-0467-978X
anita.santisteban@ceca.ufal.br

Resumo: O processo hidrológico das Nascentes ocorre por diversos elementos de ordem física e antropogênica. Assim, o objetivo desta pesquisa foi realizar monitoramento hidrológico de nascentes nas sub-bacias do Alto e Médio curso da Bacia Hidrográfica do Mundaú, em Pernambuco/Alagoas. Foram realizadas medições de vazão em seis nascentes, utilizando o método direto volumétrico. As intervenções antropogênicas tem modificado constantemente o contexto das nascentes, estes ambientes já não apresentam configurações naturais, sendo a interferência predominante pela pastagem e agricultura; O aumento da vazão da nascente 19CO, no Alto curso do Mundaú, nos meses de Maio, Junho e Julho, demonstrou está condicionada pela precipitação pluvial; As demais nascentes avaliadas no Alto curso não apresentaram relação expressa com os índices pluviométricos, bem como as nascentes do Médio curso; Variados elementos da paisagem podem ter influência na capacidade de vazão das nascentes, como: uso e infiltração do solo, declividade da encosta, precipitação.

Palavras-chave: Afloramento de água subterrânea. Vazão. Precipitação pluvial. Sub-bacias.

Abstract: The hydrological process of the Springs occurs due to several physical and anthropogenic elements. Thus, the objective of this research was to carry out hydrological monitoring of springs in the sub-basins of the Upper and Middle course of the Mundaú Hydrographic Basin, in Pernambuco/Alagoas. Flow measurements were carried out in six springs, using the direct volumetric method. Anthropogenic interventions have constantly modified the context of the springs, these environments no longer have natural configurations, with predominant interference by pasture and agriculture; The increase in the flow of the 19CO spring, in the Alto Mundaú course, in the months of May, June and July, demonstrated that it is conditioned by rainfall; The other springs evaluated in the Upper course did not show an express relationship with the rainfall indices, as well as the springs in the Middle course; Various landscape elements can influence the flow capacity of springs, such as: soil use and infiltration, slope slope, precipitation.
Keywords: Underground water outcrop. Flow rate. Rainfall. Sub-basins.

Introdução

Os Diferentes padrões de uso e cobertura da terra causam contrastes consideráveis nas estruturas de micro-habitat e nascentes, sendo assim, o uso da terra como uma propriedade ecológica de mesoescala, têm impacto nas estruturas ecohidrológicas e na biodiversidade em microescala das Bacias Hidrográficas. Esta consideração implica que a integração das abordagens e o mapeamento da dinâmica das nascentes in loco, são essenciais, é um importante parâmetro integrador para se compreender as diferentes configurações das paisagens onde ocorrem as nascentes (REISS e CHIFFLARD, 2015).

Como as nascentes são ambientes de interface entre o subterrâneo e o superficial, compreender os processos de exfiltração de água das nascentes é necessário, já que, um dos fenômeno de ordem que ocorre é a diferença de elevação da carga hidráulica do aquífero e da superfície terrestre, diferenças estas, de ordem geologia, quesito importante na formação dos aquíferos e, consequentemente, na acumulação e movimentação das águas subterrâneas, além de estar relacionada à qualidade das águas subterrâneas locais, devido às interações rocha-água (KHADKA e RJAL, 2020).

Compreender a dinâmica das nascentes é decifrar um dos processos que integram a multiplicidade de fatores da paisagem ao longo do trajeto da recarga à descarga. A condição hidrológica dita uma característica importante no tocante da manutenção do movimento das águas. É nesse viés – de uma abordagem multidisciplinar e multiescalar - que as nascentes devem ser compreendidas nas avaliações (TÓTH et al., 2022).

Ao considerar os processos de ordem física, ou seja os padrões de exfiltração das nascentes, nos diversos fatores, como: geológicos, geomorfológicos, hidrológicos, padrão de uso da terra, o tipo de cobertura vegetal e a estrutura ecológica, material de rocha-mãe da gênese do solo, posição da encosta e inclinação da encosta, bem como, rugosidade da superfície e a textura do solo; muitos processos chave podem ser compreendidos (REISS e CHIFFLARD, 2018), tanto em ordens de grandeza de Bacia, bem como, in situ.

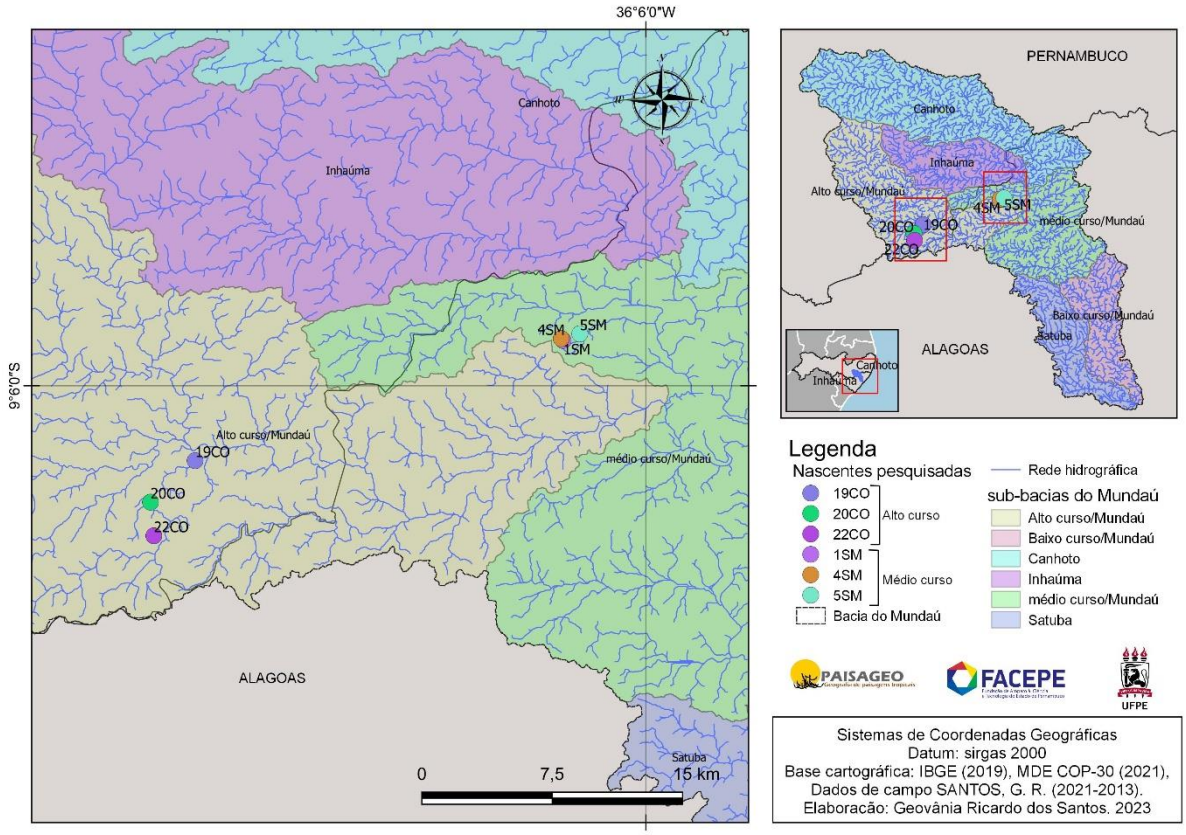
Tratando-se de ambientes muitas vezes inacessíveis, pela dificuldade acesso ao local, alta demanda financeira e equipe de pesquisa, estudos in loco em nascentes são preciosos. Particularmente, tratando-se de uma Bacia Hidrográfica interestadual, com tantos problemas de gestão ambiental, como o Mundaú. Nesse contexto, o objetivo da pesquisa foi realizar monitoramento hidrológico de nascentes nas sub-bacias do Alto e Médio curso da Bacia Hidrográfica do Mundaú, em Pernambuco/Alagoas.

Material e Métodos

A pesquisa ocorreu em três nascentes presentes no Alto curso da Bacia Hidrográfica do Mundaú, município de Correntes, Pernambuco, e três no Médio curso, no município de

Santana do Mundaú, Alagoas (Figura 1). A Bacia do Mundaú detém 54,90% (2.447,50 km^2), no Estado de Pernambuco e 45,10% (2.010,37 km²), de Alagoas, totalizando-se uma área de 4457,87 km^2 e perímetro de 382,68 km (MARCUZZO et al., 2011). A área de drenagem da BHRM envolve 31 municípios, inseridos em parte ou todo território inserido na bacia.

Figura 1- Recorte espacial das nascentes estudadas, na Bacia hidrográfica do Rio Mundaú.



Fonte: Os autores, 2023.

A Bacia do Mundaú tem sua cabeceira de drenagem iniciando em parte do território do Estado de Pernambuco, desaguando no território de Alagoas, no complexo lagunar Mundaú-Manguaba. A Bacia divide-se Alto curso, Canhoto, Inhaúmas, Médio curso, Satuba e Baixo curso (Figura 1).

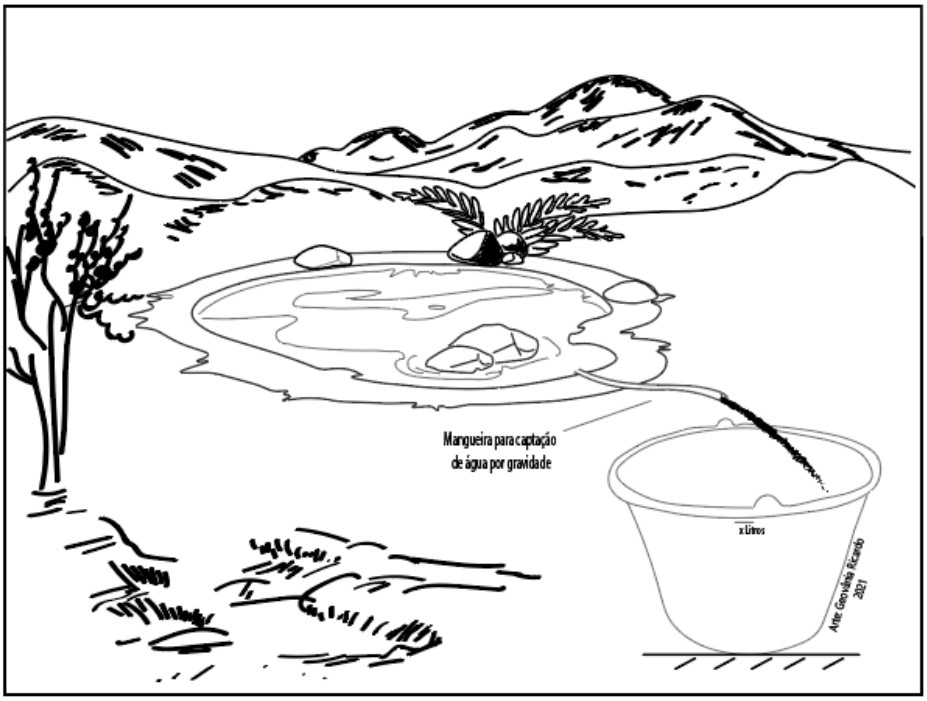
A Bacia está inserida num contexto regional do Planalto da Borborema, grande porção de litologia composta por rochas granítica, gnaisses, graníticos, do Modelado Cristalino, responsável pela drenagem das águas de Pernambuco, em direção ao oceano atlântico na parte leste alagoana (CORRÊA et al., 2010; JACOMINE et al., 1975). O clima da região de estudo é Tropical Chuvoso com Verão Seco (As'), segundo a classificação de Köppen (KÖPPEN e GEIGER, 1928).

A vegetação nativa da região é a Floresta Subperenefólia, uma formação densa, com porte na faixa de 20 m a 30 m e a Floresta Subcaducifólia, que tem um porte em torno de 20 m, uma razoável perda de suas folhas no período seco (EMBRAPA, 2012). As classes de solos predominantes são os Argissolos Vermelho-Amarelo e Argissolos Amarelo (EMBRAPA, 2018).

Foram realizados trabalhos de campo de mapeamento e identificação de três nascentes em Correntes e três nascentes em Santana do Mundaú. Foi realizado monitoramento da vazão em todas as nascentes, no período de Janeiro a Dezembro de 2022. Para monitoramento de vazão foi empregado o método direto volumétrico (TUCCI e SILVEIRA, 2009), método hidráulico para medição da velocidade de pequenos canais (Figura 2). Foi utilizado um recipiente de 0,001 m^3 para as nascentes com fluxo de água pequeno. Foi cronometrado o tempo que a água levou para atingir o volume máximo do recipiente; 6 repetições foram realizadas na medição de cada nascente.

De posse dos valores de tempo, o volume em Litros (L), foi convertido para Milímetros cúbicos (m^3), correspondendo assim, a 0,001 m^3 e 0,010 m^3, respectivamente. Os valores foram inseridos na fórmula: $Q = (v/t) \sum Q/n$. Em que: Q - a vazão média; v - o volume do testemunho (em metros cúbicos); t - o tempo (em segundos) e n - o número de repetições das medidas. Obtidos valores de vazão em metros cúbicos por segundo/minuto (m^3/s), posteriormente foram convertidos para metros cúbicos por dia (m^3/d).

Figura 2- Esquema do método volumétrico direto, para mensuração da vazão em nascentes.



Fonte: Primeira autora, 2021.

Resultados e discussões

Foram observadas em campo três nascentes no município de Correntes, no Alto curso da Bacia do Mundaú (Quadro 1) e em Santana do Mundaú, inseridas no Médio curso (Quadro 1). Estas nascentes estão inseridas num contexto de constante mudanças pelo uso e cobertura da terra, não apenas regional, a nível de Bacia, mas também a nível local, sendo predominantemente, a interferência pela pastagem e agricultura (Quadro 1). Quando há algum fragmento de vegetação nativa, se encontra distante do ambiente de nascente, como apresenta-se a nascente 5SM (Quadro 1). A intervenção antropogênica é o principal agente modificador dos processos morfogenéticos das nascentes, portanto, mediante esta interferência, leva-se em conta a concepção de nascente antropogênicas (MOURA et al., 2021), uma vez que, até mesmo sua configuração natural já se encontra modificada.

Quadro 1- Nascentes pesquisadas na Bacia do Mundaú.

Números de Nascentes	Sub-bacias do Mundaú	Municípios	Código de identificação	Localização	Uso e cobertura da terra
7	Alto curso	Correntes	19CO	Sítio São Francisco	Pastagem e agricultura
8			20CO	Sítio Situação	Pastagem
9			22CO	Sítio Capivara	Pastagem e agricultura
25	Médio curso	Santana do Mundaú	1SM	Sítio Duas Barras	Pastagem
26			4SM	Sítio Duas Barras	Pastagem
27			5SM	Sítio Duas Barras	Pastagem, agricultura e fragmento de vegetação nas proximidades

Fonte: Primeira autora, com base em dados de campo, 2023.

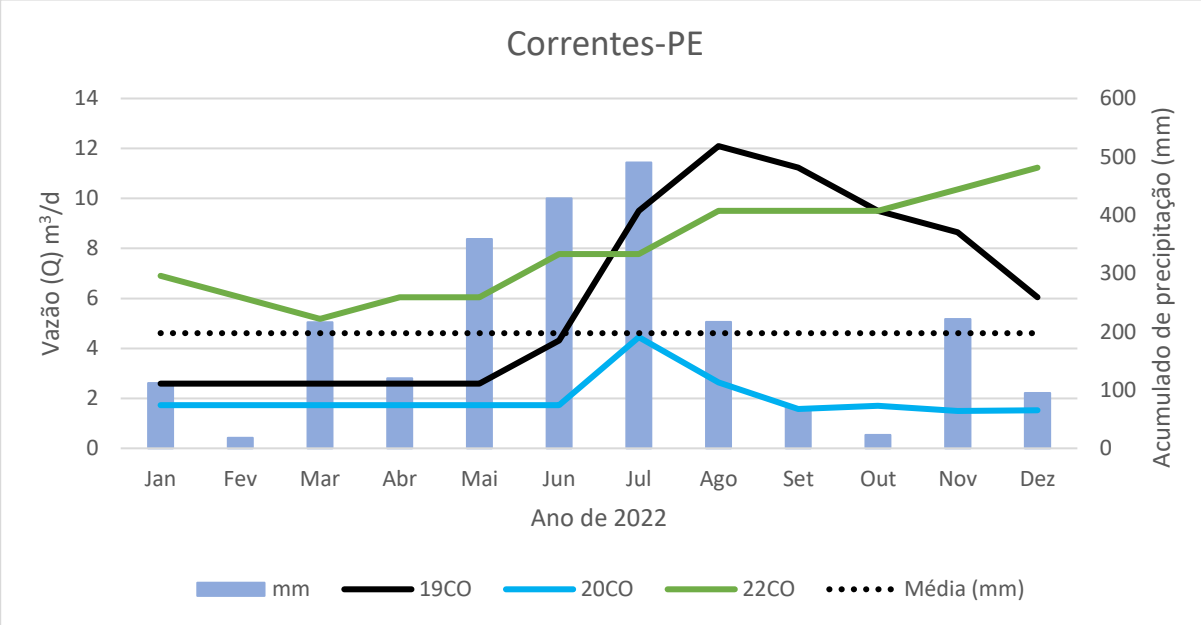
Observando-se o acumulado de precipitação pluvial (mm), durante o ano de 2022, em Correntes (Figura 3) e Santana do Mundaú (Figura 4), nota-se a variabilidade anual ao longo do período avaliado (Figura 3), sendo os meses de Maio (Acima dos 350 mm), Junho (Em torno dos 400 mm) e Julho (Próximo dos 500 mm), a ocorrência de intensidade chuvosa na região dos municípios, enquanto que, os meses de Janeiro, Fevereiro, Abril, Setembro, Outubro e Dezembro (Figura 3), foram os meses de menor intensidade de chuva, sendo abaixo da média dos 190 mm para cada região.

Considerando as comparações com os valores médios de vazão das nascentes avaliadas em Correntes, notou-se que a nascente 19CO houve aumento crescente da vazão, nos meses de Junho, com 4,32 m^3/d, Julho, com 9,50 m^3/d e Agosto, com 12,10 m^3/d, quando

houve aumento da precipitação pluvial ao longo dos meses Maio, Junho e Julho (Figura 3). Em contrapartida no mês de Agosto houve redução da precipitação em relação aos meses anteriores, enquanto a vazão se manteve alta nesta nascente; a hipótese é que a água dos meses anteriores ficou armazenada no solo, abastecendo esta nascente posteriormente, já que observa-se um declínio de vazão quando os índices pluviométricos reduziram (Figura 3).

Em relação as demais nascentes, 20CO e 22CO, não houve relação expressa com os índices pluviométricos (Figura 3). Como os ambientes de nascentes, são extremamente alterados pelo uso que se faz terra, a dinâmica hidrológica de todas as nascentes não se encontra em condições naturais, havendo diversos fatores, dentre eles o solo compactado. Silva (2020) evidência que o tipo de relevo predominante Ondulado na Bacia do Mundaú, desmatamento da vegetação nativa e erosão e manejo inadequado dos solos, favorece um escoamento acelerado, desfavorecendo assim, a infiltração da água no solo.

Figura 3- Vazão (Q) em m^3/d e precipitação pluvial (mm), nas nascentes 19CO, 20CO e 22CO.



Fonte: Os autores, 2023.

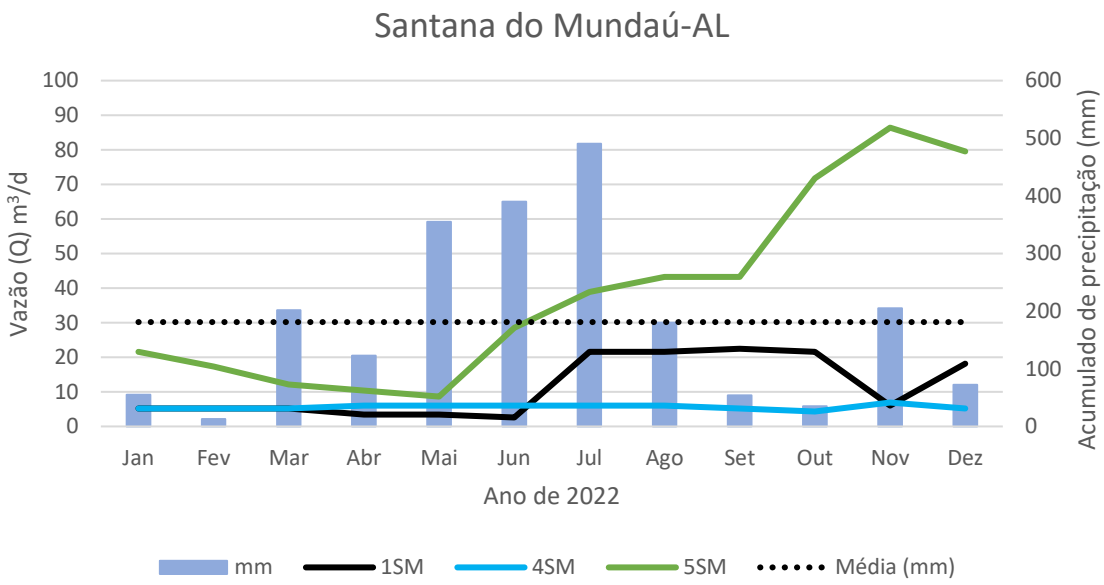
Relacionando-se a vazão das nascentes 1SM, 4SM e 5SM, em Santana do Mundaú com o acumulado de precipitação (Figura 4), constatou-se que de modo geral, que ambas as variáveis não apresentaram relação significativa.

Na nascente 5SM, os meses mais chuvosos (Maio, Junho e Julho) houve uma tendência de elevação da vazão (8,64, 28,51 e 38,88 m^3/d), respectivamente para os meses. Entretanto, nos meses posteriores (Setembro a Novembro), houve um incremento de exfiltração, chegando a um valor máximo de 86,40 m^3/d, em Novembro (Figura 4). Outras observações foram percebidas, a nascente 4SM, apresentou-se praticamente vazão

constante, com valor mínimo de 4,32 m^3/d e máximo de 6,91 m^3/d (Figura 4), enquanto a nascente 1SM, seus valores máximos ocorrem após os meses de intensa chuva (Figura 4).

Como as nascentes são ambientes de grande dinamicidade, outros fatores da paisagem, como: infiltração do solo, declividade da encosta nos ambientes que antecedem as nascentes, uso do solo (SILVA, 2020), chuvas de longa duração ou forte pancadas (MARQUES et al., 2021) seriam necessários na completação da compreensão. Ainda, Marques et al. (2021) menciona que nascentes apresentam comportamento hidrológico diverso. Também, pode ocorrer como cita Felippe et al. (2020) que o acumulado de precipitação de meses anteriores tenda a influenciar na exfiltração das nascentes em meses posteriores. Estas são algumas das variadas proposições que podem ocorrer.

Figura 4- Vazão (Q) em m^3/d e precipitação pluvial (mm), nas nascentes 1SM, 4SM e 5SM.



Fonte: Os autores, 2023.

Considerações Finais

As intervenções antropogênicas têm modificado constantemente o contexto das nascentes, estes ambientes já não apresentam configurações naturais, sendo a interferência predominante pela pastagem e agricultura;

O aumento da vazão da nascente 19CO, no Alto curso do Mundaú, nos meses de Maio, Junho e Julho, demonstrou está condicionada a precipitação pluvial;

As demais nascentes avaliadas no Alto curso não houve relação expressa com os índices pluviométricos, bem como as nascentes do Médio curso;

Variados elementos da paisagem podem ter influência na capacidade de vazão das nascentes, como: uso e infiltração do solo, declividade da encosta, precipitação.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Ciência e a Tecnologia de Pernambuco - FACEPE, pela concessão da bolsa de pós-graduação; Parcela de dados referente ao projeto submetido e aprovado no edital FACEPE 14/2020. Ao Laboratório de Aquicultura-LAQUA/UFAL, pela parceria nas análises laboratoriais.

Referências

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, v. 31, n. 1-2, p. 35-52, 2010.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. Brasília: EMBRAPA, 2018. 374 p.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Zoneamento agroecológico de Alagoas: levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Alagoas. 1. ed. Recife: EMBRAPA, 2012. 238 p.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. O estudo hidrogeomorfológico de nascentes. In.: MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. de P. (Orgs.) Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. p. 123-140.

JACOMINE, P. K. et al. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Alagoas. 1. ed. Recife: EMBRAPA, 1975, 532 p.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. 1.ed. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928. 379 p.

KHADKA, K.; RIJAL, M. L. Hydrogeochemical assessment of spring water resources around Melamchi, Central Nepal. Water Practice & Technology, Londres, v. 15, n. 3, p. 748-758, jul. 2020.

MARQUES, L. O.; VIEIRA, V. T.; FELIPPE, M. F. Monitoramento da dinâmica hidrológica de nascentes em três escalas temporais. In. XI SINAGEO, 11, 2021, Maringá. Anais... Maringá, 2021. p. 1-9.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V.; CARDOSO, M. R. D. Detalhamento hidromorfológico da Bacia do Mundaú. In: XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 19, 2011, Maceió. Anais... Maceió, 2011. p. 1-19.

MOURA, M. N.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; FELIPPE, M. F. As nascentes antropogênicas como expressões da materialidade do Antropoceno e do Tecnógeno. Cadernos do Leste, Belo Horizonte, v. 21, n. 21, jan/dez. 2021.

REISS, M.; CHIFFLARD. P. Land-use change in mountainous headwaters: different forest cover and its impact on eco-hydrological traits and biodiversity of spring habitats. In. Geophysical Research abstracts, 18, 2018, Germany: Anais... Germany, 2018. p. 1.

REISS, M.; CHIFFLARD. P. Hydromorphology and biodiversity in headwaters – na eco-faunistic substrate preference assessment in forest springs of the german subdued mountains.

In: BLANCO, J. A.; LO, Y. H.; ROY, S. (ed.) Biodiversity in Ecosystems: Linking Structure and Function. London: Intech Open, 2015. p. 205-240.

SILVA, S. de A. Análise das interações entre variabilidade climática e cobertura da terra no regime hidrológico da bacia hidrográfica interestadual do rio mundaú (Pernambuco/Alagoas). 2020. 152 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2020.

TÓTH, Á. *et al.* Springs regarded as hydraulic features and interpreted in the contexto of basin scale groundwater flow. Journal of Hydrology, Connecticut, v. 610, n. 4, p. 1-14, 2022.

TUCCI. C. E. M.; SILVEIRA, A. L. L. da. Hidrologia: Ciência e aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS. 2009. 943 p.

Sistemas hidroambientais de nascentes: um estudo in loco na Bacia Hidrográfica do Mundaú-PE/AL

Hydro-environmental systems of springs: an in loco study in the Mundaú Hydrographic Basin-PE/AL

Geovânia Ricardo dos Santos
Universidade Federal de Pernambuco
Identificador Orcid: 0000-0002-5296-1175
geovaniaricardos@gmail.com

Lucas Costa da Souza Cavalcanti
Universidade Federal de Pernambuco
Identificador Orcid: 0000-0001-9096-138X
lucascavalcanti3@gmail.com

Iaponan Cardins de Sousa Almeida
Universidade de Pernambuco
Identificador Orcid: 0000-0003-2731-8492
iaponan.cardins@upe.br

Resumo: Abordagens a respeito da definição conceitual e dinâmica das nascentes são raros, nesse contexto, o objetivo desta pesquisa foi discutir a definição conceitual e importância da dinâmica nos sistemas hidroambientais de nascentes, tal como, refletir alguns aspectos naturais em seis nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú. As nascentes são sistemas hidroambientais naturais, necessitando que novas proposições conceituais evoluam; os modelos de classificação não são uniformes para todas as nascentes, diversos elementos da paisagem devem subsidiar a configuração de cada nascente; considerando observações realizadas in loco em nascentes na Bacia do Mundaú, foram notadas a pressão urbana, intervenção da agricultura, compactação do solo, desmatamento da vegetação nativa e descaracterização natural da nascente; as nascentes, apresentam diversos padrões de configuração ante a sua exfiltração na paisagem, a particularidade entre estas são a sua perenidade de água, a precedência de uma rede hidrográfica, surgimento de modo natural e alto grau de modificação.

Palavras-chave: Afloramento de águas subterrâneas. Processos ambientais. Rede hidrográfica. Intervenção antropogênica.

Abstract: Approaches regarding the conceptual definition and dynamics of springs are rare, in this context, the objective of this research was to discuss the conceptual definition and importance of the dynamics in the hydro-environmental systems of springs, such as reflecting some natural aspects in six springs of the River Basin Mundaú. Springs are natural hydroenvironmental systems, requiring new conceptual propositions to evolve; classification models are not uniform for all springs, different landscape elements must subsidize the configuration of each spring; considering observations carried out in loco at springs in the Mundaú Basin, urban pressure, agricultural intervention, soil compaction, deforestation of native vegetation and natural de-characterization of the spring were noted; the springs, present different patterns of configuration before their exfiltration in the landscape, the particularity among these are their perenniality of water, the precedence of a hydrographic network, appearance in a natural way and high degree of modification.

Keywords: Outcrop of groundwater. Environmental processes. Hydrographic network. Anthropogenic intervention.

Introdução

As nascentes são “sistema ambiental natural em que ocorre o afloramento da água subterrânea de modo temporário ou perene, integrando à rede de drenagem superficial” (FELIPPE, 2013). Partindo da premissa sistema-nascente, é de certo a sua importante contribuição na rede de drenagem. No entanto, o conjunto de elementos que a integram está na configuração espacial e na compreensão da dinâmica ambiental, essencialmente a interface geológica, geomorfológica, hidrológica e ecológica; estes fornecem meios muito validos a classificação dos tipos de nascentes ante a paisagem (SPRINGER et al., 2008).

Considerando a gama de fatores que integram as nascentes, tanto em escalas regionais, como particularidades de microescala, como a cobertura vegetal, raízes de plantas, a permeabilidade do solo e presença de afloramento rochosos (PESCIOTTI et al., 2010), compreender estes processos é desafiador. São condições da paisagem substancialmente diferentes, que influenciam o processo de infiltração de água, fator este contribuinte no abastecimento das nascentes (OLIVEIRA et al., 2020). Alguns dos fatores, estão alicerçados em pressupostos hidrogeológicos, como os caminhos de fluxo em rochas fraturadas e descontinuidades ao longo de juntas, fraturas, zonas de cisalhamento e falhas (SINGHAL e GUPTA, 1999).

Entretanto, ante a uma visão científica unilateral, de mercantilização da natureza e de visão utilitarista da água, surge a necessidade de se investigar a realidade complexa das nascentes, a proposição de ações práticas de conservação desses ambientes – de modo urgente (FELIPPE e MAGALHÃES JÚNIOR, 2020), visto que é muito comum ver nascentes em condições precárias, poluídas e assoreadas, dentre os prejuízos está na garantia de quantidade e qualidade de água ao ecossistema, declínio das interrelações do ecossistema, diminuição da sobrevivência dos animais e plantas e até mesmo dos seres humanos, já que dependem da água (DUARTE, 2018).

Como muitos dos principais aquíferos, as águas subterrâneas que contribuem nas bacias hidrográficas estão sob risco de esgotamento, devido a intervenções humanas sob a dinâmica climática; mudança no uso da terra e as extensões das infraestruturas de desenvolvimento perturbaram a hidrologia das encostas, levando ao esgotamento ou redução do regime de fluxo das nascentes durante os meses secos (GHIMIRE et al., 2019). O homem não é apenas parte dos geoecossistemas, ele é o principal impulsionador, de modo que os fatores antropogênicos são cruciais para influenciar o estado ecológico, função e processo das nascentes (REISS, 2013).

Trabalhos teóricos e investigativos sobre nascentes são raros, o que provoca algumas lacunas nos conhecimentos. Novas perspectivas e abordagens emergem na necessidade de concepção e interpretação da importância dos processos e dinâmica

ambiental na configuração das nascentes. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi discutir a definição conceitual e importância da dinâmica nos sistemas hidroambientais de nascentes, tal como, refletir alguns aspectos naturais em seis nascentes da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú.

Sistemas hidroambientais de nascentes: definição, conceitos e classificação

Existem muitos argumentos e contra-argumentos de conceitos, classificações e abordagens acerca do entendimento das nascentes. Esses sistemas foram entendidos por muito tempo apenas a meros pontos, áreas ou fontes desconectadas da dinâmica da paisagem. Para compreender as nascentes necessita-se transpor as restrições conceituais que as relegam a conceitos e compreensões dúbias, que as limitam enquanto a sua complexidade e entendimento das relações dinâmicas. Felippe (2013) aludem que no que tange à geomorfologia, as nascentes normalmente são vistas como os pontos iniciais de drenagem dos canais superficiais, ficando, muitas vezes, ocultas em trabalhos que investigam as cabeceiras de drenagem. Ainda, Moura (2020) e Felippe (2013) apontam: há uma grande dificuldade de compreensão sobre o tema, que chega a uma constante confusão conceitual entre cabeceira e nascente.

Muitas definições são usualmente utilizadas para as nascentes; na literatura científica brasileira vê-se uma variada disparidade e dissonância em relação aos termos. Como se apresenta: “Afloramento natural do lençol freático” (BRASIL, 2012), “Olho D’Água” (CONAMA, 2005), “Fontes” (CALHEIROS et al., 2009), “Gênese do rio” (BAPTISTA, 1971), “Cabeceira de rio/local onde brota a água da superfície da terra” (GUERRA e GUERRA 2009) e Cacimbas (ABAS, 2021). Conceitos estes confusos, que de acordo com Felippe e Magalhães Júnior (2020) não se configuram como uma nascente, do ponto de vista acadêmico.

Na literatura científica, um dos conceito mais antigo na literatura, para definir as nascentes, parte de Bryan (1919) do qual refere-se que as nascentes são um local onde a água sai do solo, através dos poros em uma área considerável, e flui como córregos, alimentando rios ou em alguns casos formando “pântanos” - área alagáveis à jusante; as mesmas são continuamente reabastecidas pelas camadas subterrâneas, exceto as aberturas totalmente artificiais, como poços artesianos, estes, não são consideradas nascentes.

A partir de uma nova óptica no estudo das nascentes, novos conceitos e definições avançam nas discussões. Na proposição de uma novo conceito delimitante de nascente, Felippe (2009) leva em conta que alguns elementos devem preceder no entendimento de nascente: a) a exfiltração da água subterrânea de forma perene ou não; b) a formação de um canal de drenagem a jusante; b) a origem de forma natural das nascentes.

Considerando as nascentes inerentes a complexidade, multiescalaridade e multidisciplinariedade, o conceito proposto por Felippe (2013) reiteram: as nascentes são um “sistema ambiental natural em que ocorre o afloramento da água subterrânea de modo temporário ou perene, integrando à rede de drenagem superficial”. Conclamando aqui, a importância dos atributos internos e externos da paisagem, bem como a sua conexão entre os mesmos.

Felippe e Magalhães Júnior (2013) buscando investigar a construção conceitual das nascentes com a opinião de especialistas (painel Delphi) citam que um aspecto não consensual é a consideração das nascentes como sistemas ambientais. Uma vez que a carga teórica é extremamente densa, nesse sentido, os sistemas não são facilmente aceitos por aqueles que desconhecem seus pressupostos. Ainda segundo os autores, sob uma perspectiva mecanicista, as nascentes não poderiam ser consideradas sistemas, visto que não são constituídas de partes individualizáveis. Ademais, alguns especialistas podem sugerir que a abordagem das nascentes como sistemas ambientais apenas torna mais complexa a compreensão do termo pela sociedade.

Inegavelmente, por meio das nascentes surgem a iniciação dos canais, portanto, é um fenômeno de limiar em que a superfície ou o fluxo subterrâneo se concentra e percorre suficiente para exfiltrar e criar uma rede hidrográfica (WOHL, 2018). Assim, uma nascente pode ser relegada espacialmente ao sistema a que pertence. Destacando sua correlação com os aspectos físicos regionais ao nível de detalhamento (SILVA et al., 2022) e a sua dinâmica, quanto as características hidrológicas, estruturas geológicas, topológicas, fraturas (densidade, abertura e conectividade) e ecológicas das nascentes, variáveis que vão fornecer subsídios de classificação aos tipos de nascentes na paisagem (POURTAGHI e POURGHASEMI, 2014; SPRINGER et al., 2008).

Embora os sistemas de classificação tenham se concentrado na água até, e no, ponto de descarga, necessidades mais recentes surgiram para classificar nascentes além do ponto de descarga para caracterizar a geomorfologia do canal da nascente, o contexto biogeográfico da nascente, biota associada, e valores culturais, usos e gestão. A falta de um sistema abrangente de classificação de nascentes resultou em inventários, avaliações ecológicas e medidas de conservação insuficientes e inadequadas para esses ecossistemas (SPRINGER et al., 2008).

Springer et al. (2008) mencionam que os sistemas de classificação variaram de acordo com as necessidades de classificação e a quantidade e qualidade das informações coletadas sobre as nascentes. Nesse sentido os modelos não são uniformes para todas os ambientes de nascentes na superfície terrestre.

Valente & Gomes (2005) propuseram uma classificação básica para as nascentes, enquadrando-as quanto à sua origem geológica e sua vazão. Em relação a sua origem podem ser compreendidas por: 1) lençóis freáticos (apenas depositados sobre as camadas impermeáveis), 2) artesianos (confinados entre duas camadas impermeáveis), podendo surgir por contatos das camadas impermeáveis com a superfície, 3) afloramento dos lençóis em área de depressão de terreno, 4) falhas geológicas ou 5) por canais cársticos.

Ainda segundo os autores, as nascentes de contato/encosta e as de depressão (Quadro 1) são mais comuns, são provenientes de lençóis freáticos. As nascentes de encostas, normalmente surgem no sopé dos morros, já as de depressão podem aflorar em pontos de borbulhamento bem definidos, conhecidos com olhos d'água ou por pequenos vazamentos superficiais espalhados por uma área que se apresenta encharcada, sendo conhecida com nascentes difusas. As originadas de lençóis artesianos (Quadro 1), podem ocorrer em encostas, aflorando entre duas camadas impermeáveis, responsáveis pelo confinamento dos lençóis. Por fim, as nascentes de falhas geológicas (Quadro 1) ocorrem em pequenas falhas geológicas, onde água aflora entre as fissuras da rocha e de rochas cársticas (Quadro 1), por meio de canais e galerias formadas em rochas carbonatadas, que podem ser alimentadas pela água da chuva.

Quadro 1- Classificação de nascentes quanto à origem geológica.

Origem geológica	Nascentes	Características
Lençóis freáticos	Encosta	Sobre as camadas impermeáveis/ surgem no sopé dos morros
	Depressão	Ocorrem em áreas de depressão, aflorando em pontos de borbulhamento ou encharcamento do solo
	Difusas	Pequenos vazamentos superficiais, formando olhos d'águas ou encharcamento do solo
Artesianos	Lençóis artesianos	Podem ser de contato/encosta, ocorrendo em regioes montanhosas, com fortes declives. O afloramento se dá entre duas camadas impermeáveis, que confinam os lençóis
Falhas geológicas	Falhas geológicas	Provenientes de pequenas falhas geológicas, a água pode aflorar entre essas fissuras
Rochas cársticas	Rochas cársticas	Ambientes de rochas carbonatadas/Formação de canais e galerias, alimentadas pela água da chuva, através de dolinas

Fonte: Valente & Gomes (2005).

A utilização de modelos matemáticos e algoritmos estatísticos é o que há de significativo no estudo fornecedores e tomadores de decisão na classificação de nascentes. O estudo de Felippe (2009) emerge com a proposta de reclassificação de nascentes pela estimativa estatística de máxima verossimilhança, método "grade of membership" – GoM, que

se baseia na teoria dos conjuntos nebulosos, considerando uma variedade de critérios característicos de modo relacional (morfologia da nascente, tipo de exfiltração, existência de contato, vazão média anual, razão de vazão, migração, profundidade média do manto geológico, posição dos afloramentos rochosos e sazonalidade). A partir da combinação de valores atribuídos a cada critério, uma nova nomenclatura foi elaborada pelo autor, dito: k1 - freática, k2 - dinâmica, k3 - sazonal erosiva, k4 - flutuante, k5 - sazonal de encosta e k6 - antropogênica.

Diversas classificações no âmbito científico constam na literatura, a classificação do comportamento das nascentes tem apoiado-se na hidrogeologia – embora não seja a única - muitas tentativas têm sido empregadas de modo a produzir uma classificação adequada.

Dinâmica ambiental dos processos subterrâneos e subsuperficiais nos sistemas de nascentes

Como mencionado anteriormente, os sistemas ambientais das nascentes, há a iniciação de pequenos fluxos de canais e esses processos, geralmente, estão intimamente conectados aos processos hidrológicos de encosta (KAMPF e MIRUS, 2013). Há questões pertinentes no processo dinâmico das nascentes; a dinâmica de exfiltração de água ocorre pela diferença de elevação da carga hidráulica do aquífero e da superfície terrestre. Nessa questão, a geologia é um quesito importante na formação dos aquíferos e, consequentemente, na acumulação e movimentação das águas subterrâneas, além de estar relacionada à qualidade das águas subterrâneas locais, devido às interações rocha-água (KHADKA e RIJAL, 2020).

A Existência de uma nascente decorrente de diversos e complexos processos de exfiltração, entre o nível freático e a superfície, como: a presença de fraturas e falhas, raízes, camadas do solo ou rochas com diferentes permeabilidades, além de afloramentos rochosos a jusante ou a montante da nascente, que induzem o processo de afloramento da água subterrânea (PESCIOTTI et al. 2010).

No processo de infiltração, o relevo, elemento importante no processo de ocorrência das nascentes, influencia no transporte e sedimentação fluvial, de maneira geral, quanto mais declive no solo, menor o tempo de oportunidade na ocorrência do processo de infiltração e recarga do lençol superficial, contribuindo para a redução de disponibilidade nas camadas profundas do solo e dos aquíferos. Outro fator a se destacar são os diferentes tipos de solo que influenciarão os valores dos atributos físico-hídricos do solo (OLIVEIRA et al., 2018). Demonstrando aqui a fundamental contribuição das nascentes no início da rede fluvial.

Os processos de ordem física nas nascentes, como os geológicos, geomorfológicos e hidrológicos, determinam os tipos de estruturas hidrológicas. Ao saber, as propriedades da

bacia, o padrão de uso da terra, o tipo de cobertura vegetal e a estrutura ecológica, material de rocha-mãe da gênese do solo, posição da encosta e inclinação da encosta, rugosidade da superfície e a textura do solo (REISS & CHIFFLARD, 2015). Notando-se aqui a multiplicidade de temas investigativos acerca das nascentes e que compõem sua estrutura e dinâmica ambiental.

Interação dos processos ambientais na qualidade da água das nascentes

A qualidade da água das nascentes pode ser atribuída pela interação das águas superficiais e subterrâneas, mas principalmente é influenciada pelas práticas locais de eliminação de resíduos e descarga de águas residuais, já que as toxinas podem penetrar através do solo e das rochas nos recursos hídricos subterrâneos, resultando em mudanças físicas e substanciais na qualidade da água (DAGHARA et al., 2019). A estrutura do ciclo hidrológico permite a mudança de estado físico e permite o contato com diferentes ambientes; dentro das etapas do ciclo é conferida uma natureza química à água (PIRATOBA et al., 2017).

Natureza esta, que confere à água qualidades, caracterizada por vários parâmetros, como: pH, sólidos totais, sólidos totais dissolvidos, sólidos totais suspensos, alcalinidade, CO_2 livre, oxigênio dissolvido, dureza, teor de cloro, teor de sódio, e tantos outros, como teor de nitrogênio do solo, restos de plantas, efluentes industriais e produtos químicos, infiltração e silagem através do sistema de drenagem. Além de contaminação mais nocivas à saúde humana, a exemplo do nitrato, que resulta de dejetos humanos e animais (DAGHARA et al., 2019).

Segundo o Conama (2005), órgão regulador da qualidade da água, os valores devem estar em limiares aceitáveis dentro dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos avaliáveis. Santos et al. (2009) destacam a importância do monitoramento da qualidade das águas, de modo a prevenir problemas nocivos à saúde humana e aos ecossistemas. A periodicidade de avaliação, segundo Nascimento et al. (2019) é necessário ser realizada de modo a garantir o grau de potabilidade ao uso da água destinada, conforme estabelece os principais órgãos competentes e o Ministério da Saúde.

Uma vez mencionado a inferência das propriedades fisiográficas da paisagem e antrópicos sobre a qualidade da água das nascentes, verifica-se a sensibilidade e a necessidade de compreensão das nascentes ante aos processos de relação com os cursos fluviais dentro da bacia hidrográfica. Deste modo, a qualidade da água é apenas um átimo a ser estudado, numa infinidade de questões acerca da dinâmica ambiental das nascentes. De acordo com Maia et al. (2021) desde os sistemas de nascentes são nos sistemas de nascentes que são catalisadas pressões e impactos existentes na bacia de contribuição; ainda que transmita um panorama parcial e que demande a complementação com dados ambientais

de outras naturezas, o estado da água de nascentes e cursos d'água de baixa ordem podem contribuir com a gestão e proteção destes ambientes.

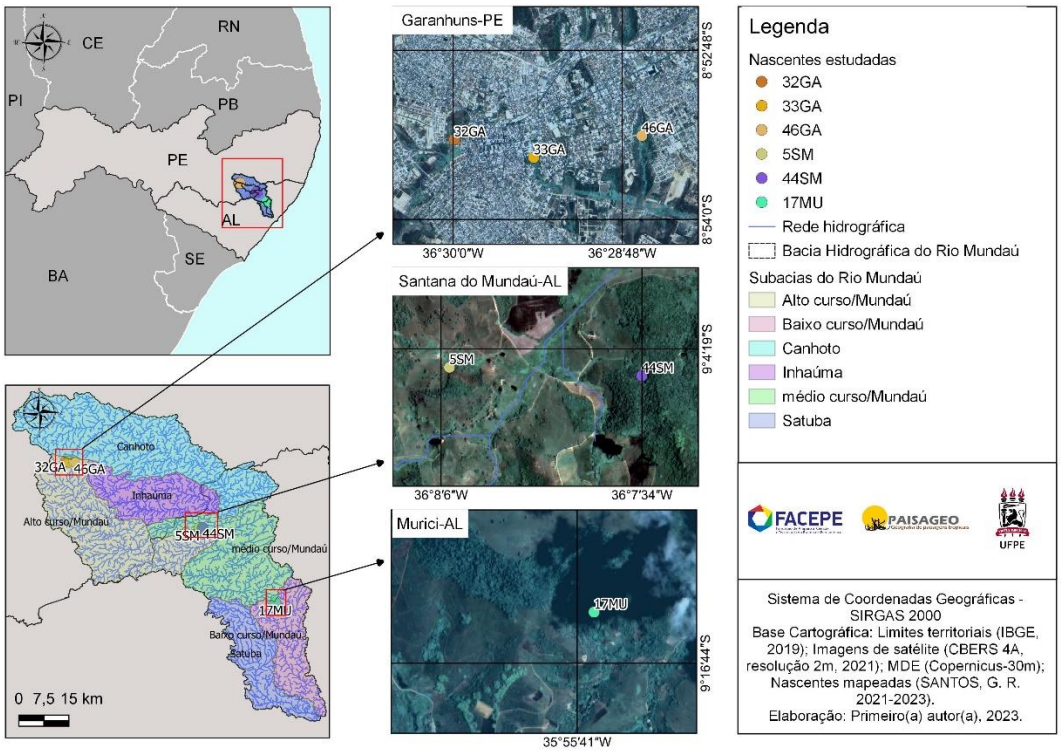
Parte das nascentes existentes surgem em ambientes de configuração urbana e rural, mesmo tratando-se de ambientes distintos, os impactos e alterações são semelhantes. A intervenção antropogênica - dada pela intervenção humana - é o principal agente modificador dos processos morfogenéticos das nascentes. Entende-se atualmente na ciência que o homem é capaz de interferir direta ou indiretamente nos processos geomorfológicos da paisagem, sobretudo o no sistema de nascente. Portanto, mediante esta interferência, leva-se em conta a concepção de nascente antropogênicas (MOURA et al., 2021). De acordo com Felippe et al. (2013) as nascentes antropogênicas são formadas pela ação humana na morfologia da superfície, as alterações podem causar exfiltração em locais onde, originalmente, esse processo não ocorreria, criando-se as condições necessárias para a formação de uma nascente.

Caracterização e configuração espacial de nascentes: um estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú

Refletindo sobre conceito e dinâmica na configuração hidroambiental de nascentes anteriormente, foram detalhados alguns aspectos naturais de modo a caracterizar as diferenças locais espacial em seis nascentes pesquisadas no arranjo das sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú. Arranjo este influenciado pelo arcabouço estrutural, nos seus diversos padrões de drenagem: no Alto curso – cristas e relevos residuais, com padrão de drenagem dendrítica; já no Médio curso – prenominam rochas metamórficas, de arcabouço moderadamente a intensamente fraturado, com padrão de drenagem treliça; enquanto que no Baixo curso – situam-se na transição da Depressão Periférica da Borborema e os Depósitos Sedimentares do Quaternário, onde seu padrão de drenagem, ora ocorre paralela, ora treliça (GOMES, 2015).

Em conformidade a cada característica pertinente na Bacia, as nascentes identificadas com número e siglas relativas ao município de localização, foram: 32GA, 33GA e 46GA, no Alto curso do Mundaú, 6SM e 44SM, Médio curso e 17MU, Baixo curso (Figura 1), nos municípios de Garanhuns, Santana do Mundaú e Murici, respectivamente. As nascentes estudadas com localização em Garanhuns, encontram-se no perímetro urbano, enquanto que as demais em ambientes rurais.

Figura 1- Recorte espacial da pesquisa, nas nascentes localizadas no Alto, Médio e Baixo Curso do Mundaú.

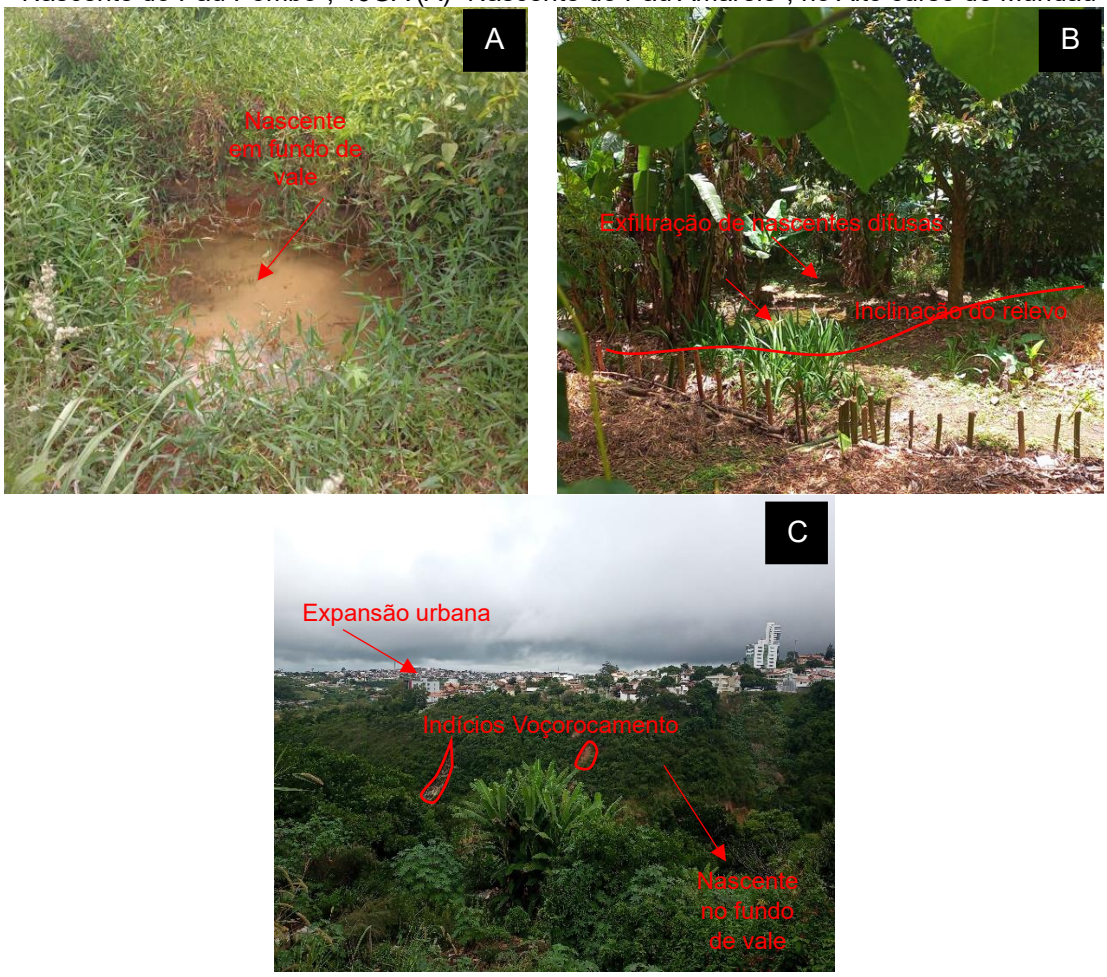


Fonte: Os autores (2023).

Situada na Cimeira estrutural Pernambuco-Alagoas (CORRÊA et al., 2010), as nascentes 32GA, 33GA e 46GA (Figura 2A, B e C) que ocorrem na região de Garanhuns exfiltram em condições diferenciadas, geológica, hidrológica, geomorfológica e antrópica. As três mapeadas nesta pesquisa, são apenas algumas, de outras nascentes existentes em torno na cidade. Especificamente, as nascentes 32GA, 33GA e 46GA, surgem em feições topográficas de fundo de vale (Figura 2A, B, C, Tabela 2), antecedidas de encostas com ocupações urbanas nos topos. Nestes ambientes de encosta, processo erosivos do solo são evidentes, como voçorocamento; também se constatou que parte das águas provindas de esgoto transcorrem para dentro dos vales (Figura 2A).

Esta região da sub-bacia do Alto curso da Bacia Hidrográfica do Mundaú, há um diferencial hidrológico em relação a suscetibilidade de águas subterrâneas. Em virtude desta região encontrar-se numa unidade litológica denominada: Unidade Quartzítica de Garanhuns, constituída por rochas quartziticas, metarcósios e grauvacas, capeadas por um manto de intemperismo arenoso que chega a ultrapassar 40m de espessura. Esse depósito recente desempenha importante papel como aqüífero, sendo portador de água de qualidade mineral (PERNAMBUCO, 1998).

Figura 2- Ambiente de exfiltração das nascentes 32GA (C) “Nascente Vila Maria”, 33GA (B) “Nascente do Pau Pombo”, 46GA (A) “Nascente do Pau Amarelo”, no Alto curso do Mundaú



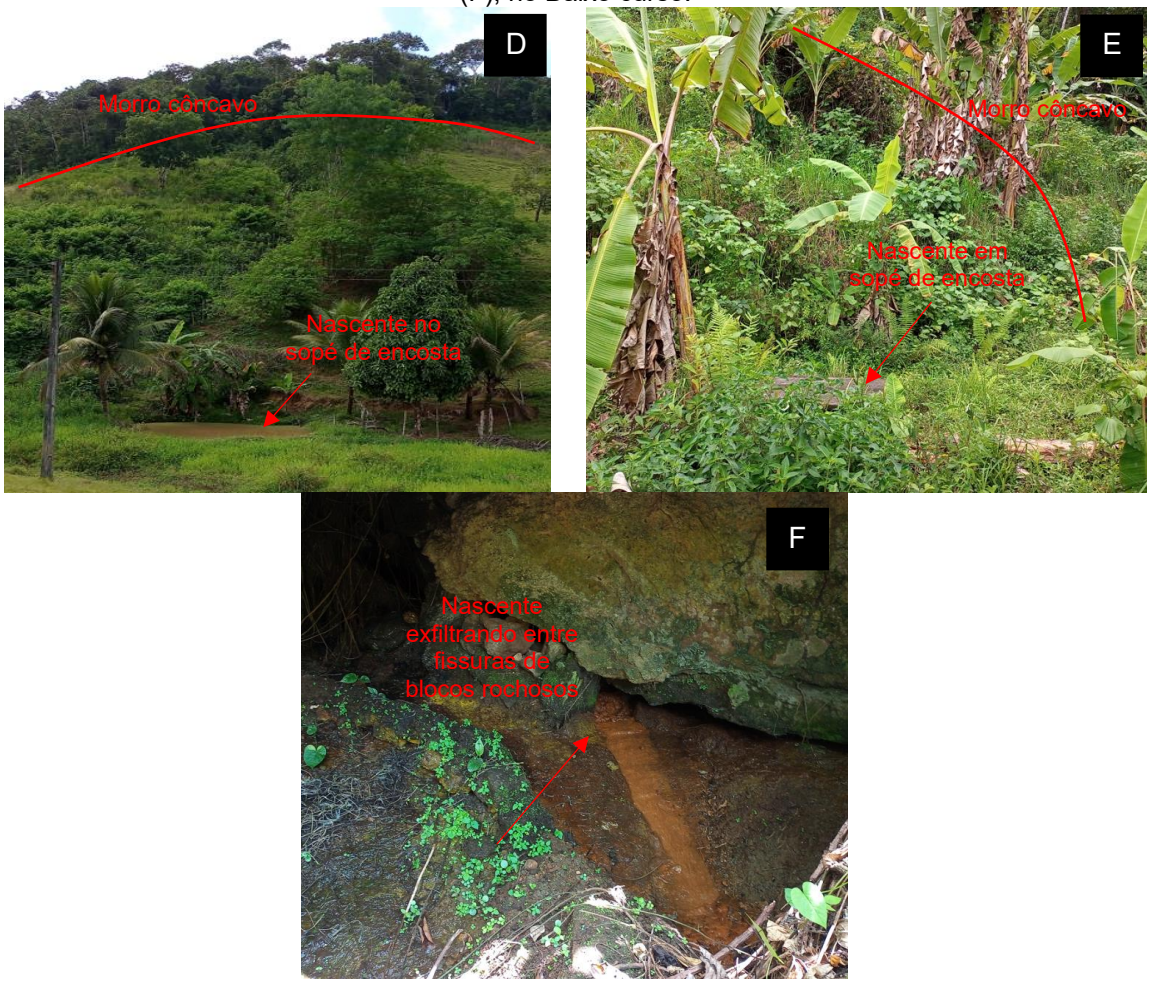
Fonte: Primeiro autor, dados de campo (2021-2023).

A configuração da paisagem das nascentes 5SM e 44SM (Figura 3D e E), no Médio curso do Mundaú, é distinta das demais. No contexto geral, ocorrem em ambientes de relevo ondulado a forte ondulado e nos sopés de encostas (Figura 3D e E) e em sua litologia estão sobre um bloco extenso de Monzonito, Granodiorito, Granito, Grabro e Diorito (CPRM, 2021). São nascentes presentes em ambientes rurais, de intensa atividade agrícola e compactação do solo. Estas nascentes já se encontram bastante alteradas na sua característica natural, como por exemplo a abertura dos sedimentos da nascente com ferramentas manuais, cercamento das nascentes com alvenaria e retirada total da vegetação nativa, restando em alguns casos, apenas na parte do topo dos morros – distante das nascentes.

Com relação a nascente 17MU, no Baixo curso do Mundaú, exfiltra entre uma cavidade de blocos rochosos fissurados (Figura 3F). A litologia da região é composta de Ortognaisse granítico, Ortognaisse granodiorítico, Metadiorito, Migmatito e Ortognaisse tonalitico (CPRM, 2021). Em relação ao relevo, estão situadas numa unidade desnudacional

rochosa de encosta. No entorno, encontra-se num ambiente de transição entre agricultura e vegetação nativa, esta última, presente no topo do morro.

Figura 3- Ambiente de exfiltração das nascentes 5SM (D), 44SM (E), no Médio curso e 17MU (F), no Baixo curso.



Fonte: Primeiro autor, dados de campo (2021-2023).

Em síntese as características pertinentes a cada nascente pesquisadas, as nascentes 32, 33 e 46GA, encontram-se numa unidade geomórfica de Fundo de vale (Quadro 2). O tipo de exfiltração, geralmente, é Difusa, exfiltrando em diversos ambientes, apenas a 46GA não foi verificado. Quanto a vazão, chamam atenção pelo grande volume de água; a nascente 32GA chega a valores de 19.800 Litros por hora (L/h). As demais nascentes não foram realizadas medições, embora, visualmente nota-se também a grande quantidade de água, a formação de mais de um canal fluvial de 1ª ordem. A sazonalidade de todas é perene durante ano inteiro.

As nascentes 5SM e 44SM ocorrem numa unidade geomórfica de Sopé de encosta, exfiltração do tipo pontual e sazonalidade Perene. Em relação a vazão, só foi possível realizar medição da nascente 5SM - em torno de 2.999 L/h (Quadro 2). Por fim, a nascente 17MU

(Quadro 2), encontra-se numa unidade de Desnudação de encosta, exfiltrando numa Cavidade rochosa, de modo pontual na fratura da rocha. A vazão média é de 615.92 L/h e a sazonalidade também é Perene.

Sob diversas formas de ocorrer na paisagem, as nascentes apresentam padrões distintos diante sua dinâmica. Ao considerar-se suas características e processos dinâmicos ante a paisagem, considera-se que nascentes não são apenas meros locais pontuais de disponibilidade de água ou apenas em os aspectos de qualidade de água; são sistemas ambientais (FELIPPE, 2013), em constante consonância com as mudanças da paisagem. Compreender as particularidades das nascentes é importante no entendimento da Bacia Hidrográfica. Sua complexidade se materializa no reconhecimento da condição espacial da nascente e também a sua condição ambiental, na grande diversidade de contextos morfológicos, pedológicos, geológicos e hidrológicos (FELIPPE e MAGALHÃES JÚNIOR, 2013).

Quadro 2- Características de cada nascente estudada.

Nascentes	Unidade geomórfica	Tipo de exfiltração	Vazão* (L/h)	Sazonalidade de água
32GA	Fundo de vale	Difusa	19.800[a]	Perene
33GA	Fundo de vale	Difusa	-	Perene
46GA	Fundo de vale	-	-	Perene
5SM	Sopé de encosta	Pontual	2.999[b]	Perene
44SM	Sopé de encosta	Pontual	-	Perene
17MU	Desnudação de encosta/cavidade rochosa	Pontual/Fratura	615,92[c]	Perene

Fonte: Os autores (2023). *Com base em dados pessoais, através de método Direto volumétrico.
a – Medição da vazão realizada em fevereiro de 2022; b – Outubro de 2022; c – Outubro de 2021.

Considerações finais

As nascentes são sistemas hidroambientais naturais, com relação de multiescala, multidisciplinar e complexa como parte integrante da paisagem, necessitando que novas proposições conceituais evoluam de modo a transpor concepções conceituais restritas;

Os modelos de classificação não são uniformes para todas as nascentes, partindo do entendimento de complexidade e dinâmica ambiental, diversos elementos da paisagem, como geomorfologia, geologia, ecologia, hidrologia e as ações de transformação humana, devem subsidiar a configuração de cada nascente;

Considerando observações realizadas in loco em nascentes do Alto, Médio e Baixo curso da Bacia do Mundaú, foram notadas a pressão urbana, intervenção da agricultura, compactação do solo, desmatamento da vegetação nativa e descaracterização natural da nascente, como principais aspectos antropogênicos;

As nascentes pesquisadas, 32GA, 33GA, 46GA, 5SM, 44SM e 17MU, apresentam diversos padrões de configuração ante a sua exfiltração na paisagem, a particularidade entre estas são a sua perenidade de água, a precedência de uma rede hidrográfica, surgimento de modo natural e alto grau de modificação.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Ciência e a Tecnologia de Pernambuco - FACEPE, pelo incentivo por meio da bolsa de estudo. Projeto submetido e aprovado no edital FACEPE 14/2020. À Secretaria de Desenvolvimento Rural e Meio Ambiente de Garanhuns, pela parceria de campo.

Referências

ABAS – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Poços para captação de água. Disponível em: <https://www.abas.org/pocos-para-captacao-de-agua/>. Acesso em 06 nov. 2021.

BRASIL. Lei n. 12.651, de 25 de maio de 2012. Diário Oficial da União, Brasília, DF, Ano CXLIX, n. 102, 28 maio 2012. Seção 1, p.1. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em 20 de Outubro de 2021.

BRYAN, K. Classifcation of Spring. The jornal of Geology. Nebraska, v. 27, n. 7, p. 522-561, oct/nov. 1919.

BAPTISTA, J. G. Geografia física do Piauí. 2 ed. Teresina: Comepi, 1981. 366 p.

CALHEIROS, R. O.; TABAI, F. C. V.; BOSQUILIA, S. V.; CALAMARI, M. Preservação e recuperação das nascentes. 1. ed. São Paulo: Secretaria Estadual do Meio Ambiente, 2009.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, v. 31, n. 1-2, p. 35-52, jan/dez. 2010.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Diário Oficial da União, nº 53, 18 de março de 2005, p. 58-63.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Mapa Geológico da Província da Borborema. Brasília: CPRM, 2021. Escala: 1:1.000.000.

DAGHARA, A.; AL-KHATIB, I. A.; AL-JABARI, M. Quality of Drinking Water from Springs in Palestine: West Bank as a Case Study. Journal of Environmental and Public Health, London, v. 2 n. 6, p. 1-7, jun. 2019.

DUARTE, J. P. P. Importância e função das nascentes nas propriedades rurais: uma análise conceitual dos cinco passos para sua proteção. In. IX Congresso Brasileiro de Gestão ambiental, 9, 2018, São Bernardo do Campo. Anais... São Bernardo do Campo, 2018. p. 1-9.

GOMES, D. D. M. Geoprocessamento aplicado à análise e zoneamento dos sistemas ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú. 2015. 240 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, 2015.

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. Novo dicionário geológico-geomorfológico. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 648 p. 2009.

GHIMIRE, M.; CHAPAGAIN, P. S.; SHRESTHA, S. Mapping of groundwater spring potential zone using geospatial techniques in the Central Nepal Himalayas: A case example of Melamchi–Larke area. Journal Earth Systems Scienc, Mumbai, v. 128, n. 26, feb-dec, 2019.

FELIPPE, M. F.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P. O estudo hidrogeomorfológico de nascentes. In.: MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; BARROS, L. F. de P. (Orgs.) Hidrogeomorfologia: formas, processos e registros sedimentares fluviais. 1. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020. p. 123-140.

FELIPPE, M. F.; JÚNIOR MAGALHÃES, A. P.; PESCIOTTI, H.; SILVA, L. C. L. da Nascentes antropogênicas: processos tecnogênicos e hidrogeomorfológicos. Revista Brasileira de Geomorfologia, Curitiba, v. 14, n. 4, p. 279-286, out/dez, 2013.

FELIPPE, M. F. Gênese e dinâmica de nascentes: contribuições a partir da investigação hidrogeomorfológica em região tropical. 2013, 254 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

FELIPPE, M. F. Caracterização e tipologia de nascentes em unidades de conservação de Belo Horizonte - MG com base em variáveis geomorfológicas, hidrológica e ambientais. 2009. 275 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2009.

KAMPF, S; MIRUS, B. B. Subsurface and Surface Flow Leading to Channel Initiation. In: SHRODER, J.; WOHL, E. Tratado sobre Geomorfologia. San Diego: Academic Press, 2013. p. 22-42.

KHADKA, K.; RIJAL, M. L. Hydrogeochemical assessment of spring water resources around Melamchi, Central Nepal. Water Practice & Technology, Londres, v. 15, n. 3, p. 748-758, jul. 2020.

MAIA, C. de O. et al. A qualidade da água de nascentes e cursos fluviais de baixa ordem como indicador de desafios de gestão de parques urbanos em Belo Horizonte/MG. Caderno de Geografia, Belo Horizonte, v. 31, n. 64, jan/mar. 2021.

MOURA, M. N.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; FELIPPE, M. F. As nascentes antropogênicas como expressões da materialidade do Antropoceno e do Tecnógeno. Cadernos do Leste, Belo Horizonte, v. 21, n. 21, jan/dez. 2021.

MOURA, M. N. de. Qualidade ambiental de nascentes: proposta metodológica. 2020. 231 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Ciências Exatas, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2020.

NASCIMENTO, A. M. A. do; SANTOS, A. dos; ALVES, G. do N.; MEDEIROS, P. R. P. Limnologia aplicada à análise de água em duas nascentes do Povoado Baixa da Areia, Alagoas. Revista Brasileira de Geografia, Recife, v. 12, n. 2, p. 574-591, jun/dez. 2019.

OLIVEIRA, A. S de; SILVA, A. M. da; MELLO, C. R. de. Dinâmica da água em áreas de recarga de nascentes em dois ambientes na região Alto Rio Grande, Minas Gerais. Eng. Sanit Ambiental, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 59-67, jan/fev. 2020.

OLIVEIRA, A. S. de; SILVA, A. M. da; MELLO, C. R. de. Dinâmica da água em áreas de recarga de nascentes em dois ambientes na Região Alto Rio Grande, Minas Gerais. Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v. 25, n. 1, p. 59-67, jan/fev. 2018.

PESCIOTTI, H. A.; COELI, L.; LAVARINI, C.; FELIPPE, M. F.; MAGALHAES JÚNIOR, A. Estudo morfológico e ambiental de nascentes em parques urbanos de Belo Horizonte-MG. In: VIII Simpósio Nacional De Geomorfologia, 8., 2010, Recife. Anais... Recife, 2010. p. 1-14.

PERNAMBUCO – GOVERNO DO ESTADO DE PERNAMBUCO. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco. Pernambuco: MMA, 1998. 269 p.

POURTAGHI, Z. S.; POURGHASEMI, H. R. GIS-based groundwater spring potential assessment and mapping in the Birjand Township, southern Khorasan Province, Iran. Hydrogeology journal, Switzerland, v. 22, n. 3, p. 643-662, may. 2004.

PIRATOBA, A. R. A. et al. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, PA, Brasil. Ambiente & Água - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, Taubaté, v. 12, n. 3, p. 435- 456, may/jun. 2017.

REISS, M. An integrative hierarchical spatial framework for spring habitats. Journal of Landscape Ecology, Warsaw, v. 6, n. 2, p. 65-77, feb. 2013.

REISS, M.; CHIFFLARD. P. Hydromorphology and Biodiversity in Headwaters – An Eco-Faunistic Substrate Preference Assessment in Forest Springs of the German Subdued Mountains. In: BLANCO, J. A.; LO, Y. H.; ROY, S. (ed.) Biodiversity in Ecosystems: Linking Structure and Function. London: Intech Open, 2015. p. 205-240.

SANTOS, G. D.; SANTOS, J. L. O.; LEITE, O. D. Variação espaço-temporal da qualidade da água nos canais de irrigação do Projeto Formoso em Bom Jesus da Lapa – Bahia. RA'EGA, Curitiba, v. 16, n. 3, p. 1-11, jan/dez. 2019.

SILVA, J. V. M. da; NASCIMENTO, R. L.; FÉ, M. M. de M. Aspectos geológicos e hidrogeomorfológicos das nascentes d'água do município de Crato, região metropolitana do Cariri, Ceará. In: XIII SINAGEO : geomorfologia : complexidade e interescalaridade da paisagem, 13., 2022, São José dos Campos. Anais... São José dos Campos: Comum Design, 2022. p. 3583-3596.

SPRINGER, A. E.; STEVENS, L. E.; ANDERSON, D.; PARNELL, R. A.; KREAMER, D.; FLORA, S. A. A comprehensive springs classification system: integrating geomorphic, hydrogeochemical, and ecological criteria. *In:* STEVENS, L. E.; MERETSKY, V. J. (ed.) Aridland Springs in North America: Ecology and Conservation. Tucson: University of Arizona Press, 2008. p. 49-75.

SINGHAL, B. B. S.; GUPTA, R. P. Applied hydrogeology of fractured rocks. 1. ed. Roorkee: Department of Earth Sciences, 1999. p. 400.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras. 1. ed. Viçosa: Aprenda Fácil. 2005. 210 p.

WOHL, E. The challenges of channel heads. Earth-Science, Colorado, v. 185, n. 10, p. 649-664, oct. 2018.

Levantamento físico ambiental integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Jacu: Contribuições para gestão interestadual

Integrated physical environmental survey of the Jacu River Basin: Contributions to interstate management

Marlon Nelo de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0009-0002-5944-1145
marlonnelo282@gmail.com

Juliana Felipe Farias
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0000-0002-0185-2411
juliana.farias@ufrn.br

Gabriella Cristina Araújo de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0000-0002-4228-1934
limagabriella8@gmail.com

Luana de Holanda Viana Barros
Universidade Federal do Rio grande do Norte
Identificador Orcid:0009-0004-4129-4428
luana.barros.093@ufrn.edu.br

Resumo: As bacias hidrográficas são importantes unidades de planejamento territorial, o que desponta como um desafio para a sociedade quanto à gestão e manutenção dos recursos naturais. Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo fornecer um levantamento físico-ambiental integrado da bacia identificando os principais desafios para a gestão interestadual. Na metodologia da pesquisa foi aplicada a análise geoecológica em três fases: organização e inventário, análise e diagnóstico. A partir da análise integrada tentamos mostrar as principais estruturas e composições naturais da BHRJ, para assim poder viabilizar a discussão sobre pontos importantes, como utilização da água, criação de um comitê, o processo de erosão dos solos ocorrentes na bacia e a falta de um planejamento ambiental integral, a respeito de sua gestão territorial.

Palavras-chave: Bacias Hidrográficas, Recursos Naturais, Gestão Territorial.

Abstract: The river basins are important territorial planning units, which emerges as a challenge for society regarding the management and maintenance of natural resources. In this context, this article aims to provide an integrated physical-environmental survey of the basin, identifying the main challenges to interstate management. In the research methodology, geoecological analysis was applied in three phases: organization and inventory, analysis and diagnosis. From the integrated analysis, we tried to show the main structures and natural compositions of the BHRJ, in order to enable the discussion on important points, such as water use, creation of a committee, the process of erosion of the soils occurring in the basin and the lack of an integral environmental planning, regarding its territorial management.

Keywords: Hydrographic Basins, Natural Resources, Territorial Management.

Introdução

A partir dos anos de 1960 o debate ambiental começa a ganhar grandes proporções em nível mundial no que diz respeito à sustentabilidade e manutenção dos ecossistemas. Tal perspectiva emerge em um momento em que diversos problemas ambientais, como poluição,

erosão, desmatamento, entre outros, começam a vir à tona em virtude do desenvolvimento econômico pautado na utilização predatória dos recursos naturais.

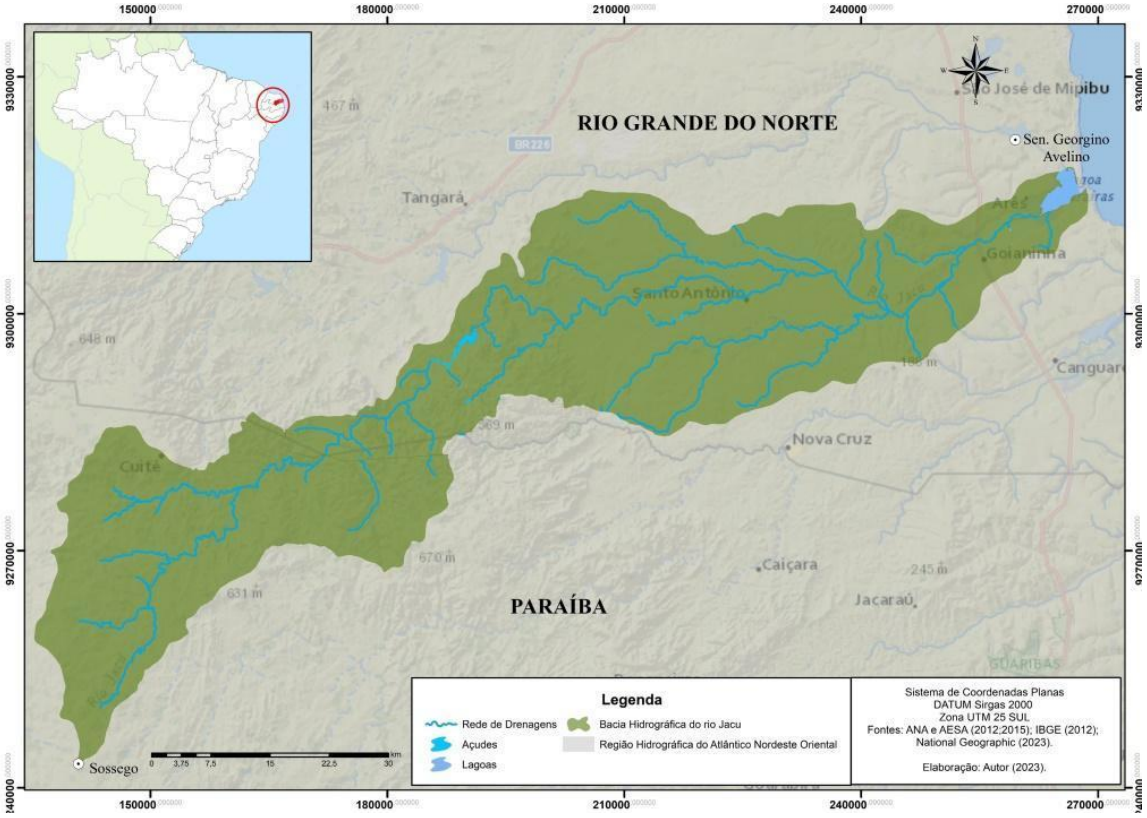
Como consequência dessa nova forma de pensar a natureza, como também questões sociais e econômicas, estudos sobre planejamento ambiental surgem como uma tentativa de minimizar esses impactos. Uma das categorias de análise ambiental que vão ganhar relevância são as bacias hidrográficas, tendo em vista sua característica integradora dos atributos naturais, além de suas múltiplas formas de uso e ocupação, considerando as potencialidades na qual o seu território agrega.

Desta maneira, a gestão das bacias hidrográficas desponta como um grande desafio para a sociedade e para o poder público de forma geral. Dentro dessa visão, segundo Leal (2012), no Brasil, é implementada a Lei Nacional 9.433/97, na qual confere a bacia hidrográfica como uma unidade territorial destinada a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e atuação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SNGRH), com a elaboração de planos diretores que fundamentam a orientação de uma política nacional de recursos hídricos e serem elaboradas por bacia hidrográfica, pelos seus respectivos Estados, assim como para o País.

Segundo Silva e Rodriguez (2014), um dos grandes empecilhos no tocante ao planejamento das bacias hidrográficas deve-se a questões relacionadas com a definição de competências de cunho político, legais e administrativas, uma vez que envolve diferentes atores socioeconômicos, bem como gestores e usuários. A complexidade de análise socioambiental de uma bacia hidrográfica inclui diversos processos de caráter histórico, cultural e socioeconômico, que ficam mais evidentes no que diz respeito às bacias hidrográficas com limites interestaduais.

É com base nesses apontamentos que destacamos a Bacia Hidrográfica do Rio Jacu/PB-RN (BHRJ) como nosso objeto de análise. Localizada na Região Hidrográfica do Atlântico Nordeste Oriental (figura 1), ocupa uma área total de 2.842,5 km^2, na qual, 1.805,5 km^2, que corresponde a 63,6%, pertencentes ao estado do Rio Grande do Norte e 1.037,0 km^2 se encontram no estado da Paraíba, representando 36,4% (RIO GRANDE DO NORTE, 1998; SEMARH, 2000). Ao Norte, faz divisa com a Bacia do Trairi/PB-RN; ao Sul, com a Bacia do Curimataú/PB-RN; a Oeste, com a Bacia do Rio Seridó/PB-RN; e a Leste, com a Bacia do Rio Catu/RN.

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio Jacu/PB-RN.



Fonte: Os autores (2023) com base em ANA e AESA (2012;2015) e IBGE(2012)

A bacia hidrográfica está inserida em um recorte regional, constituindo seu perímetro como limítrofe entre dois estados, apresentando diferentes usos em sua extensão, bem como, na formação econômica e territorial dos municípios onde se destaca a importância do rio Jacu para o desenvolvimento dos povoados e distritos que nasceram a partir do desenvolvimento da agricultura às margens do rio (SANTOS et al. 2020, p.02). Desta forma, o presente artigo tem como objetivo, a partir dos apontamentos acima descritos, fornecer um diagnóstico ambiental integrado da bacia, identificando os principais desafios para a gestão territorial.

Referencial Teórico

A análise da paisagem indica os impactos antropogênicos que afetam os cursos d'água pelo uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica (SILVA et al, 2022, p. 02). "Portanto, a utilização das bacias hidrográficas como categorias de análise para estudos que abordam concepções sobre a relação entre sociedade e natureza aumentaram ainda mais a sua relevância tendo em vista as intervenções antrópicas, frequentemente negativas, nas quais desencadeiam efeitos prejudiciais ao meio ambiente", como aborda Lima (2021, p.23).

Para Botelho (1999) entende-se por bacia hidrográfica, a área drenada por um rio principal e seus afluentes, que pode ser delimitada a partir das cotas altimétricas

estabelecidas pelos divisores de água. A partir da importância da bacia hidrográfica enquanto célula de análise territorial destaca-se a necessidade de realizar abordagens e estudos integrados para compreensão da totalidade e realidade das áreas.

Santos (2004, p.40-41) “considera que não há qualquer área de terra, por menor que seja, que não se integre a uma bacia hidrográfica e, quando o problema central é água, a solução deve estar estreitamente ligada ao seu manejo e manutenção”. No tocante a esta afirmação, a bacia hidrográfica insere-se como ponto de partida nas dimensões micro, meso e macro escala.

Para Rodriguez, Silva e Leal (2011) a análise da bacia hidrográfica a partir de uma perspectiva sistêmica é válida, porque no caso dos recursos hídricos, a tarefa consiste em compreender e considerar as relações do arranjo espaço-temporal do papel da água como recurso indispensável no funcionamento da biosfera, surgida e limitada dentro do complexo da Geosfera ou esfera geográfica.

Considerando a abordagem sistêmica, a análise partindo da integração dos fatores componentes da bacia hidrográfica requer sustentação a partir de instrumentos que congreguem os fatores físicos-ambientais, socioeconômicos e culturais. Diante do exposto, a Geoecologia das Paisagens se insere enquanto embasamento teórico e metodológico para viabilizar a adoção de estratégias que culminem em um aproveitamento sustentável dos recursos naturais, ou seja, que se adequem com a sua capacidade de suporte, como destaca (JUSTO, 2005 *apud* LIMA, 2021).

Abarcando o contexto da gestão territorial, é fundamental compreender do que se trata o Ordenamento do Território, onde Di Mauro et al. (2017) afirmam que este aparato seja entendido como um conjunto de arranjos formais, funcionais e estruturais que caracterizam o espaço, associado ao processo social, econômico, político e ambiental que lhe deu origem. Dessa forma, a bacia hidrográfica enquanto unidade de planejamento não integra e contempla os aspectos ambientais a ela inerente, ela carrega consigo recortes, estruturas e agentes que regem seu funcionamento.

Assim, realizar um levantamento físico ambiental sistêmico e integrado, corrobora para que haja não apenas o conhecimento e a integração de conteúdos, mas, que haja de fato uma ponte para um planejamento e gestão eficaz dos recursos naturais, destacando a bacia hidrográfica enquanto divisor territorial e eixo de ligação entre aspectos inerentes ao desenvolvimento socioeconômico do perímetro no qual insere os agentes sociais.

Materiais e Métodos

Com relação à metodologia utilizada na presente pesquisa, adotaram-se de forma adaptada os procedimentos metodológicos da Geoecologia das Paisagens propostos por

Rodriguez, Silva e Leal (2011) e aplicadas nos trabalho de Farias (2015;2020;2021) e Lima (2021), cujas temáticas estão relacionadas com estudos integrados em bacias hidrográficas, dessa maneira, foram distribuídos por fases: organização e inventário, análises, diagnóstico e propositiva, no entanto, com base na adaptação realizada, o presente estudo contemplará até a fase de diagnóstico.

Na fase de organização e inventário, foram conduzidos estudos de referências bibliográficas, levantamentos cartográficos, obtenção de imagens de satélite da região em estudo e análises em campo. Além disso, também foram coletados dados nas plataformas virtuais que estão sob domínio dos órgãos públicos responsáveis pela gestão da bacia.

A fase de análises corresponde ao momento de interpretação, organização e apresentação dos resultados obtidos no campo, nos estudos literários e cartográficos, assim como nas consultas às plataformas utilizadas. Ressalta-se que para a análise dos dados climáticos, foi realizada uma integração entre os dados meteorológicos disponíveis para a área. Dessa forma, para os dados relativos à pluviosidade, foram analisados os municípios de Cuité (PB) e Goianinha (RN) ambos contemplados pelo perímetro da bacia e os dados sobre temperatura foram extraídos a partir do Banco de Dados Meteorológicos do INPE a partir das Estações Automáticas de Areia (PB) - A310 e Santa Cruz (RN) - A367.

De acordo com padrões da Organização Mundial de Meteorologia (OMM), ao se fazer um estudo climatológico de um espaço em que não há estação meteorológica, ou não apresenta dados suficientes para realizar o diagnóstico, a análise climática desse pode ser realizada baseada em dados extraídos de locais dentro de um raio de no máximo 150 km. Com isso, os dados climatológicos para caracterizar a temperatura da bacia hidrográfica a partir das estações supracitadas se encontram a 55 km de distância (Município de Areia) e 34 km (Munícipio de Santa Cruz).

Para confecção do material cartográfico, utilizou-se do software *Arcgis* versão 10.5 desktop, viabilizando a espacialização a partir de arquivos vetoriais (*shapefile*) dos atributos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e de vegetação. A delimitação da área de estudos foi possível através de uma operação dentro do ambiente dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG), onde permitiu a união das duas porções (potiguar e paraibana) da bacia, desta forma, foi introduzido o arquivo shapefile de ambas as áreas, realizada a operação Merge (unir) através do *Arctoolbox.* O quadro 1 apresenta as fontes dos dados vetoriais utilizados para realização dos mapeamentos.

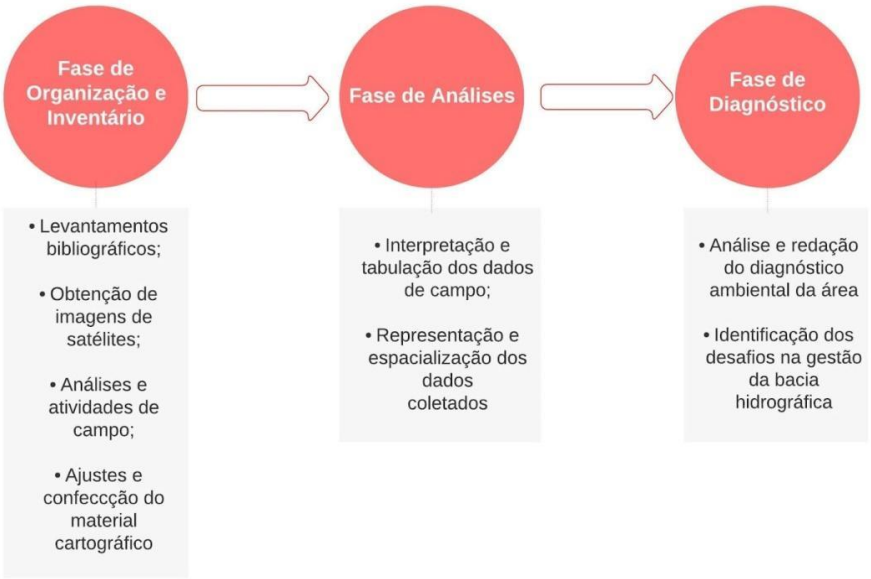
Quadro 1 - Fontes dos dados vetoriais utilizados para o mapeamento dos atributos analisados

Arquivos utilizados	Fonte dos Arquivos
Regiões Hidrográficas Nacionais	ANA (2012)
Malha Territorial do Brasil	IBGE (2020)
Delimitação da Bacia Hidrográfica	SEMAH (2012); AESA (2015)
Rede de Drenagens	ANA (2021)
Geologia e Geomorfologia	CPRM (2023)
Pedologia	EMBRAPA (2015)
Vegetação	IBGE (2021)

Fonte: Os autores (2023)

Por conseguinte, após a fase de levantamentos e organização de banco de dados da área de estudos, a fase de diagnósticos permitiu a identificação dos desafios enfrentados na gestão da bacia hidrográfica através das potencialidades e limitações físicas ambientais em conjunto com as análises socioeconômicas investigadas *in loco*. A Figura 2 sintetiza os procedimentos realizados em cada uma das fases supracitadas.

Figura 2 - Fases componentes da pesquisa e seus procedimentos metodológicos



Fonte: Os autores (2023) adaptado de Farias et al. (2020)

Esta fase se configura como o momento de ponderação de quais os desafios emergenciais a serem sanados em busca de uma melhoria da qualidade da área, tendo em vista a redução de problemas como o manejo inadequado, erosão dos solos e das margens dos rios e a gestão dos usos da água.

Resultados e Discussão

Caracterização Geoambiental da BHRJ

Em virtude de sua abrangência regional, a BHRJ apresenta unidades ambientais diversificadas, fruto das interações sistêmicas do meio físico, gerando suas variações geológicas, geomorfológicas, pedológicas, hidrológicas, climáticas e de vegetação. Além desses prontos, a BHRJ comporta os limites territoriais de dois estados da região Nordeste, sendo eles a Paraíba e o Rio Grande do Norte, ao qual, sua gestão se dá de forma parcial, não considerando a sua integridade.

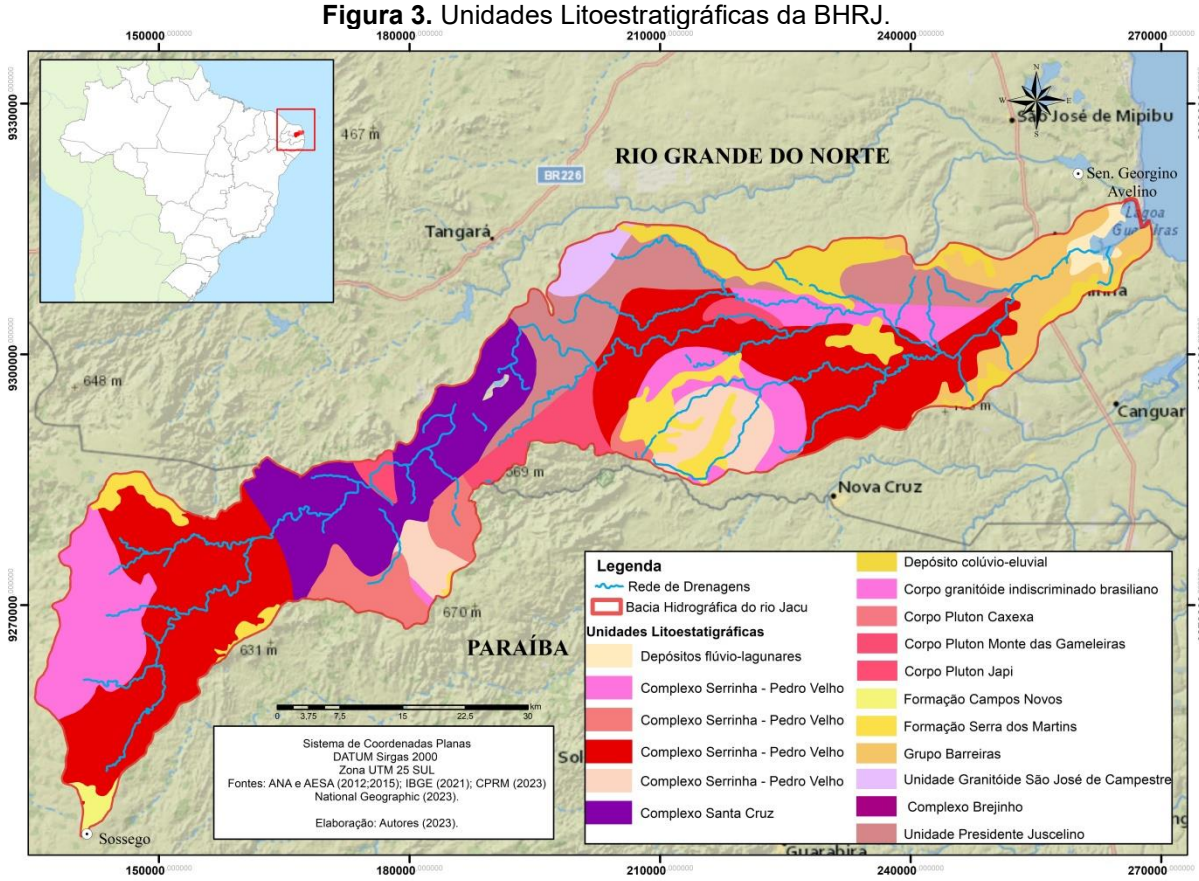
A seguir será apresentado o seu diagnóstico ambiental a partir da visão sistêmica, o que nos possibilita compreender a estruturação e classificação dos atributos físicos da área proposta como recorte de pesquisa. Posteriormente, mostraremos quais são os principais desafios para sua gestão territorial interestadual e como a sua caracterização integrada da paisagem pode contribuir para o norteamento de ações que visem à sustentabilidade de seus recursos.

Geologia

A área de estudo está inserida na região oriental da Plataforma Sul-Americana, onde está localizada a Província Geológica da Borborema, que contém as rochas mais antigas do Brasil e da América do Sul. Dentro das principais estruturas que formam a província, que abrangem a BHRJ, podemos encontrar na sua porção oriental a Bacia de Margem Passiva Fenerozóica; na porção central e ocidental os Terrenos granito-greenstones arqueanos e Paleoproterozóico (BIZZI et al. 2003).

Essas estruturas conferem uma composição Geológica da BHRJ que está formada em áreas de material sedimentar e cristalino, que comportam diversas unidades como: grupo, formações, complexos, corpos e depósitos, com diferentes tipos de rochas, que se caracterizam por sua relação com a disponibilidade hídrica e os tipos de solos existentes na área de estudo. Na figura 3, será apresentada a espacialidade das unidades litoestratigráfica que compõem a BHRJ.

Figura 3. Unidades Litoestratigráficas da BHRJ.



Fonte: Elaborada pelos autores (2023) com base em IBGE (1998); CPRM,(2023).

Além dessas características, a província da Borborema teve como principais eventos evolutivos tectônicos de acordo com Maia e Bezerra (2014), a Orogênese Brasiliana, a fragmentação do Gondwana e as reativações tectônicas cenozoicas, que foram responsáveis pela estruturação do relevo e deformações tectônicas como as áreas de cisalhamento e lineamentos. Estas ultimas, de acordo com os autores, tem uma grande influencia no direcionamento da drenagem (E-W e NE) e na dissecação do relevo.

Geomorfologia

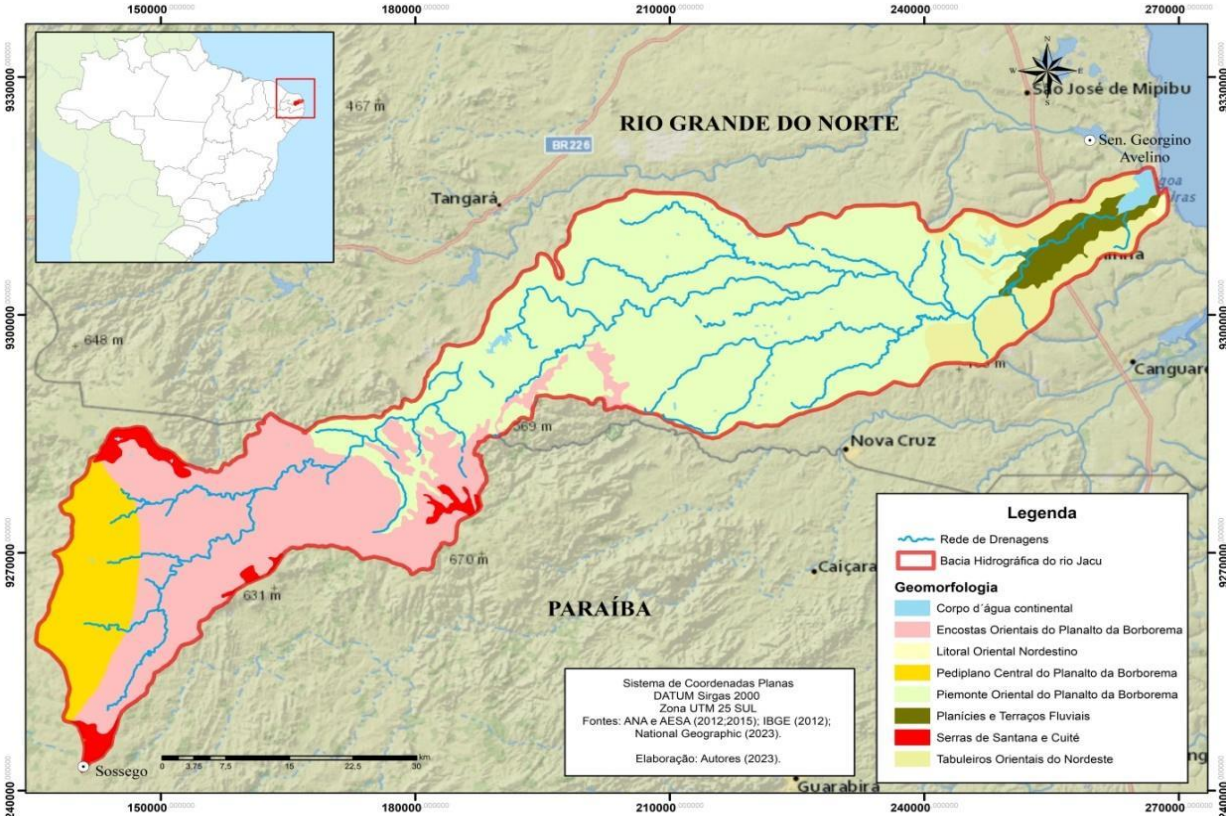
Dentro da sua composição morfológica, a BHRJ agrega uma considerável diversidade de unidades e subunidades geomorfológicas correspondentemente, na qual destacamos o Planalto da Borborema (Pediplano Central, Serras de Santana e Cuité e as Encostas Orientais) com variações de 700 a 300 metros de altitude, comportando as vertentes que direcionam a dispersão da drenagem da bacia no sentido NE.

A Superfície de Aplainamento (Piemonte Oriental) apresenta uma face mais rebaixada (entre 300 e 100 metros) em virtude dos processos de pedimentação e pediplanação, se

destacando também como área de transição entre a Borborema e os Tabuleiros Orientais, o que condiciona a distribuição pluviométrica e sua vegetação.

Os Tabuleiros Costeiros (Orientais do Nordeste) se destacam pela influencia litorânea e sua topografia suave ondulada, diferenciada pelos recortes fluviais. Já a Planície Fluvial (Terraços Fluviais) se caracteriza pela disponibilidade hídrica e acumulo de sedimentos até se interligar ao complexo lagunar das Guaraíras. Ainda se destaca o Litoral Oriental do Nordeste com a formação de campos de dunas móveis e fixas (ARAÚJO et al., 2019; ROSADO, 2019). Esses compartimentos se destacam com altitudes que variam de 100 metros ao nível do mar. A espacialidade destas feições estão distribuídas na figura 4.

Figura 4 - Aspectos Geomorfológicos da BHRJ.



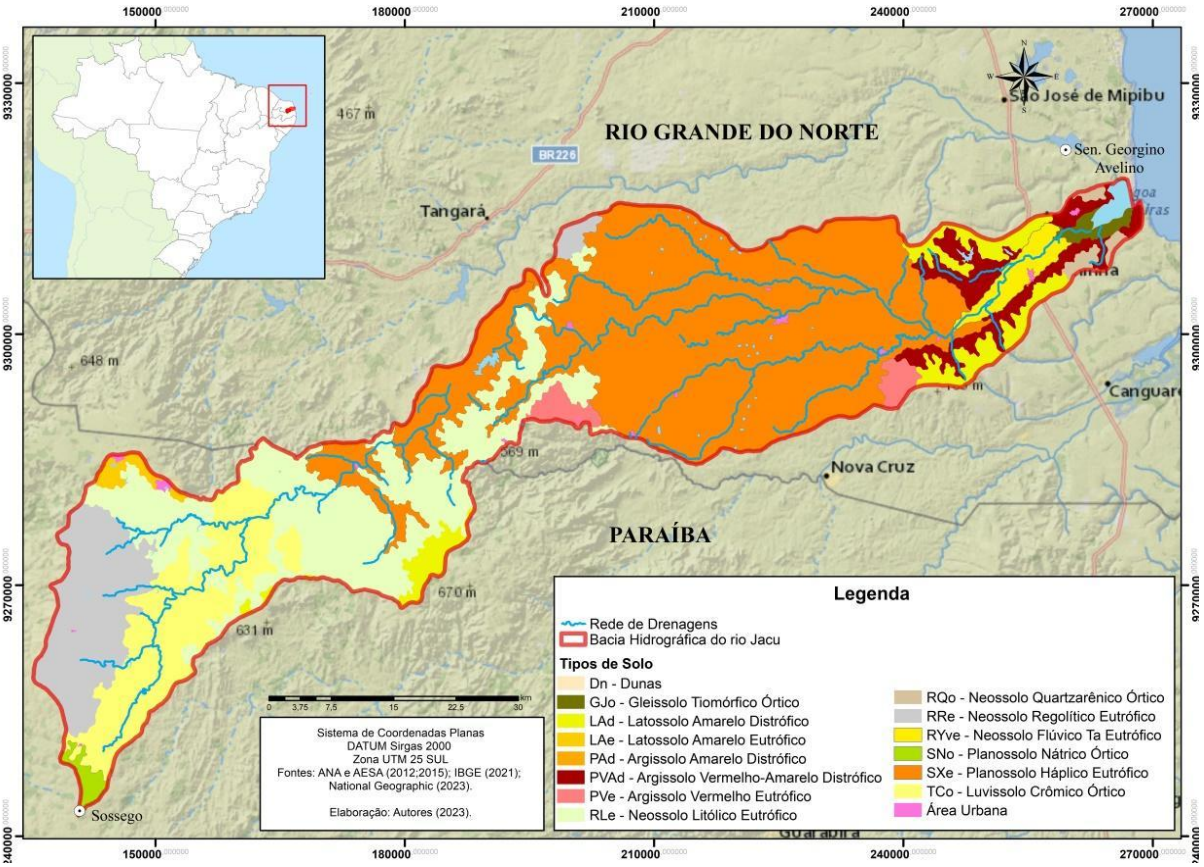
Fonte: Elaborada pelos autores (2023) com base em CPRM (2023).

Considerando a diversidade de unidades geológicas e geomorfológicas, como também a atuação de processos naturais como intemperismo das rochas e o próprio ciclo geográfico de erosão, que é encarregado pela modelagem da superfície, a BHRJ apresenta uma grande variedade de associações de solos, que contribui para suas diversas formas de uso e ocupação, assim como suporte para uma gama de espécies vegetais.

Pedologia

Levando-se em consideração o 1° nível categórico (EMBRAPA, 2018) as principais associações de solos encontradas na BHRJ (figura 5), são: os Argissolos, os Gleissolos, os Latossolos, os Luvissolos, os Neossolos, além dos Planossolos e Dunas. Conforme aponta Marques et al. (2014), essas ordens de uma forma geral, apresentam grandes potenciais para atividades agrícolas intensivas e irrigadas, pecuária, silvicultura, capacidade de pastagem, além da construção civil com base para a construção de rodovias e casas.

Figura 5 - Associações de solos da BHRJ,



Fonte: Elaborada pelos autores (2023) com base em IBGE(2021).

Além dessas utilizações, essas associações de solos também apresentam algumas limitações conforme destaca Marques et al. (2014), relacionadas à susceptibilidade à erosão, mal drenagem, risco a salinização e solinização, baixa capacidade de retenção de água, sendo apontados para a preservação e ao planejamento ambiental.

Essa diversidade pedológica, além dos componentes Geológicos, com a presença de materiais cristalinos e sedimentares, e Geomorfológicos, com a influência das cotas altimétricas a partir de áreas elevadas como Planaltos e Serras, que proporciona temperaturas mais amenas, como também locais mais rebaixos com influencias da continentalidade,

conforme descritas anteriormente, conferem importantes fatores para a distribuição espacial da vegetação.

Aspectos Fisiográficos

No que diz respeitos aos aspectos vegetativos, levando-se em consideração a classificação dos Domínios Morfoclimáticos brasileiro (Ab'Saber, 2003) e a sua localização na região Nordeste do Brasil, a BHRJ agrega características dos Domínios Morfoclimáticos da Caatinga, das Áreas de Transição popularmente conhecida com "agreste" e o domínio dos Mares de Morros na sua parte litorânea. Com base na classificação do (IBGE, 2012) a BHRJ apresenta as formações vegetais destacadas a seguir no quadro 2:

Quadro 2. Características da Fisiográficas na BHRJ.

Formação Vegetal	Características
Floresta Estacional Carducifólica	Ocorre na forma de disjunções distribuídas por diferentes quadrantes do País, com estrato superior formado de macro e mesofanerófitos predominantemente caducifólios, com mais de 50% dos indivíduos despidos de folhagem no período desfavorável. De leste para oeste, ocorre entre a Savana-Estépica (Caatinga do Sertão Árido) e a Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Subcarducifólica).
Floresta Estacional Subcarducifólica	O conceito ecológico deste tipo florestal é estabelecido em função da ocorrência de clima estacional que determina semideciduidade da folhagem da cobertura florestal. Podem ser Aluvial, Terras Baixas, Submontana e Montana, isso porque este tipo florestal é bastante descontínuo e sempre situado entre dois climas, um úmido e outro árido, sendo: superúmido na linha do Equador, árido na Região Nordeste e úmido na Região Sul.
Savana Estépica Arborizada	Este subgrupo de formação é estruturado em dois nítidos estratos: um arbustivo-arbóreo superior, esparso, geralmente de características idênticas ao da Savana Estépica Florestada, descrito acima; e outro, inferior gramíneo-lenhoso, também de relevante importância fitofisionômica. Essas áreas são muito utilizadas para atividade agrária;
Áreas de formação pioneira com influência de vegetação marinha	As comunidades vegetais que recebem influência direta das águas do mar apresentam gêneros característicos das praias. Um exemplo é o Manguezal que é da comunidade microfanerófitica de ambiente salobro, situada na desembocadura de rios e regatos no mar, onde, nos solos limosos (manguitos), cresce uma vegetação especializada, adaptada à salinidade das águas,
Áreas de transição	Entre duas ou mais regiões fitoecológicas ou tipos de vegetação, existem sempre, ou pelo menos na maioria das vezes, comunidades indiferenciadas, onde as floras se interpenetram, constituindo as transições florísticas ou contatos edáficos;

Fonte: Autores (2023) com base em IBGE (2012).

Hidrografia

Sobre os seus aspectos hidrográficos, a nascente do rio Jacu está localizada na Serra de Santana no município de Sossego/PB com uma altitude de 620 metros, percorre uma distância de 142 km na direção NE, passando por mais de 20 municípios, entre os Estados da Paraíba e Rio Grande do Norte, até se encontrar com o mar no complexo Lagunar das

Guaraíras, que abrange os municípios de Arês, Senador Georgino Avelino e Tibau do Sul no Rio Grande do Norte.

Sua forma de escoamento é exorréica de tipo intermitente. Esta ultima é determinada pelo aspecto de que a sua porção territorial, nas áreas do Planalto da Borborema e do Piemonte Oriental, estarem sobre influencia do clima semiárido, como veremos adiante, o que implica entre 4 a 5 meses do ano com chuvas e os canais tendo capacidade de escoamento. A seguir, o quadro 3 irá mostrar mais algumas características da sua rede de drenagem (RIO GRANDE DO NORTE, 1998; SEMARH, 2000).

Quadro 3. Estrutura de Drenagem da BHRJ.

Rede de Drenagem	Classificação	Características
Tipos de Canais	Retilíneo	Estes canais normalmente compõem modelados que exibem controle estrutural, ou mesmo aqueles sujeitos a algum tipo de movimentação, seja de acomodação ou de reativação;
Padrão de Drenagem	Dendrítico	Desenvolve-se tipicamente sobre rochas de resistência uniforme ou em rochas estratificadas horizontalmente. Os canais distribuem-se em todas as direções sobre a superfície e se unem formando ângulos agudos de graduações variadas, mas sem chegar ao ângulo reto;
Hierarquia Fluvial	Horton 1945	1ª (Nascentes), 2ª Ordem (Junção de dois canais de Nascentes), 3ª Ordem (Confluência de dois canais de segunda ordem) 4ª Ordem (Canal Principal);
Propriedade de Drenagem	Densidade Média	Refere-se à quantidade de canais existentes por área.

Fonte: Autores (2023) com base em IBGE (2009).

Os seus principais reservatórios estão localizados no município de Cuité/PB, conhecido como a barragem do retiro, como capacidade de armazenamento para mais de 40.000.000.00 de m^3 inaugurado recentemente, em 2022. E no município de São José do Campestre/RN, conhecido com Japi II, com um suporte que pode alcançar mais de 20.000.000.00 m^3 construído em 1965 (CPRM, 2005; BRASIL, 2022).

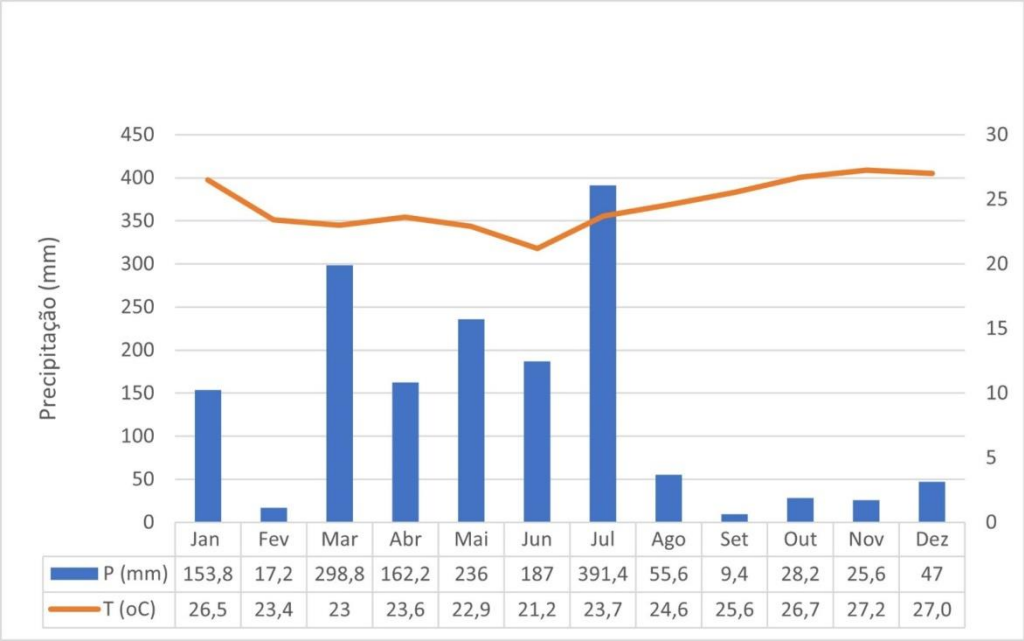
No que cerne a caracterização do clima, sua influência pode ser mencionada na distribuição das chuvas e temperaturas, além dos principais sistemas meteorológicos que atuam sobre uma área, sendo importantes condicionantes na formação do solo a partir do processo de intemperismo, o tipo de escamento de uma bacia, além da distribuição espacial da vegetação e as formas de uso e ocupação do solo, principalmente nas questões agrícolas, com época de plantio e colheita.

Climatologia

Sobre as suas características climáticas, na porção leste da bacia localizada na parte dos Domínios dos Mares de Morro há uma predominância do tipo As´ (figura 6) com clima

tropical chuvoso com verão seco e estação chuvosa no outono, como nos municípios localizados na porção do litoral potiguar, contemplando médias pluviométricas de 1300 mm ao ano.

Figura 6. Clima Tropical Chuvoso.



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
P (mm)	153,8	17,2	298,8	162,2	236	187	391,4	55,6	9,4	28,2	25,6	47
T (oC)	26,5	23,4	23	23,6	22,9	21,2	23,7	24,6	25,6	26,7	27,2	27,0

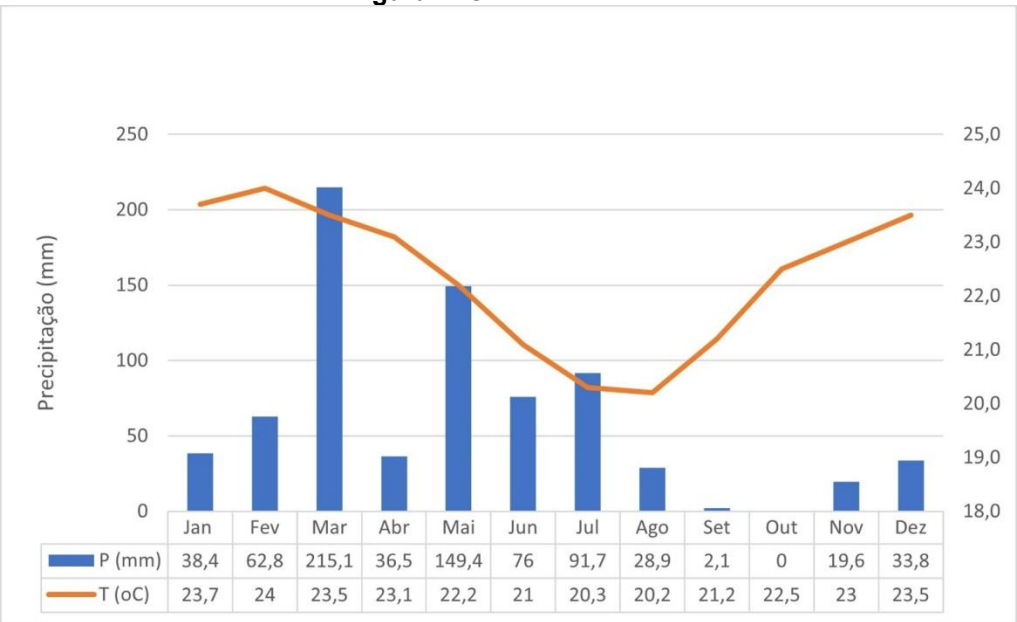
Fonte: Autores (2023)

Com a análise do climograma, é possível a verificação de que há uma variação nos quantitativos de precipitação na área, tendo o mês de Julho como o mais chuvoso, em contrapartida, o mês de Setembro se insere como o menos chuvoso, registrando volumes de precipitação bastante baixos.

Temos a faixa de transição entre os Domínios dos Mares de Morro no litoral e das Caatingas no interior sertanejo conhecido como Agreste, que do ponto de vista climático apresentam precipitações que variam de 800 a 1000 mm por ano (PFALTZGRAFF e TORRES, 2010).

Já na porção que abriga o Domínio das Caatingas, predomina o tipo BSs´h´ (figura 7) com clima quente e semiárido, com estação chuvosa no outono, como nas cidades paraibanas, atingindo médias de 600-700 mm e em alguns municípios norte rio grandenses, variando de 500-600 mm por ano (RIO GRANDE DO NORTE, 1998; SEMARH, 2000).

Figura 7. Clima Semiárido.



	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
P (mm)	38,4	62,8	215,1	36,5	149,4	76	91,7	28,9	2,1	0	19,6	33,8
T (oC)	23,7	24	23,5	23,1	22,2	21	20,3	20,2	21,2	22,5	23	23,5

Fonte: Autores (2023)

Por conseguinte, a análise do climograma semiárido possibilita a compreensão de que a área possui temperaturas de médias a altas e registros pluviométricos que se concentram entre os meses de Março a Julho, com os meses de Setembro e Outubro caracterizados pela estiagem, contribuindo para dinâmica hidrológica da área. Outra característica importante do ponto de vista climático, diz respeito à atuação dos sistemas meteorológicos atuantes no território nordestino, que influenciam diretamente o regime das chuvas na região.

A Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) é responsável pela distribuição das chuvas no primeiro semestre, concentrando-se entre os meses de fevereiro a maio. O Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS) atuante no semiárido do Nordeste brasileiro durante os meses mais quentes do ano de dezembro a fevereiro (SEMARH, 2000; PFALTZGRAFF e TORRES, 2010).

O Sistema de Brisas que é responsável pelos deslocamentos dos ventos de origem marítima e terrestre. As Ondas do Leste com influência dos ventos alísios se deslocando no sentido L-O e as Linhas de Estabilidade com formação ocorrida devido à grande quantidade de radiação solar incidente sobre a região, ocorrendo, assim, mais durante a tarde, quando a convecção é máxima, com consequentes chuvas (SEMARH, 2000; PFALTZGRAFF e TORRES, 2010).

Desafios Interestaduais para Gestão Territorial

As bacias hidrográficas por sua natureza são sistemas ambientais complexos, fruto das interações dos seus agregados físicos e antrópicos. Como tentamos mostrar a partir de sua descrição integrada, cada um dos componentes naturais tem influencia sobre os demais, destacando os aspectos da geologia sobre a geomorfologia na formação do relevo e, ambas, na hidrográfica e seu direcionamento de escoamento; o clima na distribuição da vegetação, assim como a própria formação dos solos que também está relacionada ao material geológico. No quadro 4 a seguir, mostraremos alguns aspectos dessa relação.

Quadro 4. Principais condicionantes dos aspectos físico-ambientais da BHRJ.

Aspectos Físico-Ambientais	Tipologias	Condicionantes
Geologia	Plataforma Sulamericana, Província da Borborema, rochas cristalinas (complexos Serrinha-Pedro Velho, Presidente Juscelino, Santa Cruz, Granotóide São José do Campestre e Brejinho; Corpos Plúton Japi, Gameleiras, Caxexa, Granotóide Indiscriminado Brasiliano) e sedimentares (Formação Campos Novos, Serra dos Martins; Grupo Barreiras; Depósito de Colúvios-Eluviais); Orogênese Brasiliana;	- Controle estrutural; - Dispersão da Drenagem; - Dissecação do Relevo; - Tipos de Solos; - Formação do Relevo;
Geomorfologia	Planalto da Borborema, Superfície de Aplainamento, Tabuleiros Costeiros, Planície Fluvial, Litoral Oriental;	- Cotas Altimétricas; - Distribuição Pluviométrica; - Drenagem; - Fisiografia;
Pedologia	Argissolos, os Gleissolos, os Latossolos, os Luvissolos, os Neossolos e Planossolos;	- Agricultura e Pecuária; - Erosão; - Construção Civil; - Distribuição Fisiográfica - Uso e Ocupação;
Fisiografia	Domínio das Caatingas, Área de Transição (Agreste) e Marres de Morros;	- Aspectos de Horizontalidade e Verticalidade; - Proteção do Solo;
Hidrologia	Escoamento Exorréico e Intermitentes; Padrão de Drenagem Dendrítico com densidade média;	- Barramento do curso fluvial; - Erosão; - Modelagem do Relevo;
Climatologia	Clima Tropical Seco (As´) e Semiárido (BSs´h), Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtice Ciclônico de Ar Superior (VCAS), O Sistema de Brisas, Ondas do Leste;	- Erosão; - Distribuição Pluviométrica; - Capacidade de escoamento do canal fluvial;

Fonte: Elaborada pelos autores.

Além desses pontos, a descrição integrada nos possibilitou o conhecimento de suas principais unidades de paisagem assim como sua composição, a partir dos mapas de Geologia, Geomorfologia e de associações de solos da BHRJ que, de acordo com Silva e Rodriguez (2014), são levantamentos que se constituem de uma base fundamental para o estabelecimento de estratégias voltadas ao planejamento do território, a partir da sua delimitação onde se instituíram as ações de sua gestão. Além disso, essas delimitações devem ter um caráter administrativo institucional e uma participação intrínseca da coletividade presente no território.

Sobre esses pontos, destacamos que os relatórios estaduais de recursos hídricos não contemplam a BHRJ de forma integral, apenas parcial, se referindo, especificamente, as partes que abrangem cada estado (RIO GRANDE DO NORTE, 1998; SEMARH, 2000). Destacamos também que a BHRJ não é contemplada com algum tipo de comitê, tanto no Rio Grande do Norte, quanto na Paraíba. Desta forma, as discussões, decisões e participações acerca da utilização dos recursos hídricos acabam não fomentando o seu propósito principal, que é atender ao interesse comum desse recurso.

Esse contexto pode ser exemplificado no tocante ao conflito pelo uso da água, onde cada Estado construiu ao longo do canal um barramento do curso principal, como mencionamos na sua descrição hidrográfica. Ainda no tocante a algumas consequências do processo de uso e ocupação, diz respeito a alguns impactos ambientais ao longo da BHRJ, como desmatamento de matas ciliares, erosão dos solos, assoreamento, poluição dos corpos hídricos, ocupação irregular de suas margens, conforme destacam alguns estudos de casos (SOARES, 2012; LIMA, 2016; ARAÚJO et al., 2019; ROSADO, 2019).

Como mencionamos na sua descrição pedológica, algumas associações de solos apresentam uma fragilidade natural no tocante à susceptibilidade à erosão, o que a partir da atuação do homem, na agricultura e pecuária, além do desmatamento e ocupação irregular nas margens do canal principal, potencializa o surgimento e desenvolvimento desse processo.

Desta forma, a partir da análise integrada tentamos mostrar as principais estruturas e composições naturais da BHRJ, para assim poder viabilizar a discussão sobre pontos importantes como a utilização da água, criação de um comitê, o processo de erosão dos solos ocorrentes na bacia e a falta de um planejamento integral. Assim, a superação desses desafios no seu gerenciamento interestadual, de forma coesa e conjunta se mostra como uma alternativa bastante satisfatória para um planejamento ambiental da área que sirva como norte para uma utilização sustentável dos recursos naturais, além de medidas de mitigação dos impactos ambientais citados.

Considerações Finais

Através do levantamento físico-ambiental integrado da bacia do Jacu, foi possível compreender os aspectos físicos e antrópicos atuantes nesta unidade ambiental, e como essa dinâmica é de suma importância para entender as modificações na paisagem e do quadro natural, assim como, questões sobre a gestão territorial realizada nos dois estados em que está inserida.

Com base na Geoecologia das Paisagens para análise ambiental de forma integrada, a partir do seu suporte teórico e metodológico, a sua caracterização nos proporcionou a compreensão da espacialidade de suas principais unidades de paisagem, assim como dos seus recursos naturais para, como resultado, fornecer subsídios para a gestão territorial. Contribuindo, assim, na tomada de decisões baseadas em evidências e na implementação de medidas eficazes para a preservação dos ecossistemas.

Desta forma, é observado que há vários desafios em decorrência da necessidade de cooperação e coordenação entre diferentes jurisdições e entidades envolvidas, como ausência de um comitê e sua descrição parcial nos relatórios estaduais. E, portanto, a superação desses obstáculos requer uma abordagem colaborativa dos municípios e dos governos estaduais na adequação quanto às estruturas legais e institucionais para uma gestão conjunta da BHRJ.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de Mestrado e Doutorado; a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); ao Laboratório de Geografia Física (Lab Geo Fís) pela estrutura concedida para elaboração do estudo e ao Grupo de Pesquisas em Geoecologia das Paisagens, Educação Ambiental e Cartografia Social (GEOPEC).

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas.** São Paulo. Ateliê Editorial, 2003, 146p.

ARAÚJO, N. H. L; BATISTA, I. S; TERTO, M. L; ANJOS, R. S. **Impactos ambientais dentro da microbacia do Rio Jacu: um estudo de caso em torno do rio principal – Jacu, no município de Goianinha/RN.** Revista da Casa da Geografia de Sobral, Sobral/CE, v. 21, n. 2, Dossiê: Estudos da Geografia Física do Nordeste brasileiro, p. 1070-1090, Set. 2019.

BIZZI, Luiz Augusto; SCHOBBENHAUS, Carlos; VIDOTTI, Roberta Mary; GONÇALVES, João Henrique. **Geologia, Tectônica e Recursos Naturais do Brasil** – Texto, Mapas e SIG. CPRM. Brasília, 2003. 692p.

BOTELHO, R. G. M. **Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica**. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Org.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BRASIL. Casa Civil. **Concluída as obras na barragem do retiro, que beneficiará cerca de 45 mil pessoas**. https://www.gov.br/casacivil/pt-br/assuntos/noticias/2022/fevereiro/concluidas-as-obras-da-barragem-retiro-que-beneficiara-cerca-de-45-mil-pessoas. Acesso em 12/07/2023.

CPRM. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimentos por Água Subterrânea, Estado do Rio Grande do Norte. **Diagnóstico do município de São José do Campestre**, Recife, 2005. 21p.

CPRM. Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais. Geologia GIS. **Mapas Geocientíficos do Brasil**. https://geoportal.cprm.gov.br/geosgb/ - acesso em 06/06/2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS)**. – 5ª ed. rev. e amp. – Brasília/DF. EMBRAPA, 2018. 356p.

FARIAS, J. F. **Aplicabilidade da Geoecologia das Paisagens no Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Palmeira-Ceará/Brasil**. 2015. 224 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

FARIAS, J. F. **Aporte Teórico e Metodológico da Geoecologia das Paisagens para os estudos em Bacias Hidrográficas**. Revista Equador, v. 19, p. 19-33, 2020.

FARIAS, J. F. **Estado Ambiental e Graus de Sustentabilidade em Bacias Hidrográficas: a Geoecologia como Suporte Teórico e Metodológico**. GEOFRONTER, v. 7, p. 1-12, 2021.

FARIAS, J. F.; LIMA, G. C. A.; DANTAS, J. S. **Aspectos de uso e ocupação do solo na bacia hidrográfica do rio Pitimbu/RN: Aportes para o ordenamento territorial e Planejamento Ambiental.** In: ALBUQEURQUE, F. N.B; MONTEIRO, J. B.; LIMA, A. M.M. (Org.). **Bacias hidrográficas e planejamento: teoria e práticas no ambiente semiárido**. 1ed.Sobral: PROEX/UVA, 2020, v., p. 63-71.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). **Manual Técnico de Geomorfologia**. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro : 2009. 182p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de Vegetação Brasileira.** 2ª ed. Rio de Janeiro, 2012. 315p

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico de Geologia.** Rio de Janeiro. 1998. 306p.

INSTITUTO DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE (Rio Grande do Norte). Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos. **Relatório Final do Plano de Gestão Integrada do Rio Grande do Norte**. 2014.

LEAL, A. C. **Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas como instrumento para Gerenciamento de Recursos Hídricos**. Entre-Lugar, Dourados, MS, ano 3, n.6, p 65-84, 2. semestre de 2012

LIMA, G. C. A. **Geoecologia das Paisagens aplicada ao Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do rio Pitimbu/RN, Brasil.** 2021. 123 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

LIMA, M. N. **Análise sobre o processo de erosão dos solos no Sitio Marcação, São José do Campestre/RN**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Geografia. UEPB, Guarabira, 2016, 59p.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. **Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste Setentrional Brasileiro**. Mercator, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014.

MARQUES, F. A.; NASCIMENTO, A. F. do; ARAUJO FILHO, J. C. de; SILVA, A. B. da. **Solos do Nordeste**. Recife: Embrapa Solos, 2014. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1003864/solos-do-nordeste - acesso em 18/07/2023.

MAURO, C. A. Di; MAGESTE, J.G; LEMES, E. M. As Bacias Hidrográficas como critério para o Planejamento Territorial. **Caminhos de Geografia (online).** Uberlândia: v.18, n.64, 1-11, 2017.

PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos. TORRES, Fernanda Soares de Miranda. **Geodiversidade do Rio Grande do Norte** – Programa de Geologia do Brasil, Levantamento da Geodiversidade. Recife/PE. CPRM, 2010. 231p.

RIO GRANDE DO NORTE. Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos – SERHID. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte** – PERH/RN. Natal/RN, Nov, 1998.

RODRÍGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; LEAL, A. C. **Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas**. In: SILVA, E. V; RODRÍGUEZ, J. M. M; MEIRELES, A. J. A. (Org.). Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas. Fortaleza: Edições UFC, 2011.

ROSADO, S. B. **Alterações Morfológicas na Foz da Laguna de Guaraíras.** Monografia. Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil. UFRN. Natal, 2019. 46p.

SANTOS, P. E. L.; SILVA, T. L. A; CUNHA FILHO, M. **Caracterização das águas do Rio Jacu no município de Passagem/RN por meio de parâmetros químicos: parte integrante para a elaboração de um diagnóstico socioambiental**. In: CONGRESSO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE, 17., 2020, Poços de Caldas. **Recursos Hídricos e Qualidade da Água**. Poços de Caldas: Evento, 2020. p. 1-5.

SEMARH, Secretaria de Estado de Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos**. 2000.

SILVA, A. R; RODRIGUES, C. J.; FONSECA, A. L. D. **Análise da paisagem em Bacias Hidrográficas costeiras como ferramenta de compreensão da qualidade ambiental**. Geographia, Niterói, v. 25, n. 54, p. 1-18, jul. 2022.

SILVA, E.V.; RODRIGUEZ, J. M. M. **Planejamento e Zoneamento de Bacias Hidrográficas: a Geoecologia das Paisagens como subsídio para uma gestão integrada.** Caderno Prudentino de Geografia, Presidente Prudente, v. 36, n. 1, p.4-17, jan. 2014.

SILVA, T. L. A. **Diagnóstico Ambiental de Imóveis Rurais de Passagem-RN.** 2018. Dissertação (Mestrado Profissional em Uso Sustentável de Recursos Naturais) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

SOARES, D. L. **Problemas ambientais causados pelo crescimento urbano na cidade de São José do Campestre/RN.** Monografia. Licenciatura Plena em Geografia. UEPB, Guarabira, 2012.

Levantamento Geoambiental do bairro de Cidade Nova, Natal/RN - Brasil

Geoenvironmental survey of Cidade Nova neighborhood, Natal/RN - Brazil

Jeferson Gomes da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0009-0001-2819-9088
jeferson.gomes.064@ufrn.edu.br

Mariana Raissa Paula da Silva Costa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0009-0003-9600-550X
mariana.costa.701@ufrn.edu.br

Lutiane Queiroz de Almeida
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-6604-5987
lutianealmeida@hotmail.com

Gabriella Cristina Araújo de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/ 0000-0002-4228-1934
gabriella.lima.078@ufrn.edu.br

Resumo: O trabalho em questão tem como objetivo realizar um levantamento geoambiental do bairro de Cidade Nova, o qual está localizado na zona oeste da cidade de Natal, estado do Rio Grande do Norte. A área de estudo se encontra nas proximidades de campos de dunas e é perceptível o avanço urbano na região nas últimas décadas, devido a isso algumas áreas de dunas passaram a ser ocupadas de forma desordenada. Para a realização de pesquisas que abordem a temática de impactos ambientais e áreas de risco formadas pelo avanço urbano, se torna de fundamental importância o conhecimento preliminar dos aspectos físicos e econômicos, porém, existe de fato um déficit considerável de informações e bancos de dados ambientais em escala microlocal; considerando tal problemática, este artigo visa a formulação de um documento constituído por dados geográficos atualizados que auxiliaram futuras pesquisas que tenham como recorte espacial o bairro de Cidade Nova, disponibilizando assim informações confiáveis sobre os aspectos geoambientais da área.

Palavras-chave: Levantamento Geoambiental; Dados Geográficos; Aspectos Geoambientais; Cidade Nova.

Abstract: The work in question aims to carry out a geoenvironmental survey of the Cidade Nova neighborhood, which is located in the west zone of the city of Natal, state of Rio Grande do Norte. The study area is close to dune fields and the urban advance in the region in recent decades is noticeable, as a result of which some dune areas began to be occupied in a disorderly manner. In order to carry out research that addresses the theme of environmental impacts and risk areas formed by urban advances, preliminary knowledge of physical and economic aspects is of fundamental importance, however, there is in fact a considerable deficit of information and environmental databases on a microsite scale; considering this issue, this article aims to formulate a document consisting of updated geographic data that will help future research that has the Cidade Nova neighborhood as a spatial focus, thus providing reliable information on the geoenvironmental aspects of the area.

Keywords: Geoenvironmental Survey; Geographic data; Geoenvironmental Aspects; Cidade Nova.

Introdução

O bairro de Cidade Nova, localizado na região oeste da cidade de Natal,estado do Rio Grande do Norte, tem sua gênese durante a década de 1960, período este marcado pela explosão demográfica das áreas urbanas, pois: "As grandes cidades dobram, triplicam, quintuplicam sua população entre 1950 e 1980, com o cortejo da pobreza, do desemprego, dos pequenos trabalhos informais, com as zonas de habitação precária." (ROCHEFORT, 2008).

Tendo em vista essa particularidade da década de formação do bairro, pode-se inferir que, a área de estudo foi ocupada de forma rápida e sem o ideal planejamento territorial, tal característica levou a produção de diversos impactos no meio físico, já que, "se é imperativo ao homem como ser social expandir-se, tanto demograficamente como técnica e economicamente, torna-se evidente que apareçam, nesse processo, os efeitos contrários." (ROSS,2003).

Toda esta dinâmica não foi particular apenas do Brasil, mas sim de todo o planeta, tendo em vista que, "Durante as últimas décadas têm sido acumuladas evidências de que as alterações ambientais sofridas pelo planeta Terra não têm precedentes, tanto em escala quanto em magnitude." (TUNDISI, 2000); a partir do entendimento desta problemática se faz necessário a elaboração de estudos que visem auxiliar a preservação ambiental em diversas escalas.

> Com a postura de que é preciso prevenir muito mais do que corrigir, torna-se imperativa a elaboração dos diagnósticos ambientais, para que se possa elaborar prognósticos, e com isso estabelecer diretrizes de uso dos recursos naturais do modo mais racional possível, minimizando a deterioração da qualidade ambiental. (ROSS, 2003, p.16).

O uso dos recursos naturais vai além da extração de riquezas, mas está ligado também ao uso do solo para a ocupação humana e desenvolvimento de infraestruturas urbanísticas como estradas, ruas, avenidas, praças, etc; desta maneira o trabalho em questão se baseou na identificação e análise dos componentes físicos da paisagem (geologia, vegetação, pedologia, hidrografia e geomorfologia) e também dos componentes antrópicos (uso e ocupação do solo e aspectos econômicos) do bairro, visando elaborar um documento composto por uma base de dados atualizados da área estudada para contribuir com futuros trabalhos e levantamentos que utilizem o recorte espacial de Cidade Nova, além disso, objetiva-se difundir a relevância de estudos ambientais em diversas escalas geográficas.

> A humanidade encontra-se em uma fase crítica de seu desenvolvimento e, portanto, todo o conjunto de idéias que possa contribuir para superar desigualdades, melhorar o nível de vida das

> populações e dar ênfase a crescimentos qualitativos, e não somente quantitativos, merece o decisivo apoio e encorajamento [...]. (TUNDISI, 2000, p.9)

> É o objetivo máximo dos diagnósticos ambientais conhecer os mecanismos de funcionamento dos mais diversos ambientes que constituem o mecanismo do Estrato Geográfico. Para tanto é preciso estudar cada uma das componentes desse "Estrato" nos locais geograficamente específicos e nisso inclui-se também o entendimento do relevo quanto à sua forma, dinâmica e gênese. (ROSS, 2003, p 17).

Partindo destes pressupostos, o artigo em questão tem por objetivo principal realizar um levantamento geoambiental em escala microlocal, utilizando o recorte espacial da delimitação administrativa do bairro de Cidade Nova, tendo em vista que a ocupação urbana ocorrida nas últimas décadas naquela região se desenvolveu nas proximidades de campos dunares e que a expansão urbana desordenada ainda ocorre nos dias atuais alterando as paisagens, formando áreas de riscos e impactando de diversas maneiras o ecossistema e o relevo presente na área.

Materiais e Método

Aspectos Gerais da Área

Segundo a SEMURB - Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (2012) o bairro de Cidade Nova ocupa uma área de 262.12 ha, e está localizado na Zona Administrativa Oeste do município de Natal, fazendo fronteira aos bairros de Cidade da Esperança, Pitimbú, Planalto, Guarapes, Felipe Camarão e Candelária. Ele também faz parte de uma Zona Especial de Proteção Ambiental.

Os primeiros habitantes do bairro surgiram em meados da década de 1960, mas foi em 1971(SEMURB, 2008), com a instalação de um lixão, que muitos moradores foram atraídos e passaram a habitar ao seu entorno, pois eles viam como forma de sobrevivência uma renda advinda da venda dos materiais oriundos do lixo, e com isso deu-se o aumento da população relativa da região.

> A deposição dos resíduos sólidos do município de Natal no bairro de Cidade Nova foi iniciativa da Prefeitura Municipal do Natal, como etapa de um processo de busca de um local adequado para tal fim, iniciado em 1913, que passou por oito localidades até chegar a essa região. O motivo das transferências era o crescimento da cidade e, conseqüentemente, o aumento da produção de resíduo, que acabavam por esgotar a capacidade dos lixões e ameaçar a saúde pública (GOÉS, 2011).

Esse lixão atuou como a principal área de destino final dos resíduos sólidos de todo o município de Natal até 2004, ainda segundo Goés (2011) todos os resíduos como:

domiciliares, industriais, hospitalares, entulhos e podas eram destinados a este local, e sem qualquer tratamento ou cuidados exigidos pela Engenharia Sanitária e Ambiental.

Considerando o histórico do bairro e suas peculiaridades ambientais, além das características da população, que em sua maioria tem baixo poder aquisitivo, podemos compreender que Cidade Nova está localizado em uma área de alta vulnerabilidade social, e assim como outros bairros, enfrenta desafios sociais, incluindo questões relacionadas à segurança pública e à infraestrutura em alguns pontos do bairro.

Figura 1: Localização do bairro de Cidade Nova, Natal/RN.

Elaboração: Os autores,2023.

Procedimentos Metodológicos

Para obtenção dos resultados expostos no trabalho, o estudo foi dividido em três etapas distintas, adaptadas da metodologia proposta por Souza et al (2005) para elaboração da cartografia diagnóstica do município de Mariana (MG). No tocante a este trabalho, adaptou-se às fases da pesquisa e alterou-se a escala para microlocal, utilizando a escala de 1:25.000. Dessa forma, a saber, as fases serão descritas a seguir: Fase de inventário, produção de bases e análise e diagnóstico do meio físico ambiental.

Fase de inventário

Esta fase foi caracterizada pelo levantamento bibliográfico disponível sobre a área de estudos e se destaca como motivação para escrita deste estudo, uma vez que, a partir da investigação das publicações consultadas, constatou-se que as últimas atualizações acerca dos dados do recorte estudado eram do ano de 2012, ou seja, ultrapassaram 10 anos das informações disponíveis para consulta e verificação da realidade da área. As informações consultadas estão disponíveis nos anuários da cidade de Natal (NATAL, 2010;2016;2017;2018) e no exemplar do “Conheça Melhor Seu Bairro - Cidade Nova” (2012).

Produção de Bases

Na etapa de produção das bases, foram examinadas imagens obtidas através do Google Earth Pro e também selecionada a imagem proveniente da Missão Topográfica Radar Shuttle (SRTM), que está disponibilizada na plataforma do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Essas imagens foram utilizadas para identificar as características do terreno, como formas de relevo, variações de altitude e inclinação. Além disso, foi escolhida a ferramenta MapBiomas para criar o mapa de uso e cobertura da terra, utilizando a coleção 7.1.

O Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil é uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG e ciência da computação que utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma *Google Earth Engine* para gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil (PROJETO MAPBIOMAS, 2019).

Diante do presente trabalho, foram utilizados os dados de 2021 a partir do recorte no formato shapefile do bairro de Cidade Nova. As imagens são advindas do satélite Landsat 8 com resolução espacial de 30 metros, onde o procedimento elimina áreas menores a 0,5 hectares. Dessa maneira, como produto cartográfico, obtiveram-se o resultado de cinco classes: Formação Florestal, Formação Savânica, Mosaico de Usos, Área Urbana e Restinga Herbácea. Para os mapas de Geologia, Pedologia e Geomorfologia, foram consultados as bases de dados disponíveis pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2023).

Todos os produtos foram coletados a partir do recorte para o município de Natal e em seguida utilizando o *software* de geoprocessamento *Arcgis 10.5* utilizou-se a ferramenta *clip* disponível na barra de ferramentas do SIG para realizar o recorte para área de estudos. Os mapas de Hipsometria e Declividade tiveram seus dados tratados a partir do software

Quanttun Gis versão 3.26. A seguir, o quadro 1 demonstra os arquivos utilizados para confecção dos mapas e suas respectivas fontes.

Quadro 1 - Arquivos utilizados para confecção cartográfica do estudo suas respectivas fontes

Produto	Fonte
Mapa de Localização (malhas territoriais municipais e delimitação de bairros)	IBGE, (2021); SEMURB (2012)
Mapa de Geologia (litoestatigrafia)	CPRM (2023)
Mapa de Geomorfologia (compartimentação do relevo)	CPRM (2023)
Mapa de Solos (pedologia)	CPRM (2023)
Mapa Hipsométrico e de Declividade	SRTM - INPE (2023)
Mapa de Uso e Cobertura da Terra	MapBiomas, coleção 7.1 (2021)

Fonte: Autores (2023)

Para conferência e ajuste dos produtos cartográficos, realizou-se trabalhos de campo que viabilizaram a confirmação das feições e nortearam a redação da análise e diagnóstico do meio físico no qual consta neste estudo.

Análise e Diagnóstico do Meio Físico

A partir do desenvolvimento das fases anteriores, foi possível realizar uma correlação integrada entre a teoria obtida nos materiais bibliográficos e os produtos gerados a partir do tratamento cartográfico dos dados, o que culminou no levantamento das informações aqui detalhadas acerca do breve histórico do bairro e suas respectivas bases geoambientais a partir da análise da Paisagem.

Com a confluência dos dados elaborados, é possível a identificação de áreas dentro do bairro que necessitam de atenção especial de políticas públicas e ambientais, onde a partir de um levantamento atualizado de informações, será possível a mediação de conflitos e progressão no que cerne os problemas ali instaurados. Desse modo, foram levantadas informações acerca da: Geologia, Geomorfologia, Altimetria, Declividade, Pedologia e Uso e Cobertura da Terra.

Resultados e Discussões

Levantamento Geoambiental

Geologia

O bairro de Cidade Nova está localizado no município de Natal/RN, a região em questão é composta por uma geologia diversa no que se refere a sua estratigrafia (Figura 2) De acordo com a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo - SEMURB (2010), o arcabouço geológico é formado por três camadas: 1. Embasamento Cristalino, o qual é datado do pré-cambriano e é composto por rochas ígneas e metamórficas destacando-se os granitos, granodioritos, magmatitos e gnaisses (tal camada está situada na base da coluna estratigráfica); 2. Depósitos Mesozóicos, caracterizado por rochas sedimentares como os arenitos e calcários datados do cretáceo e classificados como uma sequência infrabarreiras; 3. Depósitos de Sedimentos, esta camada está distribuída no topo desta estratificação e é datada do período quaternário, desta forma, possui idade de formação recente considerando o tempo geológico, sendo composta por depósitos dunares, praias e planícies aluvionares, estuarinas e de deflação.

A figura 2 representa cartograficamente a geologia do bairro, segundo a CPRM a maior parte da área de estudo é composta pelos Depósitos Eólicos Litorâneos de Paleodunas, os quais são datados do quaternário e depositados na localidade a partir das ações dos ventos litorâneos, destaca-se que em tal depósito está inserida a Zona de Proteção Ambiental 1 (ZPA-1) da cidade, a qual possui uma reserva subterrânea de água devido a geologia sedimentar presente na área.

Com relação a outra unidade geológica presente em Cidade Nova, classificam-se como os Depósitos Colúvio-Eluviais, formados por sedimentos encontrados na própria área e que foram erodidos devido a ação da gravidade, tal característica de formação explica a distribuição espacial desta unidade presente exclusivamente nos locais de menores elevações do terreno. Assim, a área de estudo é composta geologicamente por Depósitos de Sedimentos formados por processos de transporte eólico e coluvial.

Figura 2: Geologia do bairro de Cidade Nova, Natal/RN.

Fonte: Os autores (2023) com base em CPRM (2023)

Geomorfologia

Segundo a CPRM, o arcabouço geomorfológico da área de estudo é composto pelas Planícies Deltaicas, Estuarinas e Praiais, as quais são formadas pelos agentes exógenos que modelaram o relevo da região, principalmente, as ações ligadas aos ventos, dinâmicas fluviais e marinhas. A distribuição deste compartimento pode ser observada na figura 3, destaca-se que a planície se estende por todo o território de Cidade Nova, abrangendo assim 100% da superfície.

Desta forma, o recorte estudado possui maior potencial de sedimentação comparado ao de erosão, pois, a mesma está situada em uma planície costeira; além disso pode-se inferir que o terreno é classificado como plano e suavemente ondulado, com predomínio dos campos dunares, característica predominante em todo o relevo da região onde está localizado o bairro de Cidade Nova.

Logo, atrelada a compartimentação geomorfológica, a hidrografia da área de estudo é baseada em micro drenagens que possuem uma dinâmica de escoamento superficial e de percolação devido a presença de dunas que possuem sedimentos de granulometria arenosa que facilita a entrada da água pelo alto grau de porosidade pedológica. Cabe-se destacar que a maior parte do território do bairro está situado na bacia hidrográfica do Rio Potengi e na área situa-se a maior reserva de água subterrânea da cidade.

Figura 3: Geomorfologia do bairro de Cidade Nova, Natal/RN.

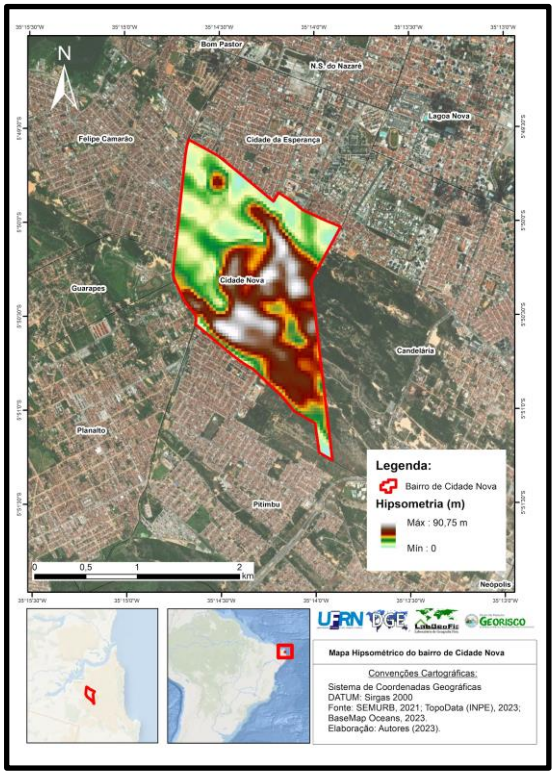
Fonte: Os autores, (2023) com base em CPRM (2023)

Altimetria e Declividade

Para melhor entendimento da paisagem do bairro de Cidade Nova se fez necessário a confecção de dois produtos cartográficos: 1. Mapa Hipsométrico, e 2. Mapa de Declividade. O primeiro (figura 4) foi elaborado a partir do processamento de imagens SRTM disponibilizados pela plataforma digital TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

A partir do uso do software QGIS versão 3.26 foi possível identificar que a elevação do terreno não ultrapassa os 100 metros em relação ao nível médio do mar, as maiores elevações chegam até os 90,75 metros e são representados pelos topos das dunas (DEPÓSITOS EÓLICOS LITORÂNEOS DE PALEODUNAS), já o restante do território possui elevações mais baixas e são representadas pelos terrenos dispostos aos arredores dos campos dunares.

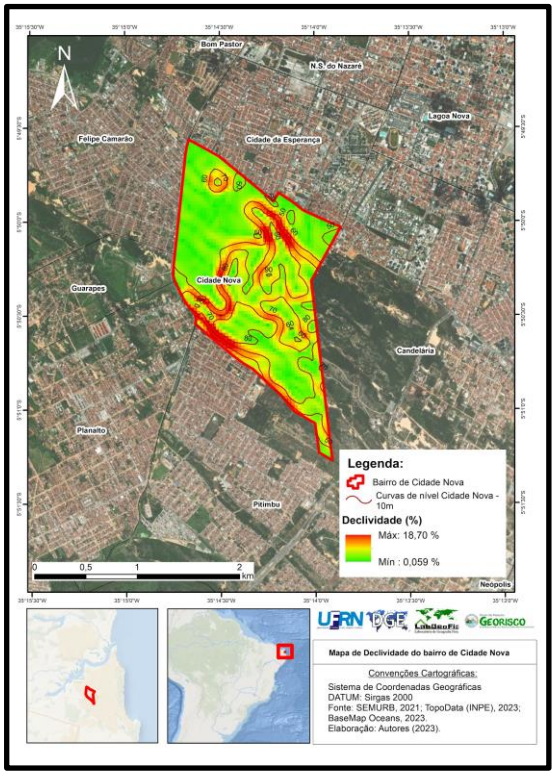
Figura 4: Mapa Hipsométrico do bairro de Cidade Nova, Natal/RN.



Fonte: Os autores, (2023) com base em SRTM (2022)

O segundo produto (figura 5), Mapa de Declividade, foi gerado a partir do TOPODATA-INPE. Nesse processo, as informações sobre a inclinação do terreno foram extraídas em forma de porcentagem. Além disso, para facilitar a compreensão, foram destacadas as curvas de nível do bairro no mapa, possibilitando a identificação dos pontos mais altos do relevo e sua distribuição no espaço. A análise indica que, em Cidade Nova, predominam terrenos planos (com inclinação de 0 a 3%) e suavemente ondulados (entre 3% e 8%). No entanto, nas áreas onde há dunas e resquícios de dunas, o relevo é classificado como ondulado, com declividade variando de 8% a 20%.

Figura 5: Mapa de Declividade e Curvas de Níveis do bairro de Cidade Nova, Natal/RN.



Fonte: Os autores, (2023) com base em SRTM (2022)

Pedologia

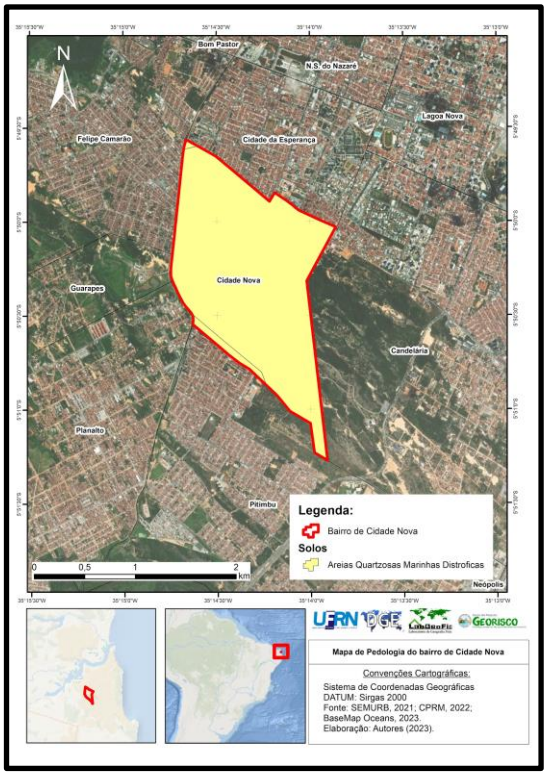
Devido a geologia predominante na região, os solos encontrados no município de Natal/RN são caracterizados pelas granulometrias arenosas com pouca quantidade de sedimentos argilosos e siltosos; dentre os solos encontrados na região destaca-se as Areias Quartzosas Distróficas Marinhas. A SEMURB catalogou no ano de 2010 cinco solos:

> Na estrutura de solos pode-se destacar a predominância da formação de Areias Quartzosas Distróficas Marinhas (correspondente às dunas), Areias Quartzosas Distróficas (solos com baixa freqüência de argila e ocorrentes nas áreas de tabuleiro costeiro), Latossolo Distrófico (apresenta tonalidades de cor amarelada e avermelhada, relevo plano e pouca fertilidade), Solos Aluviais Eutróficos de Textura Indiscriminada (são formados por deposições fluviais com boa presença de argila) e os Solos Indiscriminados de Mangues e Textura Indiscriminada (solo de sedimentos arenosos ocorrentes na Baixada Litorânea) (BRASIL,1971; VILAÇA,1985; VILAÇA et al, 1999). (SEMURB, 2010, p.6).

Em relação aos solos encontrados dentro das delimitações do estudo, a CPRM classifica apenas um tipo: 1. Areias Quartzosas Marinhas Distróficas. A figura 6 representa a distribuição desta feição pedológica, tal solo abrange 100% do bairro e o mesmo corresponde às dunas presentes na geomorfologia da cidade.

Sabe-se que atualmente, este tipo de solo é classificado pela Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuária (EMBRAPA) como Neossolo Quartzarênico, ainda, segundo a EMBRAPA (2023), este neossolo é encontrado em "relevo plano ou suave ondulado, apresenta textura arenosa ao longo do perfil e cor amarelada uniforme abaixo do horizonte A, que é ligeiramente escuro". Outro fator relevante sobre esta pedologia está contido no fato de que os processos erosivos atuantes, não possuírem alto grau de erosão, sendo importantes devido a sua textura arenosa, caracterizando assim um ambiente sensível a tais tipos de fenômenos.

Figura 6: Pedologia do bairro de Cidade Nova, Natal/RN.



Fonte: Os autores, (2023)

Uso e Cobertura da Terra

Ao tratar do aspecto de uso e cobertura da terra é imprescindível a compreensão de esse termo deve ser entendida como a forma pela qual o espaço geográfico é ocupado pelo

homem (ANA, 2016), desse modo, aborda não apenas a cobertura vegetal da área, mas, como esta e suas adjacências são modificadas pela ação antrópica.

Por conseguinte, na área de estudos, foram identificadas 5 classes de uso e cobertura, onde majoritariamente, encontra-se dominada pela área urbana, seguida pelo mosaico de usos próximo às áreas dunares e de confluência com os outros bairros da mesma zona administrativa.

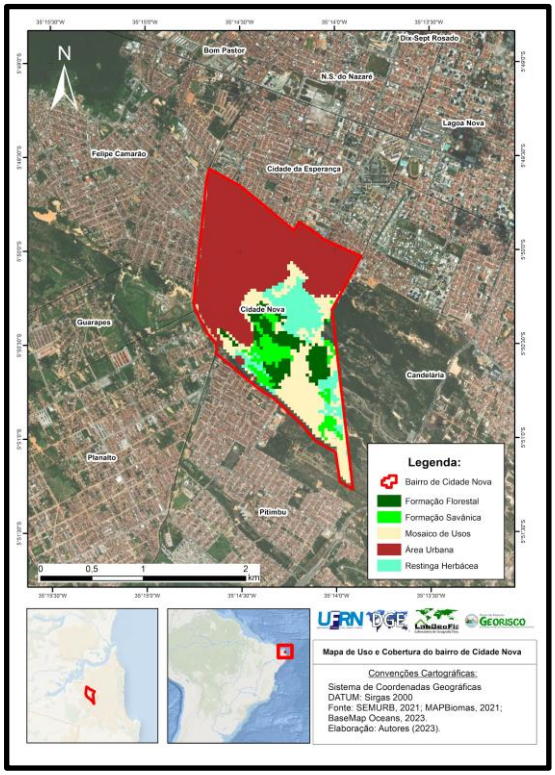
Acerca da cobertura vegetal, é notável a presença das formações florestais, savânicas e de restinga, sendo justificadas por serem fixadoras das dunas e remanescentes do bioma mata atlântica, cujo, há nas proximidades da área de estudos, zonas de proteção ambiental criadas para preservação do patrimônio natural e paisagístico do município, sendo estas a saber: Zona de Proteção Ambiental I e III (ZPA I e ZPA III). O Quadro 2 descreve as classes identificadas de acordo com o MapBiomas, a Figura 7 apresenta o Mapa de Uso e Cobertura do recorte em destaque.

Quadro 2 - Descrição das classes identificadas segundo o MapBiomas

Descrição das classes identificadas segundo o MapBiomas (2021)	**Caracterização da coleção 7.1 MapBiomas**
Formação Florestal	Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semi-Decidual, Floresta Estacional Decidual e Formação Pioneira Arbórea.
Formação Savânica	Savanas, Savanas-Estépicas Florestadas e Arborizadas
Mosaico de Usos (área urbana)	Áreas de vegetação urbana, incluindo vegetação cultivada e vegetação natural florestal e não-florestal.
Área Urbanizada	Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura.
Restinga Herbácea	Vegetação herbácea com influência fluviomarinha.

Fonte: Autores (2023) com base em MapBiomas (2022)

Figura 7: Mapa de Uso e Cobertura do bairro de Cidade Nova, Natal/RN.



Fonte: Os autores, 2023 com base em MapBiomas (2021)

Considerações Finais e Recomendações

Os levantamentos geoambientais podem ser considerados instrumentos essenciais para as políticas ambientais e territoriais, além disso, são de fato documentos ricos em informações do meio físico e social que possibilitam análises gerais das áreas estudadas, auxiliando deste modo estudos técnicos futuros sobre diversas temáticas, destacando-se: diagnósticos ambientais, monitoramentos de áreas de preservação, planejamento territorial e gestão de risco e desastres.

Ao realizar o presente estudo evidencia-se que a área onde se encontra o bairro de Cidade Nova possui uma importância ambiental indiscutível, tendo em vista que a região se encontra em campos dunares, áreas sensíveis a qualquer tipo de intervenção, que propiciaram a formação de um reservatório subterrâneo natural de água e também o desenvolvimento de vegetação nativa que devem ser protegidas. Além disso, o estudo demonstra que existe de fato uma forte urbanização, assim, destaca-se a necessidade de estudos, projetos e formulações de políticas públicas que visem a proteção do meio natural e uma gestão territorial da região minimizando os impactos socioambientais ocasionados pela falta de saneamento básico, desmatamento da vegetação dunar, a incorreta destinação dos resíduos sólidos e pelas ocupações irregulares em áreas de dunas que modificam a paisagem da área e impactam o meio ambiente e a sociedade.

Referências

BRASIL. Agência Nacional de Águas (ANA). **Catálogo de Metadados da ANA: Uso da Terra.** 2016. Disponível em: Catálogo de Metadados da ANA. Acesso em: 15 jul. 2023

EMBRAPA. Solos Tropicais / Neossolos Quartzarênicos. Eliane de Paula Clemente Almeida [et al.]. Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias. Brasil, 2023. Conteúdo migrado na íntegra em: 09/12/2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/neossolos/neossolo-quartzarenicos . Acesso em: 18 jul. 2023.

PREFEITURA DO NATAL. Conheça Melhor o Seu Bairro - Cidade Nova / Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB). Elaboradores: Carlos Eduardo Pereira da Hora, Fernando Antônio Carneiro de Medeiros e Luciano Fábio Dantas Capistrano. Natal, Rio Grande do Norte - Brasil, 2012.

PROJETO MAPBIOMAS. Projeto MapBiomas – Coleção 7.1 da Série **Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. MAPBIOMAS, 2019. Disponível em: <http://mapbiomas.org>. Acesso em: Julho 2023.

ROCHEFORT, Michael. O Desafio Urbano nos Países do Sul. Tradução: Maria Adélia Aparecida de Souza. EDIÇÕES TERRITORIAL - Campinas, Brasil, 2008.

ROSS,Jurandyr Luciano Sanches. Geomorfologia: ambiente e planejamento / Jurandyr Luciano Sanches Ross. 7. ed. - São Paulo: Contexto, 2003. - (Repensando a Geografia).

SEMURB. Natal Ambiental / Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo, Prefeitura do Natal. Natal/RN - Brasil, 2010.

SOUZA, Leonardo Andrade de; SOBREIRA, Frederico Garcia; PRADO FILHO, José Francisco do. Cartografia e diagnóstico geoambiental aplicados ao ordenamento territorial do município de Mariana, MG. 2005.

TUNDISI, José Galiza [et al]. Desenvolvimento sustentado: problemas e estratégias / Elisabete Gabriela Castellano, Fazal Hussain Chaudhry, editores; Amélia Domingues de Castro… [et al.] - - São Carlos: EESC - USP, 2000.

GÓES, Rachel Medeiros de. Imagem sócio-ambiental do bairro de Cidade Nova, Natal-RN, por seus moradores. 2011. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo. (2008). Conheça melhor seu bairro: Cidade Nova. Natal: Autor.

Comparativo do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) e a Temperatura sobre a Piscina Quente do Atlântico Sudoeste (SAWP)

Comparison of the Rainfall Anomaly Index (IAC) and the Temperature over the Southwestern Atlantic Warm Pool (SAWP)

Letícia Barreto Domingues
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0001-5966-2701
leticia.barreto@ufpe.br

Thiago Luiz do Vale
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0001-5326-4622
thiago.luizs@ufpe.br

Fabiano Prestrelo
Agência Pernambucana de Águas e Clima
https://orcid.org/0000-0002-3226-5463
fabiano.prestrelo@apac.pe.gov.br

Edvânia dos Santos
Agência Pernambucana de Águas e Clima
https://orcid.org/0009-0005-3803-0488
edvaniadossantos@gmai.com

Dóris Veleda
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-2103-5950
doris.veleda@ufpe.br

Resumo: O Índice de Anomalias de Chuvas (IAC) é um método utilizado para acompanhamento climático, possibilitando o monitoramento do grau de extensão e intensidade de períodos de excesso e déficit hídricos. O IAC pode ser combinado com outros índices para propiciar uma verificação mais apurada das anomalias, como no caso de interliga-lo com o Índice da Piscina Quente do Atlântico Sul (SAWP), média da temperatura da superfície do oceano sobre as regiões tropicais do atlântico sul, observando a variabilidade das precipitações do Nordeste brasileiro. Desse modo, a presente pesquisa teve como objetivo a realização de uma análise comparativa do IAC clássico e do IAC com adição da normalidade correlacionado com SAWP das 5 mesorregiões do Estado de Pernambuco. Os resultados apresentados no estudo, indicam que na correlação da SAWP com o IAC com normalidade expressou um monitoramento mais eficaz, enquanto que o IAC clássico indicou uma inconsistência, mascarando, assim, os dados.
Palavras-chave: IAC; SAWP; Normalidade;

Abstract: The Rainfall Anomaly Index (HAI) is a method used for climate monitoring, making it possible to monitor the extent and intensity of periods of water surplus and deficit. The IAC can be combined with other indices to provide a more accurate verification of anomalies, as in the case of linking it with the South Atlantic Warm Pool Index (SAWP), the average ocean surface temperature over the tropical regions of the South Atlantic, observing the variability of precipitation in the Brazilian Northeast. The aim of this study was to carry out a comparative analysis of the classic IAC and the IAC with the addition of normality correlated with the SAWP in the five mesoregions of the state of Pernambuco. The results presented in the study indicate that the correlation of SAWP with the IAC with normality expressed more effective monitoring, while the classic IAC indicated an inconsistency, thus masking the data.
Keywords: RAI; SAWP; Normality.

Introdução

O Índice de Anomalias de Chuva (IAC), desenvolvido por Rooy (1965) e aprimorado para a região Nordeste por Freitas (1998), é uma importante ferramenta de análise da distribuição pluviométrica de uma dada região em razão da sua simplicidade procedimental e determinação qualitativa (SANCHES, et al.,2014). O índice possibilita o monitoramento quase que contínuo, podendo variar sua escala do diário ao anual, do grau de severidade e duração do período de excesso e déficit hídrico (Freitas, 1996ª; Araújo et al. 2007; Marcuzzo et al. 2011; Sanches et al. 2014; Nery e Siqueira, 2020).

O uso do IAC propicia a identificação de padrões ou mudanças no comportamento da chuva e da seca em uma bacia. Todavia, a ferramenta possui outras aplicações que vão além da medição de extensão e austeridade, sendo também utilizado para o acompanhamento climatológica das secas e umidade do solo das regiões semiáridas; para o monitoramento do comportamento das precipitações em uma bacia de um rio; para exame do regime pluviométrico de um Município correlacionando com eventos ENOS (ARAÚJO et al., 2009a; 2009b; AZEVEDO E SILVA, 1994; EWALD, 2010).

Considerando o fato de que os eventos nas escalas temporais interanuais e decenais contribuem para a variabilidade da precipitação de um determinado local, o monitoramento destes eventos se torna de extrema importância para a compreensão das condições climáticas nessa área (FREITAS, 1995 a e b; ASSIS e *et.al*, 2013). Por essa razão, a previsão e monitoramento de períodos de secas ou períodos chuvosos são essencialmente úteis, uma vez que auxiliam na gestão dos recursos hídricos e atenuação de problemáticas sociais (NÓBREGA *et al*., 2016).

Há uma interligação positiva entre a temperatura da superfície do oceano (TSM) sobre as regiões mais ocidentais do tropical atlântico sul (Tropical South Atlantic-TSA) e a variabilidade das precipitações do Nordeste Oriental do Brasil (NEB) (MOURA *et al*., 2009), essas correlações estão ligadas ao transporte de vapor d'água do oceano para a terra (CAVALCANTI; GANDU; AZEVEDO, 2002), troca de calor e umidade entre o oceano e a atmosfera (FOLTZ; MCPHADEN, 2006; CINTRA et al., 2015; HOUNSOU-GBO et al., 2015) e instabilidades sobre águas quentes (WANG; ENFIELD, 2001). Nessas regiões, a dinâmica oceânica favorece a baixa pressão na superfície, a convergência de umidade, aumentando o teor de vapor d'água, as instabilidades atmosféricas e a nebulosidade convectiva. Além disso, intensificando os sistemas meteorológicos que irão modular a precipitação em regiões continentais adjacentes às águas superficiais mais quentes (BROWN; ZHANG, 1997; WANG et al., 2006; KOUADIO et al., 2012; HOUNSOU-GBO et al., 2015).

Entretanto, os resultados apresentados no IAC correlacionados com a SAWP sem uma classificação de normalidade apresentam uma inconsistência no monitoramento,

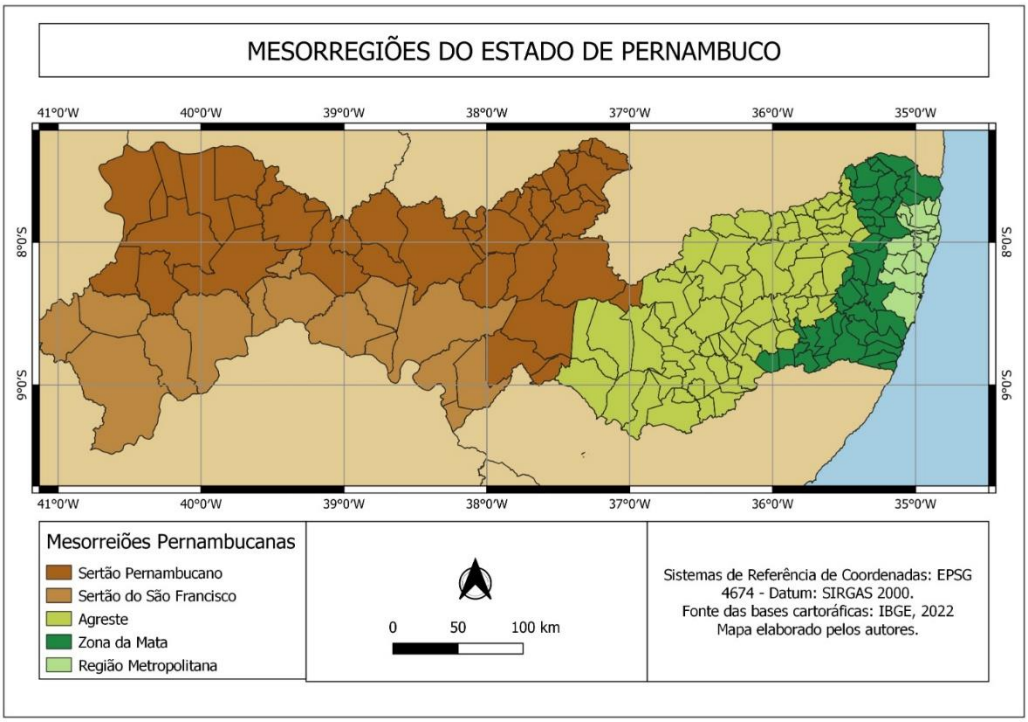
mascarando, assim, os dados. Este trabalho, portanto, tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre o IAC clássico (Rooy, 1965), aprimorado para a região Nordeste por Freitas (1998) e Araújo et al. (2009ª), e o IAC adicionando uma classificação de normalidade que consta um limite de 20% (-0.8 a +0.8) e o impacto disso na região de desenvolvimento de Pernambuco.

Metodologia

Área de estudo

O domínio de estudo compreende o Estado de Pernambuco, com coordenadas geográficas entre -9° 47' 39" a -7° 25' 61" de latitude, e -41° 36' 33" a -34° 80' 88" de longitude, situado a centro-leste da região Nordeste, cuja área corresponde a 98.281 km. O Estado faz fronteira ao Norte com o Ceará e a Paraíba, a Oeste, com o Piauí, ao Sul com Bahia e Alagoas, e a Leste, com o Oceano Atlântico. Possuindo ao todo 184 Municípios, divididos em 5 mesorregiões: Metropolitana do Recife, Zona da Mata, Agreste, Sertão Pernambucano e Sertão do São Francisco. A Figura 1 mostra o mapa de Pernambuco com as subdivisões das Mesorregiões.

Figura 1 – Mapa das Mesorregiões de Pernambuco.



Fonte: Autores (2023).

Período de Estudo

Os dados utilizados neste estudo são oriundos de estações meteorológicas e pluviômetros pertencentes à Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Foram

utilizados os dados diários das variáveis temperaturas máximas e mínimas da superfície da atmosfera e oceânica, umidade relativa do ar e precipitações do período de setembro de 1981 a fevereiro de 2023. A escala temporal foi adotada de acordo com os padrões estabelecidos pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) que preceitua que as normais climatológicas são “valores médios calculados para um período relativamente longo e uniforme, compreendendo no mínimo três décadas consecutivas” e padrões climatológicos normais como “médias de dados climatológicos calculadas para períodos consecutivos de 30 anos” (UFJF,2023).

Índice de Anomalias de Chuvas (IAC)

O Índice de Anomalias de Chuvas (IAC) é um método desenvolvido por Rooy (1965) e adaptado por Freitas (2004) para o Nordeste Brasileiro, empregado para analisar o grau de severidade, extensão e intensidade dos anos secos e chuvosos em uma dada região, podendo também ser aplicado para realização da distinção de localidades pluviometricamente heterogêneas. Conforme Sanches et al. (2014), o IAC é uma importante ferramenta de análise das precipitações em razão de sua simplicidade procedimental e a determinação qualitativa de anomalias extremas.

A metodologia do IAC proposta pelos autores é sintetizada pelas seguintes equações:

$$IAC = 3\left[\frac{(N - \overline{N})}{(M - \overline{N})}\right], \text{para anomalias positivas}$$

$$IAC = -3\left[\frac{(N - \overline{N})}{(\overline{X} - \overline{N})}\right], \text{para anomalias negativas}$$

Sendo:

N = precipitação anual (mm);
$\overline{N}$ = precipitação média anual da série histórica (mm);
$\overline{M}$ = média das 10 maiores precipitações anuais da série histórica (mm);
$\overline{X}$ = média das 10 menores precipitações anuais da série histórica (mm).

As equações encontram as anomalias, sendo consideradas anomalias positivas quando os valores estão acima da média histórica de precipitação, enquanto que as anomalias negativas são visualizadas quando os valores estão abaixo da média histórica.

Sendo classificadas de acordo com a sistemática apresentada por Freitas (2004) e Araújo et al. (2007) conforme a intensidade, variando de extremamente seco a extremamente úmido.

Tabela 1: Classificação da intensidade do IAC proposta por Araújo et al. em 2007.

	Faixa do IAC	Classe de Intensidade
Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Acima de 4	Extremamente úmido
	2 a 4	Muito úmido
	0 a 2	Úmido
	0 a -2	Seco
	-2 a -4	Muito Seco
	Abaixo de -4	Extremamente seco

Fonte: Adaptado de Araújo *et al.* (2009).

Em virtude da classificação da intensidade do IAC proposta por Araújo (2007) não contemplar a identificação de períodos de neutralidade, fez-se necessário uma adaptação, tendo a classificação de úmido passando de 0 a 2 para 0,8 a 2, a classificação de seco modificou-se de -2 a 0 para -2 a -0,8 e adicionou-se a classificação de normalidade para o intervalo entre -0,8 até 0,8, segundo similarmente proposto por Fernandes *et al.* (2009) e usado por Silva *et al.* (2022), todavia, o limite proposto nesse estudo equivale a 20% dos limites extremos.

Essa adaptação foi necessária, pois entre os períodos secos e úmidos existe um período de neutralidade que a classificação anterior não contemplava, dificultando a visualização do da transição entre regimes secos e úmidos e vice-versa.

Tabela 2: Classificação da intensidade do IAC com adição da normalidade.

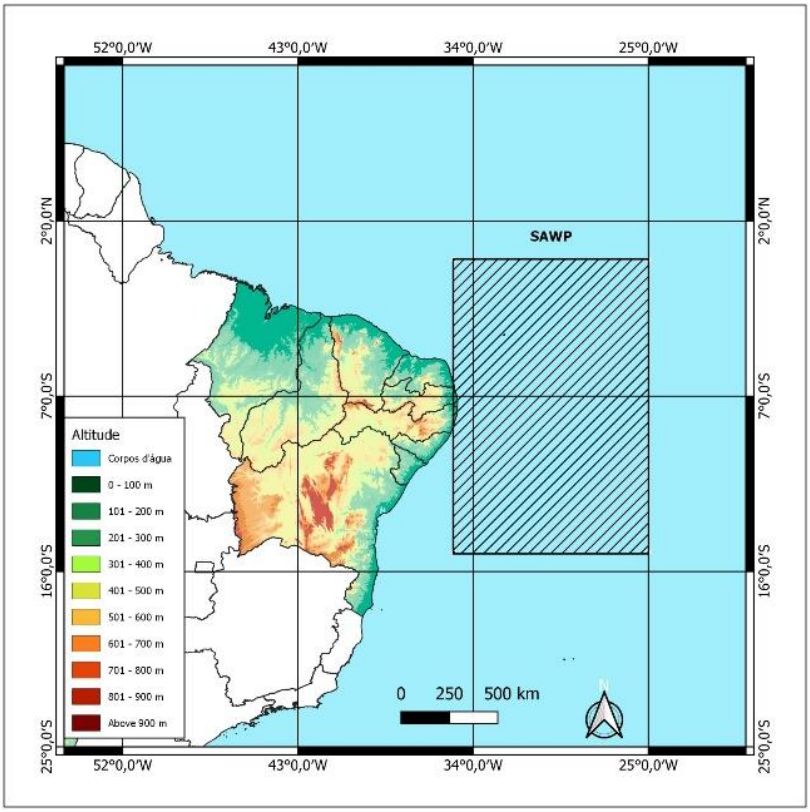
	Faixa do IAC	Classe de Intensidade
Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	Acima de 4	Extremamente úmido
	2 a 4	Muito úmido
	0,8 a 2	Úmido
	0,8 a -0,8	Normalidade
	-0,8 a -2	Seco
	-2 a -4	Muito Seco
	Abaixo de -4	Extremamente seco

Fonte: Adaptado de Fernandes *et al.* (2009).

Piscina Quente do Atlântico Sul - SAWP

O índice SAWP refere-se às anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (TSM) na região compreendida entre 15ºS a 0º de Latitude e de 34ºO a 30ºW de Longitude conforme a Figura 2. Para realização do índice foi necessário a remoção da tendência de TSM que o Atlântico vem sofrendo conforme o IPCC (2022). Após a remoção de tendência, foi realizada uma média espacial da área, indicando os períodos com anomalias positivas e negativas sob a SAWP.

Figura 2- Região da SAWP.



Fonte: Autores (2023).

Percentis

O método de percentis é um procedimento desenvolvido por Pinkayan (1966) e amplamente utilizada por Xavier (2001), foi empregada para estabelecer a classificação e o monitoramento de períodos secos e chuvosos, por meio de uma variável aleatória que representa o valor do índice de vegetação, precipitação ou de temperatura num intervalo determinado de tempo, representando sues intervalos as probabilidades ou frequências esperadas para cada um dos eventos que podem ocorrer na sequência da série temporal de

uma variável *x*. No presente estudo utilizou-se como variável a temperatura da SAWP, em que classificou como p0,10 extremamente frio, p0,10-0,25 frio, p0,25-0,75 neutro, p,075-0,90 quente, e acima de p0,90 extremamente quente.

Após a realização dos percentis, foram agrupados o IAC de acordo com os períodos encontrados pelos percentis na SAWP, pelas Mesorregiões do Estado. O resultado do agrupamento é uma matriz onde o eixo Y consta da temperatura sob a SAWP e das Mesorregiões, e o eixo X com os períodos relativos a TSM persistida da SAWP. Vale salientar que ambas variáveis são realizadas usando média móvel de 12 meses.

Resultados

Análise do índice SAWP com normalidade

A partir da análise dos períodos, classificados de acordo com a metodologia proposta por com adição da normalidade Fernandes (2009), possibilitou-se a compreensão da predominância de regimes, divididos em estágios da SAWP existentes nas localidades.

Ao observar os dados extraídos do período extremamente frio do índice da SAWP na Região Metropolitana do Recife, nota-se que houve uma predominância de déficit hídrico, desse modo, quando a SAWP está nessa fase, identifica-se a preeminência quase que total de anomalias negativas de chuva. Na Região da Zona da Mata, ocorreu um padrão semelhante, imperando também o predomínio de déficit hídrico. O mesmo padrão de predomínio de anomalia negativa de chuvas fora observado na Região do Agreste, na Região do Sertão Pernambucano e na Região do Sertão do São Francisco.

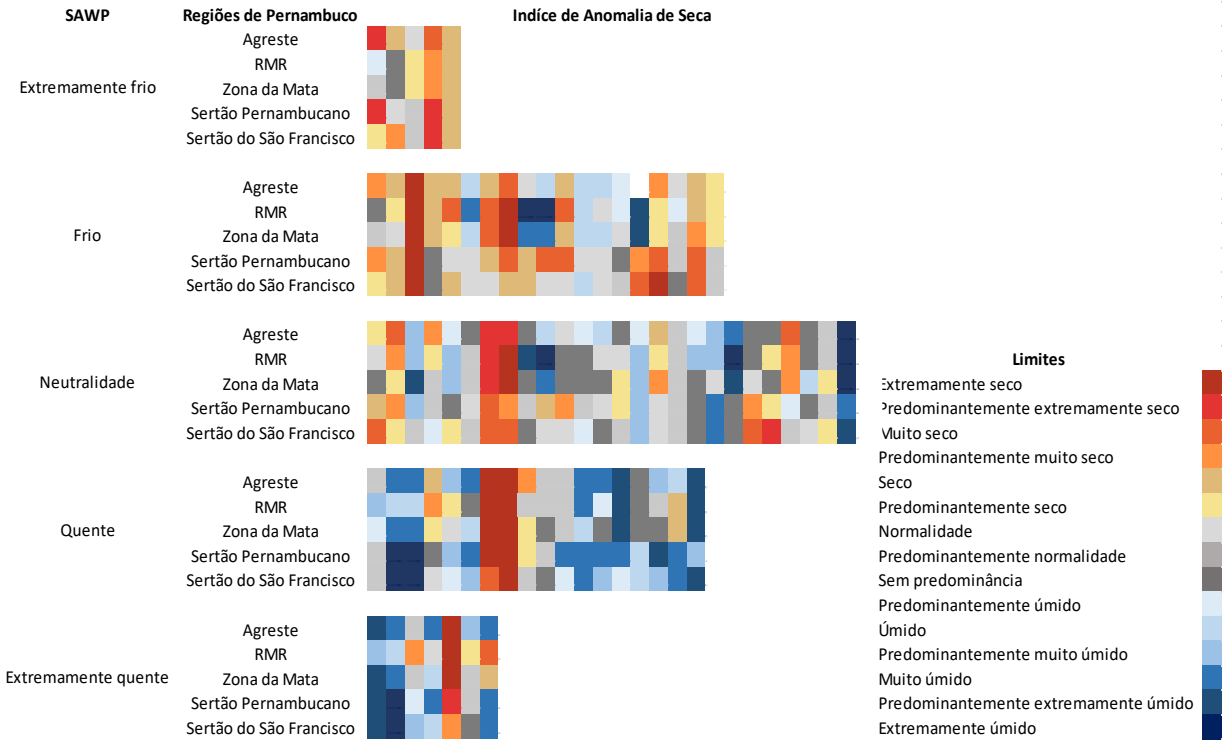
Na fase fria da classificação do índice SAWP, extrai-se o predomínio de anomalias negativas de chuvas na RMR, contudo, não ocorreu de forma quase que totalitária. Desta forma, na Região da Zona da Mata também existiu o predomínio do regime escasso, também se observa que a partir dos anos 2000 apenas na RMR, Zona da Mata e Agreste houve uma intensificação de anos úmidos em detrimento de secos. Resultados similares foi encontrado em Nóbrega et al. (2016) em que os autores encontraram ausência de anos secos de 2000 a 2010 na RMR. O mesmo ocorreu na Região do Agreste, na Região do Sertão Pernambucano, havendo também o predomínio de déficit hídrico. Enquanto que na Região do Sertão do São Francisco apesar de conter um predomínio de déficit hídrico, nota-se que houve um número maior de anos de predominantemente normalidade a normalidade quando comparado com a Região do Sertão Pernambucano, contendo 9 fases secas, com variação do extremamente seco a predominantemente seco, 1 fase úmida, 7 fases de normalidade (01/05/1997, 01/02/1998, 01/04/2001, 01/09/2001, 01/11/2002, 01/02/2006 a 01/05/2006 e 01/06/2018 a 01/01/2019) e 2 fases sem predominância.

No estágio da normalidade da SAWP, percebe-se que na RMR houve a preeminência de anomalia positiva de chuvas. Observa-se também na Região que a partir do ano de 2001 a ocorrência de períodos úmidos foi impulsionada. Diferentemente do que ocorreu na Zona da Mata, onde não existiu o predomínio de nenhum regime específico, contudo, verifica-se um predomínio significativo de regimes úmidos e normalidade a partidos dos anos 2000, existindo variação no grau de intensidade. Enquanto que na Região do Agreste, observa-se que houve um predomínio de excesso hídrico, sendo este intensificado a partir de 2001. Já no Sertão Pernambucano e no Sertão do São Francisco não houve predomínio de regime específico, De forma parecida foi verificado no Sertão do São Francisco.

No período quente do índice do SAWP, nota-se que na RMR existiu um predomínio de excesso hídrico, sendo intensificado após os anos 2000. Observa-se que na Região da Zona da Mata e na Região do Agreste ocorreu semelhantemente, imperando a anomalia positiva de chuvas. O mesmo padrão foi observado no Sertão Pernambucano e no Sertão do São Francisco, havendo a considerável preeminência do excesso hídrico, apresentando-se, a partir de 2009, anos chuvosos de forma sequencial e mais intensa.

Enquanto que na fase extremamente quente, nota-se que na RMR e na Zona da Mata não houve um predomínio de regime. Enquanto que no Agreste, Sertão Pernambucano e Sertão do São Francisco, verificou-se uma preeminência de anomalias positivas de chuva.

Figura 3 – Matriz de agrupamento das classificações dos percentis da SAWP, junto com as mesorregiões de Pernambuco e as classificações de regimes de chuva pelo IAC com normalidade.



Fonte: Autores (2023).

Análise do índice SAWP sem normalidade

A utilização do índice SAWP permitiu identificar padrões no comportamento da chuva dispostos nas Regiões de Desenvolvimento do Estado de Pernambuco conforme a Figura 4. Dessa forma, a partir da análise dos períodos, classificados de acordo com a metodologia proposta por Araújo (2007), variando do extremamente frio ao extremamente quente, possibilitou-se a compreensão da predominância de regimes, divididos em estágios da SAWP, que alternam-se do extremamente úmido ao extremamente seco, existentes nas localidades.

Ao analisar os dados extraídos do período extremamente frio do índice da SAWP na Região Metropolitana do Recife, observa-se que resultou o predomínio de escassez hídrica. Identificou-se padrão igual na Regiões da Zona da Mata, Agreste, Sertão Pernambucano e Sertão do São Francisco.

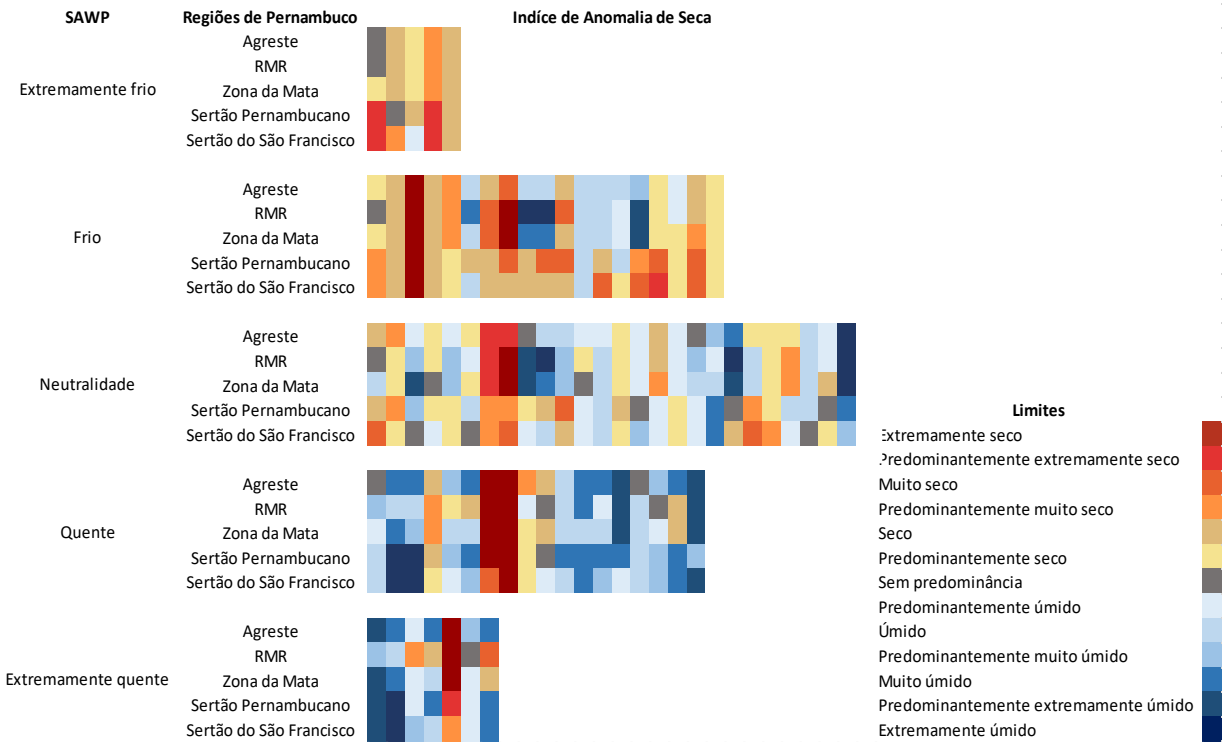
Na fase fria do índice SAWP, verificou-se que existiu o predomínio da escassez hídrica na RMR, contudo, não ocorreu de forma quase que totalitária. Nota-se na Região que após o ano de 2001 houve uma intensificação do regime úmido. De forma semelhante, ocorreu na Região da Zona da Mata e do Agreste, existindo também o predomínio da escassez. Já Região do Agreste apresentou um perfil semelhante, predominando a escassez hídrica. De forma mais intensificada ocorreu a preeminência nas Regiões do Sertão Pernambucano e do Sertão do São Francisco.

No estágio da normalidade da SAWP, percebe-se que na RMR existiu o predomínio do excesso hídrico, observa-se na região que a partir do ano de 1999 a ocorrência de períodos úmidos foi impulsionada. De forma parecida ocorreu na Zona da Mata, tendo ocorrido uma elevação na incidência de anos úmidos a partir de 1999. Desse modo parecido, observa-se no Agreste a preeminência de anomalias positivas de chuvas. Identificou-se no Sertão Pernambucano e no São Francisco um padrão contrário, prevalecendo da anomalia negativa.

No período quente do índice do SAWP, nota-se que na RMR existiu o predomínio de anomalias positivas de chuva, verifica-se na região a uma intensificação de períodos úmidos a partir de 2003. Observa-se que a Região da Zona da Mata houve o mesmo padrão, havendo intensificação em 2009. Observa-se que ocorreu de forma parecida o mesmo padrão na Região do Agreste, Sertão Pernambucano e Sertão do São Francisco, ocorrendo a intensificação a partir de 2008.

Na fase extremamente quente, percebe-se que na RMR houve o predomínio da escassez hídrica. Diferentemente ocorreu na Zona da Mata e no Agreste, onde imperou do excesso hídrico. Entretanto, verifica-se que no Sertão Pernambucano e no Sertão do São Francisco não houve o predomínio do regime.

Figura 4 – Matriz de agrupamento das classificações dos percentis da SAWP, junto com as mesorregiões de Pernambuco e as classificações de regimes de chuva pelo IAC sem normalidade.



Fonte: Autores (2023).

Comparação dos dados da SAWP com e sem normalidade

Ao realizar a comparação dos dados do IAC combinado com SAWP com e sem normalidade, identificam-se diferenças e particularidades pontuais em relação ao número e duração dos períodos do extremamente frio a extremamente quente.

Observa-se que em ambos os métodos, no período extremamente frio, os índices registraram o predomínio de períodos de déficit hídrico. Entretanto, visualizou-se no período com normalidade registros de predominância de anomalias positivas de chuvas, a exemplo da RMR na fase de 1991 a 1993, além de descaracterizar períodos secos, como ocorreu na RMR, Agreste e Sertão Pernambucano no início de 1996, justamente devido a inserção da categoria normalidade.

Já na fase fria, identificam-se em ambos os métodos predominou períodos com déficit hídrico. Todavia, no método sem normalidade, houve uma incidência maior de períodos úmidos, contudo, uma parte significativa do período úmido passou a ser dentro da normalidade no outro método, repetindo-se esse padrão também nos períodos secos.

No estágio de neutralidade, auferiu-se a maior diferença entre os métodos. Não houve predominância clara de um regime no método sem normalidade, em contrapartida, o outro método obteve o registro do predomínio da normalidade e sem a predominância de regime.

Em relação aos períodos quente e extremamente quente, a consequência da adição da categoria da normalidade no IAC apresenta-se de forma similar aos períodos frios e extremamente frios, porém com as categorias úmidas predominando.

Discussão

O método do IAC é uma ferramenta habilmente utilizada para o acompanhamento climático, ocorre que existem duas formas usadas para classificar o grau de intensidade da anomalia positiva e negativa, a mais conhecida e empregada é a de Araújo *et al.* (2007), na qual institui 6 fases, alternando do extremamente frio ao extremamente quente, e a de Fernandes *et al.* (2009), cuja classificação possui 7 fases, incluindo a normalidade/neutralidade.

Nóbrega *et al.* (2016) operou em seu estudo a classificação de Araújo, encontrando para a RMR e Zona da Mata a predominância do IAC positivo a partir dos anos 2000, enquanto que a concentração de anomalias negativa de chuvas se encontram em preponderância disciplinadas na década de 90, já para as Regiões do Agreste e Sertão, os excessos hídricos tornaram-se mais recorrentes a partir de 2002, ao passo que os déficits hídricos ficaram mais distribuídos de 1990 a 2001. Já no estudo de Silva *et al*. (2022) adotou Fernandes et al. (2009) para mensurar o grau de intensidade do IAC, na RMR e Zona da Mata os anos de anomalias positivas que mais se destacam foram 1992, 1994, 2000, 2004 e 2010 e os anos de anomalias negativas que mais se sobressaem 1993, 1998 e 1999, todavia, localizam-se anos sequencias de anomalias negativas de 2014 a 2020, excetuando-se 2019, à medida que o Agreste e Sertões Pernambucano e do São Francisco, as escassezes hídricas foram bem mais preeminentes do que os excessos hídricos, ficando caracterizados os anos de 2010, 2011 e 2020 como anomalias positivas. Enquanto que o encontrado na presente pesquisa, apesar de também assemelhar-se em classificar os anos de 93, 98 e 99 como anomalias negativas, desconvir da grande predominância do IAC positivo de 2000 mostrada por Nóbrega *et al.* (2016) para a RMR e Zona da Mata , na qual apresenta unicamente os anos de 2001 e 2005 como negativos na RMR e os anos de 2005, 2007 e 2008 para a Zona da Mata, demonstrando o estudo, que nos anos de 2000 a 2010 existiram na RMR 4 períodos secos (01/09/2001, 01/10/2001 a 01/06/2002, 01/06/2006 a 01/12/2006 e 01/01/2007 a 01/04/2007) e 2 períodos sem predominância (01/01/2007 a 01/04/2007 e 01/03/2010 a 01/05/2011) e na Zona da Mata foram 4 períodos secos (01/09/2001, 01/12/2002 a 01/09/2003 e 01/06/2006 a 01/12/2006 e 1 período sem predominância (01/10/2001 a 01/06/2002), todavia, a classificação sem normalidade acaba por mascarar esses resultados por considerar que a menor concentração de chuva é anomalia positiva, onde acaba por desconsiderar o período de normalidade

existente de uma fase seca para úmida. Diverge também da concentração sequencial de anomalias negativas de 2014 a 2018 exibida por Silva *et al.* (2022), uma vez que ao longo do período disposto encontraram-se fases úmidas, normalidade e sem predominância espalhadas pelas cinco regiões.

Souza *et al.*(2020) logrou a classificação de Araújo *et al*.(2007) em seus estudos sobre o munícipio de Tucuruí da Região Norte, visualizou-se mais fases de déficits hídricos que excessos hídricos, sendo observado de forma parecida na pesquisa de Ferreira *et al.* (2021) que também adotou a mesma classificação de intensidade no Estado do Espírito Santo, localizado na Região Sudeste, e na de Lulu *et al*. (2022) sobre o Estado de Mato Grosso, ocorre que pela falta da normalidade alguns resultados mostraram-se mascarados, por esta razão houveram a preeminência de fases negativas, um efeito parecido foi visualizado no estudo de Nóbrega *et al.* (2016) aplicado nas regiões do Agreste e Sertões pernambucanos. Á medida que a pesquisa de Gross e Cassol (2015) usou a classificação de Fernandes *et al.* (2009) para o Estado do Rio Grande do Sul, na Região Sul, observou uma significativa predominância de períodos escassos, paralelamente o que Silva *et al*. (2022) notou para as demais regiões pernambucanas, o que foi diferentemente visualizado no presente estudo.

Considerações Finais

Este trabalho, teve como objetivo realizar uma análise comparativa entre o IAC clássico (Rooy, 1965), aprimorado para a região Nordeste por Freitas (1998) e Araújo et al. (2009ª), e o IAC adicionando uma classificação de normalidade que consta um limite de 20% (-0.8 a +0.8) simil e o impacto disso nas 5 mesorregiões do Estado de Pernambuco.

A inserção da categoria normalidade não interferiu nas características do regime pluviométrico em anos de anomalias frias ou quentes, não obstante existe uma mudança preponderante na visualização pluviométrica quando se aproxima da média climática, resultando em maior detalhamento na transição entre regimes secos e úmidos e vice-versa.

Ao analisar a influência da SAWP na característica pluviométrica em Pernambuco, nota-se a influência direta e linear entre a temperatura da SAWP e as precipitações, sendo temperaturas mais frias, há em sua maioria registro de escassez hídrica, enquanto que mais quente há uma tendência maior de excesso hídrico.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Agência de Águas e Clima de Pernambuco- APAC e a Universidade Federal de Pernambuco.

Referências

ALMEIDA, Guilherme Giorgi Leite de. **AVALIAÇÃO DE TENDÊNCIAS DA PRECIPITAÇÃO NO ESTADO DE PERNAMBUCO**. 2019. 76 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

ALVES, Jandelson de Oliveira; ALVES, Jandelson de Oliveira; QUEIROZ, Maria Gabriela de; QUEIROZ, Maria Gabriela de; FERREIRA, Jadna Mylena da Silva; ARAÚJO JÚNIOR, George do Nascimento. Índice de anomalia de chuva para diferentes mesorregiões do Estado de Pernambuco. **Pensar Acadêmico**, Manhuaçu, v. 14, n. 1, p. 37-47, 2016.

AMBIENTAL, Laboratório de Climatologia e Análise. **Normais climatológicas**. Disponível em: https://www2.ufjf.br/labcaa/normais-climatologicas/#:~:text=A%20Organiza%C3%A7%C3%A3o%20Meteorol%C3%B3gica%20Mundial%20(OMM,per%C3%ADodos%20consecutivos%20de%2030%20anos.%E2%80%9D. Acesso em: 30 maio 2023.

ARAÚJO, L. E.; SILVA, D. F; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. **Análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação na Bacia do Rio Paraíba usando IAC**. Revista de Geografia, v. 24, n. 1, p. 47-59, 2007.

ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA, F. A. S. **Análise Climática da Bacia do Rio Paraíba - Índice de Anomalia de Chuva (IAC).** Engenharia Ambiental, v. 6, n. 3, p.508-523, 2009.

ARAÚJO, Lincoln Elói de; SILVA, Djane Fonseca da; MORAES NETO, João Miguel de; MORAES NETO, João Miguel de. Análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação na bacia do rio Paraíba usando IAC. **Revista de Geografia**, Recife, v. 24, n. 1, p. 47-59, abr. 2007.

ASSIS, J. M. O.; SOBRAL, M. C.; SOUZA, W. M. Análise de detecção de variabilidades climáticas com base na precipitação nas bacias hidrográficas do Sertão de Pernambuco. Revista Brasileira de Geografia Física, Recife, v. 5, n. 3, 2012.

ASSIS, J. M. O.; SOUZA, W. M.; SOBRAL, M. C.; MELO, G. L.; IRMÃO, R. A. Índice de anomalia de chuva (IAC) como indicador para análise da variabilidade climática na bacia hidrográfica do Rio Pajeú – PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20., Bento Gonçalves, 2013. Anais..., Bento Gonçalves, 2013.

ASSIS, J.M.O.; SOUZA, W.M.; SOBRAL, M.C. Análise climática da precipitação no submédio da bacia do rio São Francisco a partir do índice de anomalia de chuva. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, n. 36, p. 115-127, 2015.

AZEVEDO, P.V.; SILVA, V.P.R. Índice de seca para a microrregião do agreste da Borborema, no Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Meteorologia, 9(1): 66-72, 1994.

BEZERRA, Alan Cezar; COSTA, Sidney Anderson Teixeira da; SILVA, Jhon Lennon Bezerra da; ARAÚJO, Athos Murilo Queiroz; MOURA, Geber Barbosa de Albuquerque; LOPES, Pabrício Marcos Oliveira; NASCIMENTO, Cristina Rodrigues. Annual Rainfall in Pernambuco, Brazil: regionalities, regimes, and time trends. **Revista Brasileira de Meteorologia**, [S.L.], v.

36, n. 3, p. 403-414, set. 2021. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/0102-77863630129.

Brown, R. G., and C. Zhang, 1997: Variability of midtropospheric moisture and its effect on cloud-top height distribution during TOGA COARE. *J. Atmos. Sci.*, **54**, 2760–2774, https://doi.org/10.1175/1520-0469(1997)054<2760:VOMMAI>2.0.CO;2.

Cavalcanti , EP , AW Gandu , e PVDE Azevedo ,2002:Transporte e balanço de vapor d'água atmosférico sobre o Nordeste do Brasil. *Rev. Bras. Meteoro.* ,**17**,207–217.

EWALD, K.H. Alterações do volume de precipitação no município de Marechal Cândido Rondon no período de 1965 a 2008. XVI Encontro Nacional de Geógrafos. Anais... Porto Alegre: 2010.

FERNANDES, Diego Simões; HEINEMANN, Alexandre Bryan; PAZ, Rosidalva Lopes da; AMORIM, André de Oliveira; CARDOSO, Aparecida Socorro. **Índices para a quantificação da seca**. Santo Antônio de Goiás: Emprapa, 2009. 48 p.

FERREIRA, MGL.; SILVA, PC de M. .; MUNIZ, FM.; ANASTÁCIO, DCO.; SOUZA NETO, JP de.; ALMEIDA , CF de .; PEREIRA, CDT.; OLIVEIRA, AS de; MARQUES, RF de PV.; FREITAS, AS de . Análise do Índice de Anomalia das Chuvas na região do extremo sul do Estado do Espírito Santo – ES. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento** , *[S. l.]* , v. 10, n. 11, 2021.

FREITAS, M.A.S. 1996a: **Aspectos a Serem Considerados Quando de uma Análise Regional Integrada de Secas**, Revista Tecnologia - UNIFOR, vol. 17, 9-17.

FREITAS, M.A.S. 1996b: **Previsão de Secas por Meio de Métodos Estatísticos e Redes: Neurais e Análise de Suas Características Através de Diversos Índices (Ceará - Nordeste do Brasil)**, IX Congresso Brasileiro de Meteorologia, Campos do Jordão, 6 a 13 de novembro de 1996.

FREITAS, M.A.S.1997a: Regionale Dürreanalyse anhand statistischer Methoden und Neuro-Fuzzy-Systemen mit Anwendung für Nordost-Brasilien, Doctoral Dissertation, University Hannover, Germany.

FREITAS, M. A.S. 1997b: **Análise Estatística da Relação entre o Fenômeno do El-Niño e a Seca no Estado do Ceará**, /// Encontro de Iniciação à Pesquisa, de 15 a 17 de setembro de 1997, Resumos, Universidade de Fortaleza - UNIFOR.

FREITAS, M.A.S. & M.H.A. Bilib, 1997: Drought Prediction and Characteristic Analysis in Semi-Arid Ceará / Northeast Brazil, Symposium "Sustainability of Water Resources Under Increasing Uncertainty", IAHS Publ. No. 240, 105-112, Rabat, Marrocos.

FREITAS, M.A.S. A Previsão de Secas e a Gestão Hidroenergética: O Caso da Bacia do Rio Parnaíba no Nordeste do Brasil. In: Seminário Internacional sobre Represas y Operación de Embalses. v. 1. p. 1-1,2004.

FREITAS, M.A.S. Um Sistema de Suporte à Decisão para o Monitoramento de Secas Meteorológicas em Regiões Semi-Áridas. Revista Tecnologia. v. Supl., p. 84-95, 2005.

GROSS, Joceli Augusto. **Índice de anomalia de chuva (iac) dos municípios do Rio Grande do Sul afetados pelas estiagens no período de 1991 a 2012**. 2015. 100 f. Dissertação

(Mestrado) - Curso de Geografia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

GROSS, Joceli Augusto; CASSOL, Roberto. Índice de anomalia de chuva do estado o Rio Grande do Sul. **Ambiência Guarapuava**, Paraná, v. 11, n. 3, p. 529-543, 2015.

Hounsou-gbo, G. A., M. Araujo, B. Bourlès, D. Veleda, and J. Servain, 2015: Tropical Atlantic contributions to strong rainfall variability along the northeast Brazilian coast. *Adv. Meteor.*, **2015**, 902084, http://dx.doi.org/10.1155/2015/902084.

Kouadio, Y. K., J. Servain, L. A. T. Machado, and C. A. D. Lentini, 2012: Heavy rainfall episodes in the eastern Northeast Brazil linked to large-scale ocean–atmosphere conditions in the tropical Atlantic. *Adv. Meteor.*, **2012**, 369567, https://doi.org/10.1155/2012/369567.

LULU, Jorge; NASCIMENTO, Alexandre Ferreira do; MENEGUCI, João Luiz Palma; PEZZOPANE, José Ricardo Macedo. Boletim Agrometeorológico. **Emprapa**, Goiás, v. 1, n. 1, p. 1-20, 2022.

MARCUZZO, F.F.N.; MELO, D.C.R.; ROCHA, H.M.; Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Recursos Hídrico. V.16 n.4, out-dez 2011, p.157-167.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V.; A influência do El Niño e La Niña na precipitação máxima diária do estado de Goiás. Revista Brasileira de Meteorologia, v.28, n.4, p.429-440, 2013.

MARCUZZO, F. F. N. GOULARTE, E. R. P. Índice de Anomalia de Chuvas no Estado do Tocantins. Geoambiente on-line Revista Eletrônica do curso de Geografia- Campus JataíUFG Graduação e Pós Graduação em Geografia; jul-dez/2012. p.55-71. MATUA, N.J.; HARE, S.R.; The Pacific Decadal Oscillation. Journal of Oceanography, vol. 58, pp. 35 - 44, 2002.

Moura, AD e J. Shukla ,1981:Sobre a dinâmica das secas no Nordeste do Brasil: Observações, teoria e experimentos numéricos com um modelo de circulação geral. *J. Atmos. ciência* ,**38**,2653–2675.

Moura, GBA , JOR De Aragão , JSP De Melo , APN Da Silva , PR Giongo , e FF Lacerda ,2009:Relação entre a precipitação do leste do Nordeste do Brasil e a temperatura dos oceanos. *Rev. Bras. Eng. Agrícola Ambiente.* ,**13**,462–469,https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000400014.

NERY, J. T.; SIQUEIRA, B. Índice de anomalia de chuva aplicado ao estudo das precipitações no estado do Paraná. Revista Brasileira de Climatologia, Ano 16- vol.27 jul/dez 2020. p.772-788.

NÓBREGA, Ranyére Silva; SANTIAGO, Gabriela Ayane Chagas Felipe; SOARES, Deivide Benicio. Tendências do controle climático oceânico sob a variabilidade temporal da precipitação no nordeste do Brasil. **Revista de Geografía Norte Grande**, Rio Grande do Norte, v. 18, p. 9-26, 2016.

Pörtner, H.-O *et al.*. In: Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama

(eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 37-118, doi:10.1017/9781009325844.002.

RIBEIRO, E. P., de ALCANTARA, A. S. Q., MOREIRA, E. B. M., & PACHECO, A. da P. Temperaturas de superfície dos oceanos pacífico e atlântico: influências nas anomalias de chuva na microrregião de Vitória De Santo Antão, Pernambuco. *Revista Brasileira De Climatologia*, *28*,698–717, 2021.

ROCHA, M. H. F. de F.; OLIVEIRA, A. S. de .; MOREIRA, G. A. .; SOARES, K. de J. .; MARQUES, R. F. de P. V. .; COELHO, A. A. . Evaluation of the Rain Anomaly Index for the central region of the State of Espírito Santo. **Research, Society and Development**, *[S. l.]*, v. 10, n. 12, p. e94101219990, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i12.19990. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19990. Acesso em: 25 jul. 2023.

ROOY, M. P.; VAN. A. Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space, Notes, v. 14, p. 1- 43, 1965.

SANCHES, F. O.; VERDUM, R.; FISCH, G. O índice de anomalia de chuva (IAC) na avaliação das precipitações anuais em Alegrete/Rs (1928-2009). Caminhos de Geografia, v. 15, n. 51, p. 73–84, 2014.

SANCHES, F.O Geógrafo-climatologista e as mudanças climáticas: uma proposta metodológica. Revista Equador (UFPI), v. 4, n.3, p.101-118, 2015.

SILVA, Maria Leticia Aragão e; DUARTE, Cristiana Coutinho. Análise da variabilidade pluviométrica interanual associada às anomalias de temperatura da superfície do mar dos oceanos pacífico e atlântico tropical para o município de Petrolina, PE. **XIV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**, João Pessoa, p. 3456-3470, 2021.

SOUZA, Ana Lenira Nunes Cysne de; OLIVEIRA, Anastacia Pavão; PINTO, Priscila Dias; MELLO, Andréa Hentz de; ARAÚJO, José Anchieta de. ANÁLISE DO ÍNDICE DE ANOMALIA DE CHUVAS DO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ- PA. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânа, v. 17, n. 32, p. 50-60, 2020.

SILVA, Tarciana Rafaela Barbosa Figueiroa; SANTOS, Carlos Antonio Costa dos; SILVA, Delson José Figueiroa; SANTOS, Celso Augusto Guimarães; SILVA, Richarde Marques da; BRITO, José Ivaldo Barbosa de. Climate Indices-Based Analysis of Rainfall Spatiotemporal Variability in Pernambuco State, Brazil. **Water**, [S.L.], v. 14, n. 14, p. 2190, 11 jul. 2022. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/w14142190.

Wang, C., and D. B. Enfield, 2003: A further study of the tropical Western Hemisphere warm pool. *J. Climate*, **16**, 1476–1493, https://doi.org/10.1175/1520-0442-16.10.1476.

Wang, C., and S. K. Lee, 2007: Atlantic warm pool, Caribbean low-level jet, and their potential impact on Atlantic hurricanes. *Geophys. Res. Lett.*, **34**, L02703, https://doi.org/10.1029/2006GL028579.

Perfis geoecológicos: ferramentas para interpretação paisagística e gestão ambiental em bacias hidrográficas

Geoecological profiles: tools for landscape interpretation and environmental management in river basins

Juliana Felipe Farias
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-0185-2411
juliana.farias@ufrn.br

Marcellus Silva Arruda Miranda
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-4292-3618
marcellusarruda@gmail.com

Resumo: A paisagem geográfica se destaca como uma categoria de análise essencial para abordar as necessidades da sociedade em relação ao meio ambiente. A utilização de métodos analíticos, como os perfis geoecológicos, ajuda a interpretar as estruturas verticais e horizontais da paisagem, permitindo uma visão integrada do ambiente. Nesse estudo, foram examinados três perfis geoecológicos elaborados para a Bacia Hidrográfica do Rio do Carmo, resultando na identificação de cinco áreas prioritárias para a conservação ambiental. Para cada uma dessas áreas, foram propostas ações de melhoria ou manutenção da qualidade ambiental.

Palavras-chave: Perfis geoecológicos, paisagem semiárida, bacia hidrográfica.

Abstract: A geographical landscape stands out as a crucial analytical category for addressing society's needs concerning the environment. The utilization of analytical methods, such as geoecological profiles, aids in interpreting both the vertical and horizontal structures of the landscape, allowing for a comprehensive understanding of the environment. In this study, three geoecological profiles were examined, specifically devised for the Carmo River Watershed, leading to the identification of five priority areas for environmental conservation. For each of these areas, proposed actions aim to enhance or maintain environmental quality.

Keywords: Geoecological profiles, semi-arid landscape, watershed.

Introdução

A dinâmica imposta pela sociedade ao ambiente, resulta na necessidade de se pensar de forma sistêmica, de modo que seja possível a compreensão das relações e a minimização de impactos negativos. Nesse contexto a paisagem geográfica surge como uma importante categoria analítica, capaz de responder aos problemas antrópicos. Esse lugar de destaque se dá devido à natureza do conceito, o qual pode ser entendido como a relação entre elementos físico, biológicos e antrópicos, de determinada porção do espaço, interação essa que resulta em um conjunto único (BERTRAND, 2004).

As análises paisagísticas oferecem ao ordenamento territorial, importantes produtos interpretativos para o delineamento de ações no território, entre esses produtos, estão os

perfis geoecológicos. Cavalcanti (2018), ao discutir ferramentas metodológicas da análise paisagística, aponta a existência da seção-tipo. Para o autor, trata-se de um modelo baseado em um perfil topográfico, no qual são inseridas as características físicas, biológicas e antrópicas.

Paisagem e representações gráficas, são elementos que historicamente evoluíram juntos, desde o princípio da sistematização da ciência geográfica. A construção de quadros geográficos (especialmente os de cunho gráfico), são encontrados nas obras de Humboldt, La Blache entre outros autores, na forma de fotografias, mapas, blocos diagramas (GOMES, 2017). Logo, enquadrar tais elementos, na forma de perfis permite que sejam expostas as estruturas verticais e horizontais dos sistemas paisagísticos analisados.

De acordo com Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017), as relações entre os elementos que estruturam a paisagem, correspondem a estrutura vertical de uma unidade de paisagem, enquanto a relação desta com as unidades vizinhas diz respeito a estrutura morfológica, ou horizontal. A interpretação das estruturas permite que fragilidades e potencialidades das paisagens sejam reveladas, contribuindo para usos mais adequado dos sistemas.

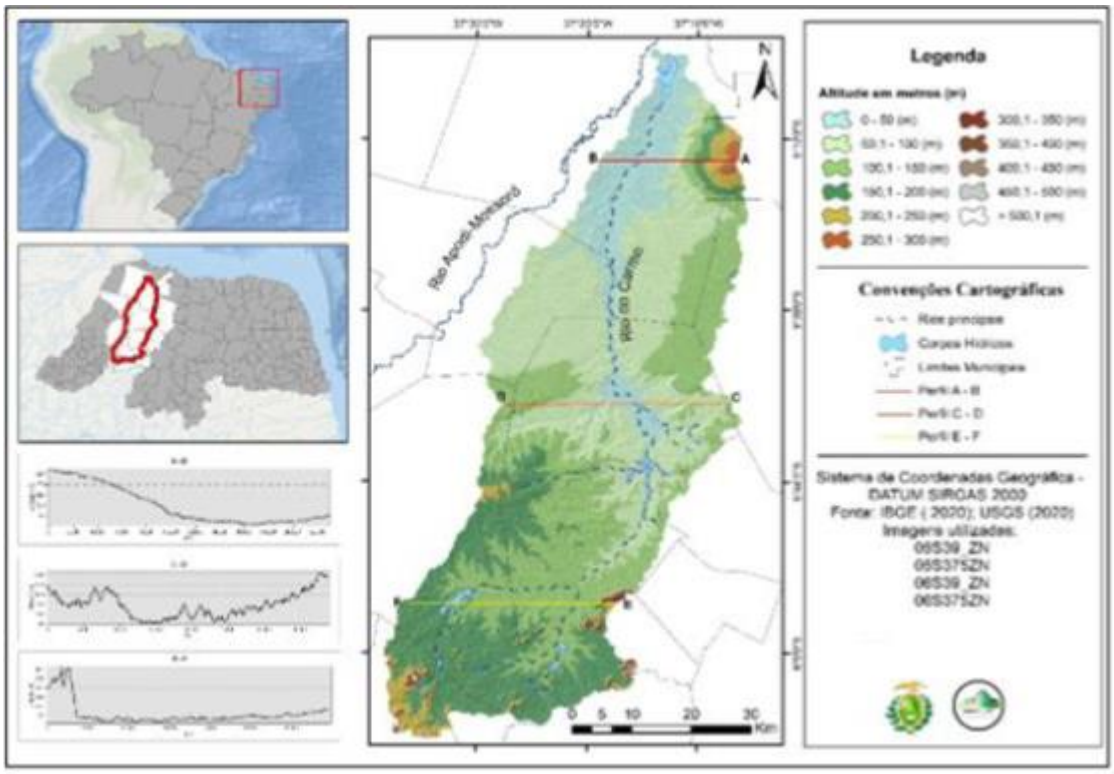
Neste ponto, temos a abordagem geoecológica, como expoente da análise paisagística, pois a mesma direciona seus esforços para a análise das relações produzidas entre a sociedade e a natureza, proporcionando o diagnóstico das bases físicas do espaço geográfico (TEXEIRA, SILVA, FARIAS, 2017; MIRANDA, 2022).

Exemplos atuais, da construção de perfis geoecológicos, podem ser encontrados nas obras de Oliveira e Marques Neto (2013), Janssen (2014), Farias (2015), Chaves (2021), Queiroz, Pereira Neto e Medeiros (2021). Tais autores confeccionaram os perfis em diferentes objetos, desde bacias hidrográficas até Unidades de Conservação, relevando dessa forma, o grande potencial da técnica.

Diante do contexto apresentado, esse trabalho possui como objetivo, a representação, através de diferentes perfis, das estruturas verticais e horizontais existentes na Bacia Hidrográfica do Rio do Carmo (BHRC), RN, servindo desse modo como um importante modelo representativo da paisagem. A confecção de tais produtos serviram de base interpretativa para o delineamento de ações propositivas direcionadas a gestão ambiental da bacia, visando a minimização das fragilidades identificadas no sistema.

A figura 1 apresenta a localização da BHRC, ela está inserida na porção oeste do estado do Rio Grande do Norte, sendo ela o principal subsistema da Bacia Hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, visto que o Rio do Carmo é o seu maior afluente.

Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio do Carmo - BHRC



Fonte: Os autores (2023).

Na BHRC, estão inseridos totalmente ou parcialmente, 13 municípios, sendo um localizado no estado da Paraíba, a saber, Belém do Brejo da Cruz e 12 no Rio Grande do Norte, sendo eles: Serra do Mel, Mossoró, Upanema, Triunfo Potiguar, Caraúbas, Campo Grande, Governador Dix-Sept Rosado, Assú, Patu, Messias Targino, Janduís e Paraú. Essa grande abrangência territorial também é revelada através dos valores relativos à sua abrangência espacial. A bacia possui, aproximadamente, 3.637 Km2 de extensão, ocupando dessa forma, 25,74% da bacia do Apodi-Mossoró e 6,88% do estado do RN.

Esse sistema ambiental comporta grande variedade de paisagens, nas quais estão inseridos distintos usos, compatíveis ou não com o potencial geoecológico das áreas. Merecem destaque nesse universo de usos: a mineração, a agropecuária e a produção de energia, representada pelos parques eólicos.

Seu contexto ambiental, abarca um significativo número de unidades geoecológicas. Miranda (2022), ao analisar a paisagem da bacia, compartimentou a mesma em 6 unidades, a saber: Depressão Sertaneja do Carmo, Serras e Inselbergs, Tabuleiros Interiores, Planalto Serra do Mel, Planície Flúvio-Marinha e Planície Fluvial.

É importante destacar que, devido a sua grande expressividade espacial, a BHRC, abarcando muitas unidades de paisagem, é um importante objeto de análise para um setor do estado, com usos pretéritos e atuais que marcam intensamente a paisagem.

Procedimentos Metodológicos

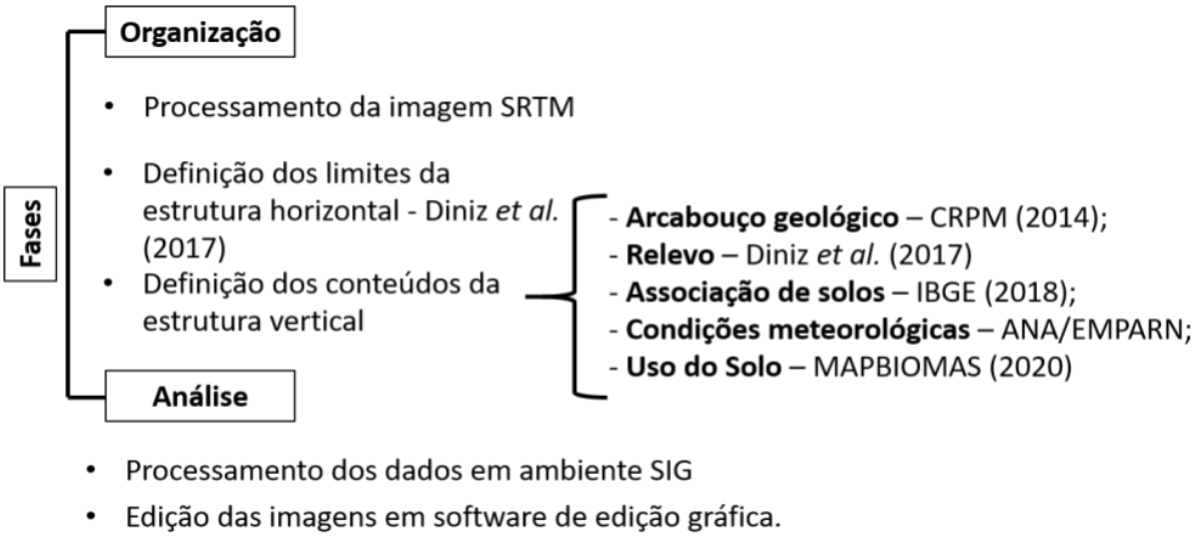
Para a construção dos perfis geoecológicos da BHRC, esta pesquisa alicerça suas bases nos enfoques geoecológicos de interpretação da paisagem, buscando evidenciar na análise as estruturas horizontais e verticais do sistema.

Os perfis aqui apresentados são produtos de pesquisas realizadas na bacia por Miranda (2022), o qual buscava compreender os diferentes níveis de estado ambiental da BHRC e os graus de sustentabilidade das atividades nela desenvolvidas. Os traçados dos perfis analisados nesse estudo podem ser visualizados na figura 1. O embasamento teórico foi construído através da leitura das obras de Cavalcanti (2018), Farias (2015), Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) e Miranda (2022).

Os procedimentos metodológicos realizados foram operacionalizados em duas fases, conforme pode ser visualizado na figura 2. Na fase de organização foram óbitos os dados, relativos aos limites da estrutura horizontal, assim como os conteúdos da estrutura vertical.

Nesta fase também houve a construção dos perfis, os quais foram delimitados através do processamento de imagens Shuttler Radar Topography Mission (SRTM). Foram traçadas três seções representativas, distribuídas no alto, médio e baixo curso da bacia.

Figura 2 – Fluxograma metodológico.



Fonte: Os autores (2023).

Os limites horizontais das unidades, foram obtidos a partir da proposta de compartimentação geomorfológica do estado do RN, elaborada por Diniz et al. (2017). Já o conteúdo da estrutura vertical, envolve as seguintes variáveis: arcabouço geológico, pedologia, uso e cobertura e condições meteorológicas. A figura 2 traz as informações e as fontes de dados utilizadas para a interpretação da estrutura vertical, assim como as etapas metodológicas aplicadas nesse estudo.

Na fase de análise houve o processamento dos dados em ambiente SIG, sendo realizado após isso a confecção dos perfis em softwares de edição de imagem. Após a edição das imagens foi possível obter um produto, capaz de dar respostas a potencialidades e fragilidades das unidades de paisagem da BHRC. Após a intepretação da estrutura da paisagem e suas respectivas potencialidades e fragilidades foram definidas áreas prioritárias para a conservação ambiental.

Resultados e discussão: Interpretação dos perfis

A seguir serão descritos os três perfis geoecológicos delineados na BHRC, respectivamente em seu baixo, médio e alto curso. O perfil A-B, localizado no baixo curso da bacia, possui uma configuração paisagística muito distinta das identificadas no médio e principalmente do alto curso da bacia.

A litologia presente nesse perfil, corresponde as rochas sedimentares mesozoicas da bacia potiguar e as coberturas continentais cenozoicas. Com base nos mapeamentos realizados pelo CPRM (2006), a BHRC é composta por 57,82 % de litologias sedimentares. No contexto do perfil A-B, destaca-se a formação Jandaíra (K2j), composta por calcários e a formação barreias, formada por sedimentos argilosos e concreções ferruginosas (ANGELIM et al., 2006; MEDEIROS, NASCIMENTO, SOUSA, 2010). A natureza litológica desses ateriais, mais propensa a processos de intemperismo, resultou no estabelecimento de solos mais profundos como o Latossolo Vermelho Amarelo (LVAd) e o Argissolo Vermelho (PVe). Também podem ser encontrados nessa porção da bacia solos de desenvolvimento mais incipiente como o Cambissolo Háplico (CXve) e o Vertissolo Háplico (VXo).

As relações obtidas entre esse par da estrutura vertical da paisagem (geologia – pedologia), possibilitou o desenvolvimento de segmentos econômicos específicos para esse recorte da bacia. Solos mais profundos, com boa permeabilidade e fertilidade são largamente utilizados para o desenvolvimento de atividades agrícolas. Já a geologia local, permitiu um expressivo desenvolvimento do setor mineral, com a exploração das rochas calcárias, do petróleo, do gás natural e das águas subterrâneas.

Intimamente relacionado a geologia e a pedologia local, está a configuração geomorfológica da área. No perfil A-B é possível a identificação de 3 compartimentos, a saber:

Planalto Serra do Mel (Psm), Tabuleiros Interiores (Ti) e Planície Fluvial (Pf), obtidos a partir das análises de Diniz et al. (2017). A altimetria possui um incipiente gradiente em grande parte da área, revelado através do padrão suave ondulado e plano do relevo, encontrado principalmente nos tabuleiros interiores, a exceção ocorre no Planalto Serra do Mel.

Essa unidade eleva-se até cotas superiores aos 270 m de atitude, configurando uma vertente ondulada em direção aos tabuleiros interiores e a planície fluvial do Carmo. Apesar da semelhança litológica com as demais unidades do baixo curso, o Psm foi de acordo com Maia (2012 apud DINIZ et al., 2017), formado a partir de reativações tectônicas ocorridas durante o cenozoico.

Por fim, o último conjunto de elementos responsáveis pela estrutura vertical observada no perfil A-B, corresponde ao clima e as classes de cobertura, as quais envolvem as formações vegetais e as formas de uso. Em termos meteorológicos a variável observada na análise corresponde a precipitação, a qual obteve média de 537, 2 a 607 mm/ano para a área do perfil. Observando o macro contexto da bacia, a região do baixo curso apresenta as menores médias de precipitação. A configuração do relevo local e o potencial eólico da área permitiram a instalação de parques eólicos na área do Planalto da Serra do Mel.

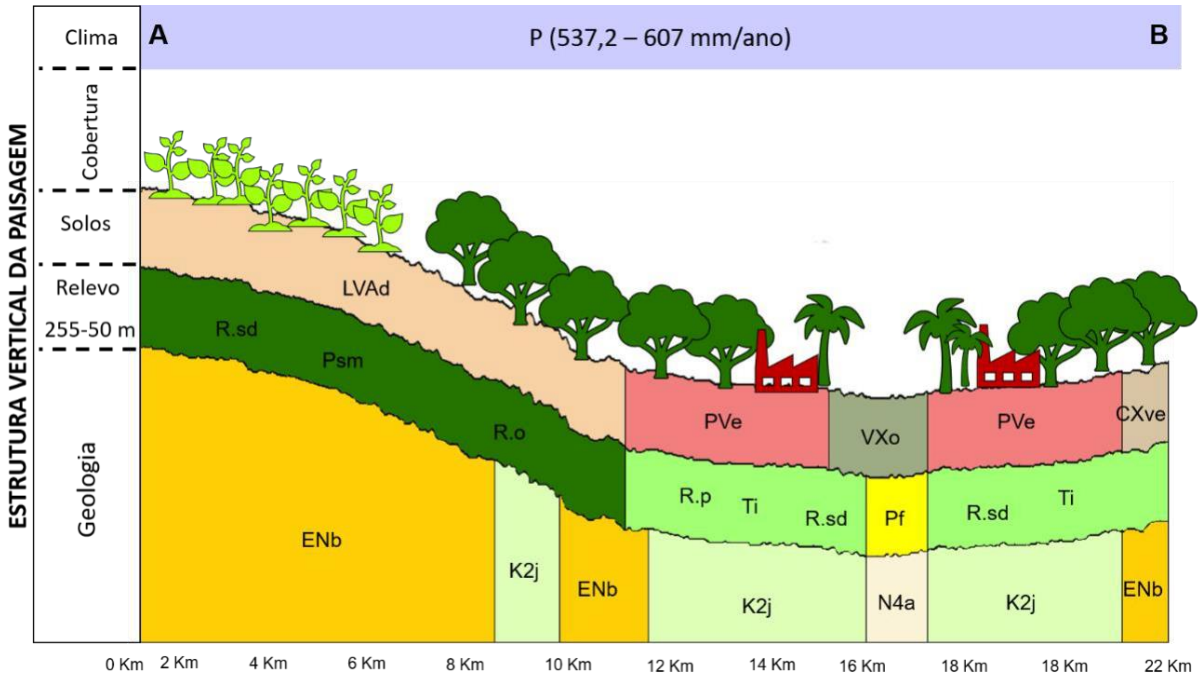
As condições climáticas, relacionadas aos contextos pedológicos e hídricos da área, determinam as estruturas vegetais da área, além das formas de uso. Os dados do MapBiomas (2020), indicam para a região do perfil A-B, coberturas relacionadas a agricultura, pastagem e uma extensa área ocupada pela formação savânica-campestre. Através da aplicação do NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), baseando-se nos valores apresentados por Chaves et al. (2008), o porte da vegetação identificado foi o subarbóreo e herbáceo. De forma complementar, as informações disponibilizadas pelo IBGE (2021), indicam que há na área a presença de 2 formações: a Savana estépica arborizada, localizada no Planalto Serra do Mel e nos Tabuleiros interiores e a Savana estépica com palmeiras localizada na Planície fluvial.

A seguir a figura 3 apresenta registros da morfologia local, nas quais podem ser visualizadas o desenvolvimento das atividades que exploram o potencial natural da área., com destaque para o setor energético (eólico e mineral), e da agricultura, com a presença das lavouras de cajueiros, gênero agrícola intensamente explorado na região. Por fim, a imagem 4 ilustra as estruturas verticais e horizontais do perfil A-B, descritas anteriormente.

Figura 3 – Aspectos paisagísticos identificados no baixo curso da Bacia Hidrográfica do Rio do Carmo

Fonte: Os autores (2023).

Figura 4 – Perfil A-B localizado no baixo curso da BHRC.



Fonte: Os autores (2022).

O perfil C-D (Figura 5), situado no médio curso da bacia, demonstra similaridade com o perfil A-B. Entretanto, essa região do perfil C-D pode ser considerada uma área de transição entre as morfologias encontradas no baixo e alto curso da bacia. É caracterizado, predominantemente, pela presença do arenito açu, que faz parte da formação açu (K12a). De acordo com as informações de Medeiros, Nascimento e Sousa (2010), essa formação tem origem deposicional associada a ambientes de leques aluviais e fluviais (VASCONCELOS et al., 1990), ou ambientes de mar aberto e luguna rasa (SILVA et al., 2006).

Os arenitos finos e grossos constituem essa formação, que se encontra posicionada abaixo da formação Jandaíra, representando o principal aquífero da bacia potiguar (ANGELIM

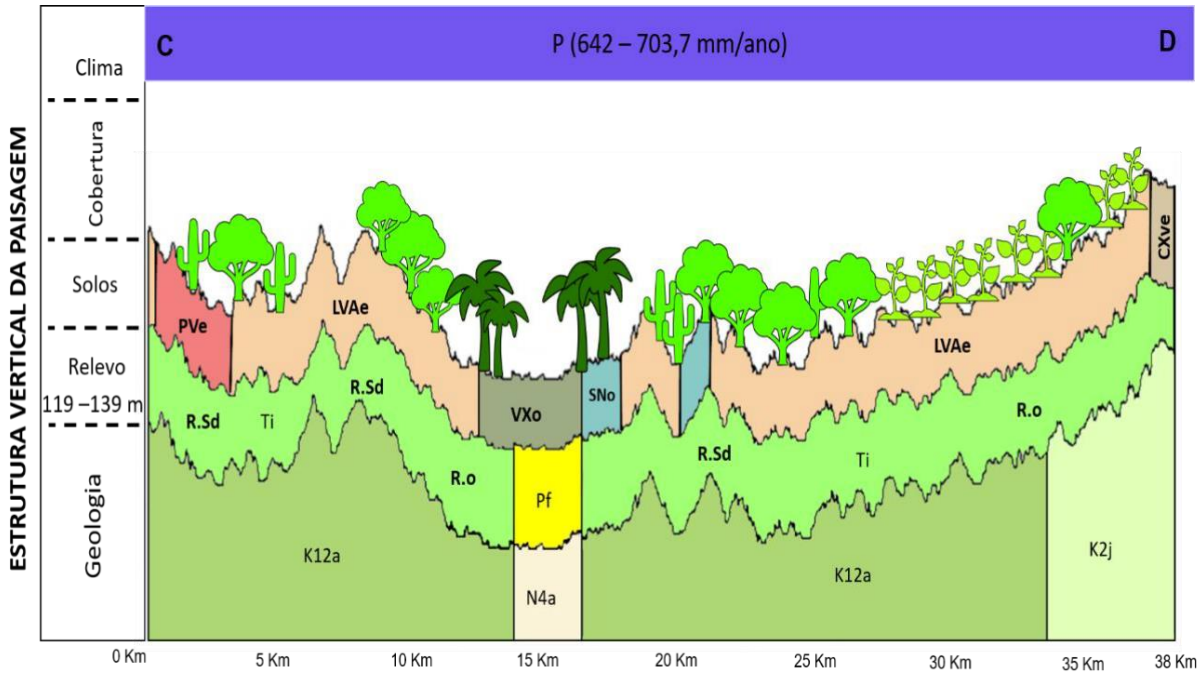
et al., 2006). A notável permeabilidade desses arenitos permite a exploração das águas subterrâneas para diversos usos, com destaque para a fruticultura irrigada e o abastecimento público. Essa zona da BHRC foi classificada, conforme a CPRM (2014), como pertencente à unidade aquífera granular, caracterizada por uma produtividade baixa, porém moderada em alguns pontos específicos. Essa unidade aquífera também foi mapeada nos depósitos Aluvionares (N4a) encontrados em toda a extensão da planície fluvial do Carmo.

Em relação a pedologia, merece destaque o Planossolo Nátrico (SNo) como única classe distinta em relação ao perfil A-B. Esse solo apresenta uma característica notável: a presença de um horizonte adensado, com permeabilidade lenta a muito lenta, conhecido como horizonte B Plânico, conforme informações do IBGE (2015) e da EMBRAPA (2018). A barragem de Umarí, atualmente o terceiro maior reservatório do RN, encontra-se justamente nessa área de ocorrência do planossolo.

O compartimento do relevo identificado no perfil C-D corresponde aos tabuleiros interiores; no entanto, sua morfologia difere daquela observada no baixo curso. Isso ocorre porque o perfil C-D foi traçado nos limites da bacia potiguar, próximo ao contato com o embasamento cristalino. Nessa região, verifica-se um leve soerguimento das bordas da bacia potiguar, resultando em altitudes mais elevadas para o compartimento dos tabuleiros. Tal fenômeno promove uma maior rugosidade do terreno, apresentando aspecto ondulado e suave-ondulado.

Em relação a pluviometria ocorre um substancial aumento das médias anuais, pois foram registrados 642 a 703,7 mm/ano nesse setor da bacia. Apesar dos maiores volumes de precipitação nesse setor da BHRC, os valores de NDVI indicam a presença de uma formação savânica-campestre de porte arbustivo, arbustivo-subarbóreo e herbáceo, diferenciando-se das condições identificadas no baixo curso, mesmo ambas as áreas apresentando estrutura morfológicas semelhantes. Os dados do MapBiomas (2020), assim como os mapeamentos do IBGE (2021), indicam que a área é composta por a formação savana estépica arborizada, com extensas áreas destinadas as atividades agrícolas.

Figura 5 – Perfil C-D localizado no médio curso da BHRC.



Fonte: Os autores (2022).

A figura 6 ilustra algumas representações da paisagem identificada no médio curso da BHRC, nelas é possível verificar extensas superfícies planas cobertas por vegetação arbustiva-arbórea, além dos remanescentes dos campos de carnaúbas.

Figura 6 – Aspectos paisagísticos do médio curso da BHRC.

Fonte: Os autores (2022).

Por fim, o perfil E-F (figura 7) é representativo para o alto curso da BHRC. As características morfológicas desse setor da BHRC são complementarmente distintas das encontradas no seu médio e baixo curso. No alto curso em relação à litologia, os elementos

identificados pertencem a subprovíncia setentrional da província da Borborema, delimitadas por Delgado et al. (2003).

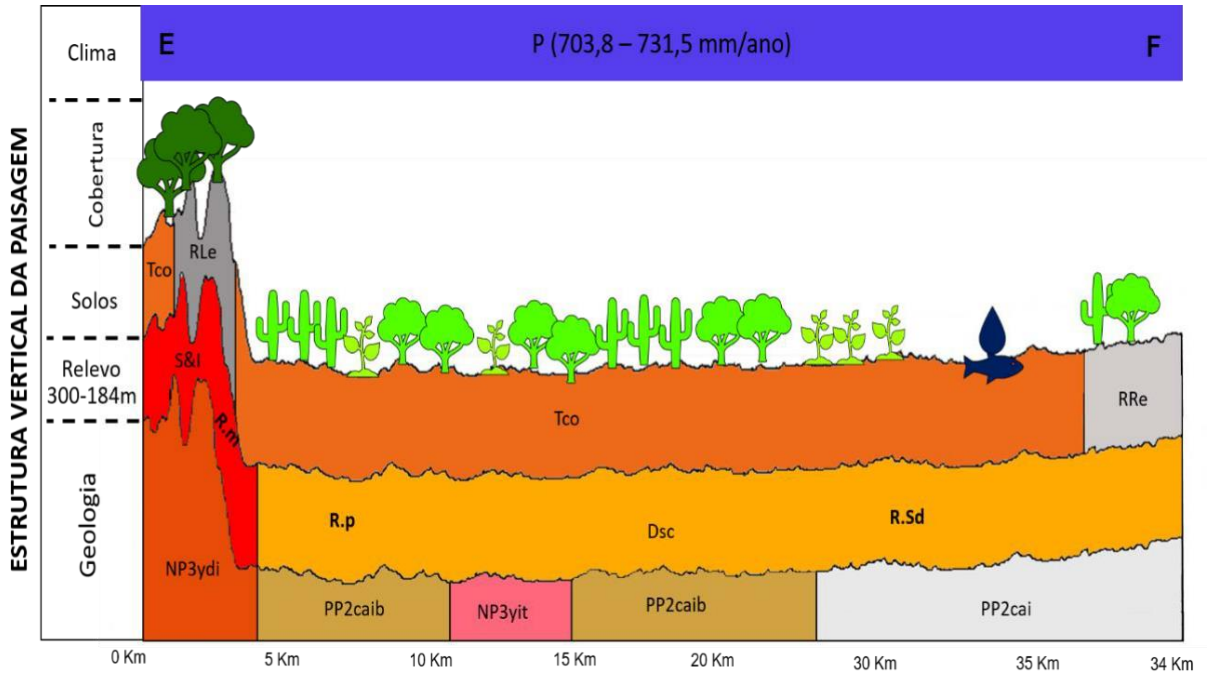
Os mapeamentos realizados por Angelin et al. (2006) indicam que no traçado do perfil E-F intercepta 4 unidades litológicas, a saber: Complexo Caicó (PP2cai), Complexo Caicó – gnaisses bandados (PP2caib), Suíte Intrusiva Itaporanga (NP3yit) e Suíte Intrusiva Dona Inêz (NP3ydi). Tais litologias podem ser agrupadas de acordo com Oliveira e Nascimento (2019), em dois grandes grupos. As rochas do complexo Caicó se enquadram como rochas metamórficas ortoderivadas paleoproterozoicas, enquanto a suítes intrusivas são classificadas como rochas ígneas plutônicas neoproterozoicas.

A modelagem do relevo local resultou na identificação de duas subunidades morfoesculturais pertencentes à morfoescultura da depressão sertaneja, delimitada por Diniz et al. (2017). A primeira subunidade é a Depressão Interplanáltica do Apodi-Mossoró, renomeada nesse trabalho como Depressão Sertaneja do Carmo (Dsc), e a segunda subunidade é composta pelas Serras e Inselbergs (S&I). A primeira unidade apresenta altitudes que variam entre os 100 e 250 metros, exibindo um relevo que varia de suave ondulado a ondulado. Por outro lado, a unidade das Serras e Inselbergs possui pontos com altitudes superiores aos 500 metros, revelando um relevo montanhoso de declividade acentuada.

Do ponto de vista pedológico, o perfil E-F é dominado pela classe Luvissolo Crômico Órtico (TCo), ocorrendo também as classes de Neossolo litólico e regolítico. Essas ocorrências deram origem a uma cobertura vegetal com portes herbáceo e arbustivo, a esse respeito Fernandes e Queiroz (2018), apontam a existência de dois tipos de caatinga, uma do cristalino, de maior fertilidade onde predominam espécies herbáceas e não-lenhosas, realidade encontrada no perfil E-F, e outra caatinga denominada arenosa, com solos menos férteis e a predominância de estratos arbustivo e arbóreo.

Outro ponto importante a destacar é referente as médias de precipitação. É nessa porção da bacia, representada pelo perfil E-F que são registrados os maiores volumes, com média anual de 703,8 a 731,5 mm.

Figura 7 – Perfil E-F localizado no alto curso da BHRC.



Fonte: Os autores (2022).

A figura 8 apresenta diferentes pontos do alto curso da bacia, através delas é possível verificar a existência de amplas superfícies planas protegidas por uma vegetação herbácea, as quais são pontilhadas por inúmeros campos de inselbergs. As extensas superfícies lanas de vegetação herbácea presentes no alto curso da bacia são produtos direto da ação antrópica nessa paisagem que no passado modificaram a estrutura superficial da paisagem através da agricultura e da pecuária.

Figura 8 – Aspectos paisagísticos do alto curso da BHRC.

Fonte: Os autores (2022).

Potencialidades e Limitações

Compreender a estrutura vertical da paisagem possibilita uma intervenção mais cuidadosa e sustentável, pois ao analisar seus elementos é possível identificar suas potencialidades e fragilidades. Com base nas análises dos perfis realizados, foram feitas considerações para as demais áreas da bacia que apresentam estruturação semelhante. O objetivo é fornecer um panorama para a adoção de práticas conscientes e responsáveis em relação ao uso do ambiente. Encontramos aqui portanto, um ponto de convergência entre as demandas e necessidades ambientais, evidenciadas pelo conceito de planejamento ambiental, sendo ele “o ponto de partida para a tomada de decisões relativas à forma e intensidade em que se deve usar um território” (RODRIGUEZ; SILVA, 2016, p. 133).

Partindo da necessidade de conhecer melhor a paisagem para que se possa agir de forma mais incisiva nela, a seguir, serão expostas as potencialidades e fragilidades de cada região da bacia. A região do baixo curso, representada pelo perfil A-B, possui naturalmente o potencial para o desenvolvimento de atividades ligadas a agricultura, pecuária e a exploração mineral, visto a ocorrência de elementos naturais potencializadores dessas áreas.

A ocorrência de solos mais profundos e planos, por vezes férteis, em conjunto com a maior disponibilidade hídrica superficial, devido a perenização do rio do Carmo a partir da barragem de Umarí, assim como a maior disponibilidade hídrica subterrânea, resultaram no estabelecimento já consolidado da fruticultura irrigada nesse setor da bacia. As áreas próximas a planície fluvial, partes dos tabuleiros interiores, assim como todo o planalto da Serra do Mel são largamente utilizados por este segmento econômico.

A intensidade dos ventos registrados, compõem o conjunto de potencialidades da área, os quais são explorados por parques eólicos inseridos no Planalto Serra do Mel. Ainda relacionado ao setor energético, a área permite a exploração do petróleo e do gás natural existentes nos depósitos da bacia potiguar.

Em relação as fragilidades naturais, devem ser visualizadas com maior atenção, as relacionadas as perdas de solo, pois as atividades lá estabelecidas utilizam em grande medida esse recurso, seja como base produtiva, seja como suporte para as estruturas industriais de obras enterradas, por exemplo, as estruturas de transporte de gás natural. A esse respeito, Nascimento, Romão e Sales (2018), apontam que a erosão hídrica além de gerar danos relacionadas a diminuição da capacidade produtiva, pode provocar a exposição de estruturas enterradas, as submetendo a ação de intempéries, podendo acarretar em danos significativos.

No baixo curso da BHRC, a questão da erosão hídrica, deve ser observada com maior atenção, afim de ser evitada, com a adoção medidas preventivas, pois nele são encontrados solos naturalmente susceptíveis a erosão. É o caso por exemplo do Argissolo, localizado em partes dos tabuleiros interiores. O gradiente textural entre os horizontes

superficiais e subsuperficiais, dificultam infiltração, gerando maiores taxas de escoamento superficial e a consequente remoção das partículas do solo, quando localizados em áreas declivosas os efeitos são mais perceptíveis (SALOMÃO, 1999; EMBRAPA, 2018).

A região do médio curso da bacia de estrutura vertical muito semelhante à do baixo curso, possui um quadro potencial que em muito se assemelha ao identificado anteriormente. Solos de boa fertilidade natural são utilizados, embora em menor intensidade, para o desenvolvimento de atividades agrícolas. A geologia local permitiu com que fosse possível a exploração de petróleo e gás natural, além de rochas destinadas a construção civil. No entanto, um ponto de destaque na área é a planície do Rio do Carmo e a Barragem de Umarí que garantem para esse compartimento da bacia a possibilidade de exploração hídrica, além de permitir o desenvolvimento da atividade pesqueira na região.

Para a região onde foi traçado o perfil representativo do médio curso a limitação fica a cargo da morfologia do relevo. O contato entre o cristalino e o sedimentar trouxe para a área um aspecto que varia de ondulado a suave ondulado, sendo um fator limitante para o desenvolvimento de atividades agrícolas. Os solos locais também apresentam menor potencial de fertilidade natural, quando comparado aos solos predominantes do baixo curso, no entanto, nesse setor da bacia ainda são registradas extensas áreas destinadas a agricultura.

Por fim, no alto curso da bacia, encontramos uma região com características morfológicas profundamente distintas das identificadas no baixo e médio curso. Essa área é conhecida por sua geologia rica e diversificada, o que a torna promissora para o desenvolvimento da atividade de exploração mineral de rochas destinadas à construção civil. Seu relevo plano, característico da Depressão Sertaneja, facilita o manejo da terra, porém outros elementos da estrutura vertical da paisagem marcam a fragilidade ambiental da área.

Os solos de incipiente desenvolvimento, caracterizados por sua alta pedregosidade e rochosidade, constituem um desafio para o manejo agrícola devido a suas limitações de uso. Além disso, apresentam uma forte suscetibilidade natural para a ocorrência de processos erosivos. Do ponto de visto da hidrologia local, esta também se apresenta como uma fragilidade, pois, apesar do alto curso registrar as maiores médias pluviométricas, este recurso torna-se vulnerável devido ao intenso deflúvio e a baixa capacidade de armazenamento subterrâneo. São indícios dessa realidade, a intensificação das estruturas de segurança hídrica (cisternas, tanques) no sentido do alto curso da bacia.

O quadro 1 sintetiza as considerações tecidas anteriormente acerca das potencialidades e fragilidades dos diferentes compartimentos da bacia.

Quadro 1 – Descritivo das potencialidades e fragilidades.

PERFIL	POTENCIAL	LIMITAÇÃO
A-B	• Solos férteis; • Relevo predominantemente plano; • Ventos intensos; • Fontes de exploração mineral; • Recursos hídricos • superficiais e subterrâneos	• Solos susceptíveis a erosão; • Problemas associados a relevos cársticos;
C-D	• Fontes de exploração mineral; • Recursos hídricos • superficiais e subterrâneos • Solos mais resistentes a processos erosivos • Forte desenvolvimento da atividade pesqueira	• Baixa fertilidade natural dos solos; • Relevo ondulado
E – F	• Forte diversidade geológica; • Relevo plano; • Potencial para o desenvolvimento de atividades turísticas	• Solos pedregosos e rochosos; • Solos susceptíveis a erosão; • Insegurança hídrica

Fonte: Os autores (2023).

Tomando como base as considerações das potencialidades e fragilidades naturais dos diferentes compartimentos da bacia é fundamental que também sejam evidenciados os usos antrópicos nas diferentes áreas, pois, os mesmos também são responsáveis por determinar o quadro natural do sistema. Muitos são os usos desenvolvidos na BHRC com destaque para as atividades agropecuárias (fruticultura irrigada, agricultura e pecuária de subsistência) e da mineração (areia, agregados da construção civil, petróleo, gás natural e água mineral).

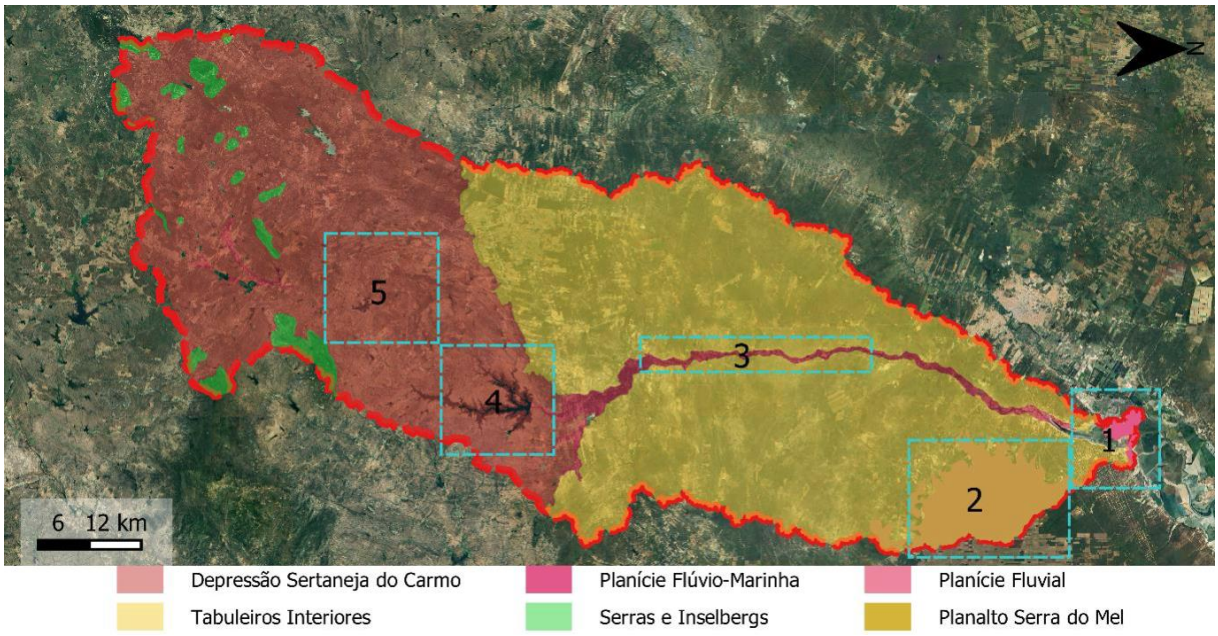
Em processo de análise histórica sobre os ciclos econômicos da BHRC Miranda (2022) evidenciou os diferentes momentos históricos já registrados na bacia destacando que ao longo dos últimos 47 anos (1986-2019) foram identificados ciclos relacionados a agricultura industrial (algodão) e comercial (fruticultura irrigada), pecuária extensiva, mineração (petróleo, gás natural, agregados da construção civil) os quais alteraram em determinados pontos do sistema a sua estrutura vertical.

Dentre os pontos mais afetados na BHRC pelas ações antrópicas destacam-se a planície fluvial, historicamente ocupada pelas atividades agrícolas e mineração; a planície costeira com intensa antropização resultante das salinas; a depressão sertaneja relativamente modificada pelo extrativismo vegetal e atividades agrícolas; e o planalto da Serra do Mel com um mosaico de usos pretéritos (cultivo de caju) e atuais (parques eólicos).

São justamente nessas áreas onde devem ser adotadas medidas mais efetivas de comando e controle acerca do meio ambiente, voltadas essencialmente para a recuperação das áreas mais degradadas e a manutenção das que ainda apresentam um quadro ambiental conservado.

Com base no entendimento do quadro ambiental da bacia foram definidas áreas prioritárias para a adoção de medidas de gestão ambiental (Figura 9), voltadas a preservação da paisagem local. Tais áreas foram definidas com bases nas características naturais (potencialidades e fragilidades) aliadas aos tipos de uso antrópicos identificados. A seguir serão descritos os critérios para a seleção das áreas e quais as medidas devem ser adotadas para a preservação das áreas.

Figura 9 – Áreas prioritárias para gestão ambiental na BHRC.



Fonte: Os autores (2023).

A delimitação da área prioritária 1, situada na planície flúvio-marinha, decorre da complexidade singular presente nessa unidade da paisagem, resultante da interação entre os ambientes marinho e continental. A intensificação das atividades, especialmente aquelas relacionadas às salinas, exerceu uma transformação substancial na estrutura superficial da paisagem, tornando, assim, essencial a adoção de medidas de controle na área. Dentre as medidas propostas, destacam-se a recomposição da vegetação ciliar e a restrição da exploração às áreas previamente antropizadas.

A área prioritária 2, situada no Planalto da Serra do Mel, foi delimitada devido às complexas interações entre os componentes que moldam o meio físico e os usos exercidos

sobre esses recursos. Devido ao relevo mais íngreme de sua vertente, associado a solos mais suscetíveis à ocorrência de processos erosivos, o desenvolvimento das atividades deve ser cuidadosamente planejado, uma vez que as interações entre o planalto e as planícies fluvial

e flúvio-marinha são intensas. Para essa área, são propostas medidas que visam à estabilização dos processos erosivos existentes e à recomposição florestal das vertentes, além da promoção de auxílio técnico para os agricultores locais que historicamente contribuíram para a transformação da paisagem local.

A área prioritária 3 para a conservação está situada na planície fluvial do Carmo. Naturalmente, as planícies fluviais em ambientes semiáridos são consideradas frágeis, uma vez que a maior umidade e fertilidade dos solos proporcionam uma produtividade mais elevada em um cenário ambiental caracterizado por situações de escassez e baixa produtividade agrícola.

Devido à perenização, a planície do Carmo apresenta, ao longo do seu curso, numerosas áreas dedicadas à fruticultura irrigada. Em determinados períodos do ano, essas áreas podem resultar em pontos de solo exposto, contribuindo para o transporte de sedimentos em direção ao leito do rio. Além dos danos provenientes das atividades nas zonas rurais, o ambiente urbano também se configura como um vetor significativo de impacto para a planície. A expansão urbana de cidades como Upanema, Mossoró e Janduís tem se direcionado em direção à planície do Carmo, resultando não apenas em prejuízos ambientais, mas também em consequências econômicas adversas.

Nesse contexto, sugere-se a implementação das seguintes medidas: a restauração e conservação das Áreas de Preservação Permanente (APP); a formulação de planos de zoneamento urbano para delimitar áreas apropriadas para a expansão urbana; a regulamentação das descargas de efluentes e resíduos sólidos das zonas urbanas na planície.

A quarta área prioritária, em contraste com as previamente abordadas, exibe um nível considerável de preservação. Sua demarcação é fundamentada na presença da Barragem de Umarí, um importante reservatório estadual, conforme mencionado anteriormente. A regulamentação do uso da terra no entorno do reservatório se torna essencial, juntamente com a prestação de apoio técnico aos produtores rurais da região. Tais ações são necessárias, pois, o reservatório desempenha um papel fundamental no abastecimento hídrico das cidades locais, além de ser utilizado para o desenvolvimento da atividade pesqueira e turística.

Por fim, a última área prioritária para a conservação foi delimitada devido ao seu atual processo de regeneração ambiental. No passado, as vastas extensões da Depressão Sertaneja do Carmo foram utilizadas para a expansão da pecuária e agricultura, resultando em intensos processos de desmatamento. Na atualidade, as atividades agropecuárias não

são mais intensas e as antigas áreas degradadas estão passando por processos de recomposição florestal. Portanto, torna-se fundamental a regulamentação de novos usos nessa área, por exemplo, a instalação de extensas usinas fotovoltaicas que exploram não somente o abundante recurso solar da região, mas também o solo e a cobertura vegetal natural.

Considerações Finais

Conforme apresentado ao longo desse estudo, a BHRC apresenta uma complexa rede de interações entre os elementos dos meios físico, biótico e antrópico, resultando em diferentes estruturas verticais e horizontais da paisagem. Os variados segmentos desse sistema exibem estruturas particulares compostas de potencialidades e vulnerabilidades singulares, que por sua vez moldam diferentes tipos de usos e os seus impactos associados.

Dividir a bacia em diferentes unidades de paisagem e traçar perfis geoecológicos provou ser uma ação muito útil para entender o ambiente de forma integrada, permitindo assim, pensar em propostas de gestão ambiental compatíveis com cada área, as quais, não se limitam as suas áreas de atuação, mas podem ser expandidas garantindo uma melhora substancial na qualidade ambiental do sistema.

Com base na interpretação da paisagem, foram identificadas cinco áreas prioritárias para a conservação. Algumas dessas áreas estão degradadas e precisam passar por readequação ambiental, enquanto outras estão conservadas ou em processo de regeneração, demandando a sua manutenção.

Salienta-se que a colaboração entre os municípios da BHRC é essencial, pois muitos desafios ambientais não se restringem às fronteiras administrativas, sendo primordial a adoção de ações conjuntas entre os diferentes atores sociais. Os gestores municipais devem conscientizar-se das estruturas ambientais presentes na BHRC, as quais exercem influência sobre seus limites municipais. Isso é fundamental para promover melhorias e adequações ambientais nas áreas, com o objetivo de prevenir danos ambientais e econômicos mais intensos.

Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo de Pesquisas em Geoecologia das Paisagens, Educação Ambiental e Cartografia Social (GEOPEC) e ao Laboratório de Geografia Física (Lab Geo Fís) pela estrutura concedida para elaboração do estudo.

Referências

ANGELIM, L. A. de A.; NESI, J. de R.; TORRES, H. H. F.; MEDEIROS, V. C. de.; SANTOS, C. A. dos.; VEIGA JUNIOR, J. P.; MENDES, V. A. Geologia e recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte: texto explicativo dos mapas geológicos e de recursos minerais do estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM, 2006.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global: Esboço Metodológico. Revista RA'EGA, Curitiba, n. 8, p. 141 – 152, 2004.

CAVALCANTI, L. C. de S. Cartografia de Paisagens: fundamentos. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

CHAVES, I. de B.; LOPES, V. L.; FFOLLIOTT, P. F.; PAES-SILVA, A. P. Uma Classificação Morfo-estrutural para a descrição e avaliação da biomassa da vegetação da caatinga. Revista Caatinga, v. 21, n. 2, p. 204-213, 2008.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. de P.; MAIA, R. P.; FERREIRA, B. Mapeamento geomorfológico do estado do Rio Grande do Norte. Revista Brasileira de Geomorfologia. v. 18, n. 4, p. 689-701, 2017.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Sistema Brasileiro e Classificação de Solos. 5 ed. Brasília: EMBRAPA, 2018.

GOMES, P. C. da C. Quadros Geográficos: uma forma de Ver, Uma Forma de Pensar. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico de Pedologia¸ coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais – 3 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

MEDEIROS, V. C. de.; NASCIMENTO, M. A. do.; SOUSA, D. do C. Geologia. In: PFALTZGRAFF, P. A. dos S.; TORRES, F. S. de M. (Orgs.). Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte. Rio de Janeiro: CPRM, 2010. p. 15-38.

MIRANDA, M. S. A. Estado Ambiental e Graus de Sustentabilidade da Bacia Hidrográfica do Rio do Carmo-RN, Brasil. 2022. 182 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. Planejamento e Gestão Ambiental: subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica. 2 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2016.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. Geologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 5 ed. Fortaleza: Edições UFC, 2017.

SALOMÃO, F. X. de T. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da.; BOTELHO, R. G. M. (Orgs.). Erosão e conservação dos solos: Conceitos, temas e aplicações. 3 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

TEXEIRA, N. F. F.; SILVA, E. V.; FARIAS, J. F. Geoecologia das Paisagens e Planejamento Ambiental: uma discussão teórica e metodológica para a análise ambiental. Planeta Amazônia: Revista internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, Macapá, n. 9, p. 147-158, 2017.

Proposta Preliminar de Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) das Praias Urbanas de Maceió - Alagoas

Preliminary Proposal for Coastal Vulnerability Index (CVI) of the Urban Beaches of Maceió - Alagoas

João Pedro Luiz Santos da Silva
Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Geografia Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA)
0000-0002-4905-7468
joaopedro.luiiz@gmail.com

Thiago Cavalcante Lins da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Geografia
0000-0001-8401-5274
thiago0_lins@hotmail.com

José Gomes dos Santos Leal Neto
Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Geografia Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA)
0009-0001-1165-948X
gomesleal2018@gmail.com

Mikael Eduardo Silva Ferreira
Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Geografia Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA)
0009-0003-1280-8744
mikael.ferreira@igdema.ufal.br

Bruno Ferreira
Universidade Federal de Alagoas, Instituto de Geografia Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA)
0000-0003-1237-1805
brunge2005@gmail.com

Resumo: Os ambientes costeiros apresentam-se como de uma grande variedade de ecossistemas e morfologias, essa variedade, entretanto, também é acompanhada de grande fragilidade. O Presente trabalho tem por objetivo uma classificação preliminar da vulnerabilidade costeira das praias urbanas de Maceió. Para tal, foi utilizado o cálculo do Índice de Vulnerabilidade Costeira, através da média aritmética de três grupos de variáveis: NDVI, variação da linha de costa e observação feita através de geoindicadores. Verificou-se que nos 17 quilômetros de extensão da área de estudo, 43% dessa área apresenta um alto índice de vulnerabilidade, sendo sua maior concentração nas praias da porção Sul da cidade e na praia da Pajuçara, áreas que historicamente apresentam processos erosivos, bem como intervenção do estado por meio da construção de estruturas de contenção. A metodologia se mostrou útil e de custo baixo para o monitoramento da costa, bem como de aplicação viável em outras localidades.

Palavras-chave: Vulnerabilidade Costeira; Erosão costeira; Geomorfologia Costeira.

Abstract: Coastal environments are with a wide variety of ecosystems and morphologies, this variety is also accompanied by great fragility. The present work aims at a preliminary classification of the coastal vulnerability of the urban beaches of Maceió - AL. For this, the calculation of the Coastal Vulnerability Index was used, through the arithmetic mean of three groups of variables: NDVI, coastline variation and observation made through geoindicators. It was verified that in the 17 kilometers of extension of the study area, 43% of this area presents a high level of vulnerability, being its greater concentration in the beaches of the south portion of the city and in the beach of Pajuçara, historically with erosive processes as well as intervention of the state through the construction of containment structures. The methodology proved and viable cost-effective for monitoring the coast, as well as a viable application in other locations.

Keywords: Coastal Vulnerability; Coastal erosion; Coastal Geomorphology.

Introdução

Os ambientes costeiros estão entre os mais dinâmicos que existem na superfície terrestre. Nessa área do globo ocorrem uma alta variedade de processos superficiais e também morfologias tais quais alagadiços de marés e planícies fluvio marinhas, campos de dunas, deltas, estuários e as próprias praias, em virtude das dinâmicas da interação tríplice entre o Oceano, Clima e Continente (AB'SABER, 2000).

Também caracterizam-se como sendo a porção terrestre mais habitada no globo terrestre, esse padrão é observado no Brasil e no mundo (SOUZA, 2005). Essa ocupação se iniciou há séculos e tende, cada vez mais, a causar alterações aos ambientes costeiros, de maneira que as atividades antrópicas podem alterar significativamente a forma de um estuário ou mesmo a modelagem de uma praia (RABELO, 2022; SANTOS JÚNIOR; ARAÚJO; FERREIRA, 2020; FERREIRA e SILVA, 2011; PORTZ *et al.* 2010).

A cidade de Maceió, localizada no estado de Alagoas, passou por um processo de urbanização acelerado e que não respeitou limites naturais da costa. Como consequência, desde a segunda metade do século XX apresenta um quadro de vulnerabilidade em suas praias, que apresentam processos erosivos acelerados, despejo de esgoto, e questões relacionadas ao uso e ocupação (LIMA *et al.* 2016; LIMA, 2004; CABRAL, 1996).

Dentre os elementos que merecem o maior destaque na questão dos ambientes costeiros, sobretudo, está a erosão costeira. A erosão costeira caracteriza-se como um processo natural, caracterizado por apresentar balanço sedimentar negativo, na relação entre as perdas e os ganhos de sedimentos em uma praia, e ainda que seja complexo mensurar o quanto de sedimento é depositado ou retirado, é sabido que sempre que o balanço sedimentar for negativo haverá o predomínio de processos erosivos (SOUZA, 2005).

Cabe destacar, entretanto, que o fenômeno é natural, porém influenciado e potencializado por meio de ações antrópicas, contando com uma ampla literatura que se dedica a seu estudo (SANTOS JÚNIOR; ARAÚJO; FERREIRA, 2020; MARTINS *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2018 LIMA, 2004; CABRAL, 1996).

Porém, a partir do momento em que os processos erosivos passam a atingir construções, estruturas e propriedades, públicas ou privadas, passa a receber o rótulo de desastre, assim nessas áreas também são observadas a perda do território em si, o potencial aumento da ação destrutiva das ondas na costa e nas estruturas instaladas e/ou construídas nela, além de prejuízo e impacto direto a atividades ligadas ao turismo, a desvalorização de imóveis (SOUZA, 2009).

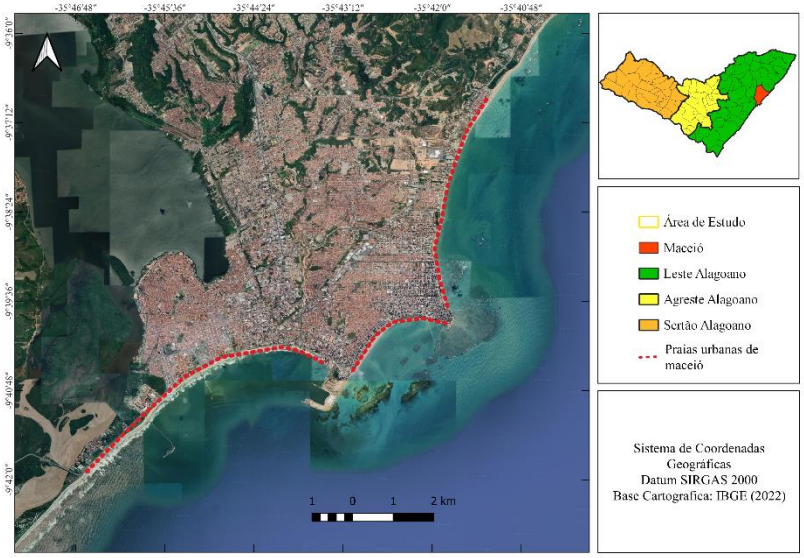
Dessa maneira, o presente trabalho tem por objetivo apresentar a aplicação do Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC), empregado por Araújo *et al.*, voltado as praias urbanas de

Maceió, aqui definidas, segundo Moraes (2004), como praias caracterizadas por um alto nível de adensamento populacional e de ocupação do solo, bem como, de baixo nível de cobertura dos serviços de saneamento, visando identificar as porções mais vulneráveis a erosão costeira, tendo em vista que essa pode ser uma metodologia de monitoramento e verificação do estado de vulnerabilidade dos ambientes costeiros simples, de custos baixos e também versátil.

Material e Métodos

A área de estudo compreende as praias urbanas da cidade de Maceió (praias do Pontal da Barra, Trapiche da Barra, Prado, Centro, Jaraguá, Ponta Verde, Pajuçara, Jatiúca, Cruz das Almas e Jacarecica), localizada no Leste Alagoano (Figura 1), as praias estudadas se estendem por cerca de 17 km tendo seu início na altura da ponte Divaldo Suruagy, ao sul, seguindo até seu fim na foz do rio Jacarecica ao norte, sendo uma área sujeita a atuação dos agentes transformadores dos ambientes costeiros. O município, por sua vez, se localiza na mesorregião do Leste Alagoano e seu litoral tem cerca de 40 quilômetros de extensão e desde o século XX foi progressivamente ocupado (LIMA, 2004; CABRAL, 1996).

Figura 1 – Mapa de localização de Maceió e localização das praias urbanas.



Fonte: Os autores (2023); dados: IBGE (2022).

A análise da Vulnerabilidade a erosão costeira se deu através do Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC), índice criado para o Serviço Geológico Norte-Americano (USGS – sigla em inglês) e que reúne uma série de variáveis ambientais, classificadas numericamente a partir da relação entre variável e grau de vulnerabilidade (ALCOFRADO, 2017).

Neste trabalho, a metodologia empregada utilizou como base o IVC utilizado por Araújo *et al.* (2019), que empregou três variáveis para seu cálculo: Observações realizadas *in loco*, NDVI e também a variação da linha de costa.

Dessa maneira, o cálculo aqui se deu através da média aritmética de três indicadores de Vulnerabilidade: A variação da Linha de Costa, Observações *in loco* embasadas no uso de Geoindicadores e também no registro do NDVI, elemento indicativo da presença de vegetação ao longo da costa.

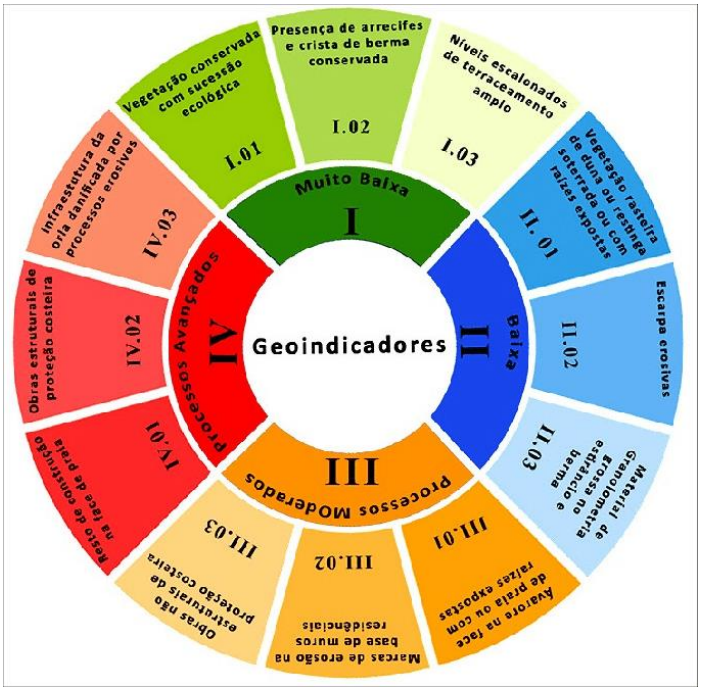
De acordo com a literatura, a análise da linha de costa se apresenta como um dos elementos principais no que concerne a erosão costeira, uma vez que a depender das condições ambientais o registro da progradação, retrogradação ou estabilidade possibilita a identificação de áreas mais vulneráveis ou em risco (LIMA, 2004; LÄMMLE e BULHÕES, 2017).

A análise da variação da linha de costa foi realizada através da delimitação da linha de preamar média, através da linha de contato direto entre sedimentos secos e molhados, onde foram criados dois arquivos .kmz seguindo a linha de preamar média, que foram exportados para o software Qgis, que então foram convertidos para Shapefile e empregados à análise da movimentação da linha de preamar média. Para isso, foram utilizadas duas imagens de satélite obtidas através do Google Earth dos anos de 2020 e 2009 (10/10/2020 e 22/09/2009) cuja análise da movimentação se deu utilizando o software QGIS através de pontos de controle intervalados a cada 250 metros, onde a medição se deu em metros a partir da posição da linha mais recente em relação a mais antiga.

A análise realizada através das observações *in loco* foi executada através do uso de Geoindicadores. Os geoindicadores empregados nas observações foram obtidos no trabalho de Santos Júnior, Araújo e Ferreira (2020) que empregaram 12 variáveis sobre estrutura, forma e proteção de praias em sua análise da vulnerabilidade no município da Barra de Santo Antônio, litoral norte de Alagoas.

Para tal, foi realizado trabalho de campo através de uma metodologia voltada a aplicação de *checklist* em áreas amostrais intervaladas a valores médios de 500 metros ao longo da área de estudo, bem como também foram empregadas observações realizadas remotamente, em ambiente SIG (Figura 2).

Figura 2 – Geoindicadores de Situação de Vulnerabilidade a Erosão.



Fonte: Santo Júnior, Araújo e Ferreira (2020).

Para a composição do NDVI da área de estudo, foi utilizada uma imagem do satélite Landsat8, do dia 21 de novembro de 2021, onde foram utilizadas as bandas do Vermelho e Infravermelho próximo, devidamente corrigidas e convertidas em seus valores de reflectância. O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) consiste em um índice espectral realizado através de uma operação entre as bandas espectrais 4 e 5, bandas do vermelho e infravermelho próximo respectivamente, (equação 1), e possibilita um diagnóstico momentâneo e também das mudanças sazonais e interanuais de desenvolvimento da vegetação, relacionadas a mudança nos padrões absorção e reflectância das luzes incidentes (JENSEN, 2014).

NDVI = (Infravermelho próximo - Vermelho) / (Infravermelho próximo + Vermelho) (1)

O Índice de vulnerabilidade costeira, por sua vez, foi produto da classificação de cada um dos três indicadores citados anteriormente, subdivididos cada um em três graus de vulnerabilidade (tabela 1), baseado na metodologia empregada por Araújo *et al.* (2019) e Martins (2015).

Tabela 1 – identificador de indicadores, Classes e Graus de Vulnerabilidade.

Indicador	Classe	Grau de vulnerabilidade	Limiar de Corte
NDVI	Alto	1	>0,5
	Médio	2	0,2 A 0,5
	Baixo	3	< 0,2
Variação da linha de costa	Erosão	3	-5 metros
	Estabilidade	2	-5 a +5 metros
	Progradação	1	+5 metros
Geoindicadores	Avançados	3	
	Moderados	2	
	Baixa	1	
	Muito Baixa	1	

Fonte: Os autores (2023), com base em Araújo (2019).

A efeito da divisão das classes e grau de vulnerabilidade, a classificação e determinação de grau de vulnerabilidade se deu a partir da revisão bibliográfica, onde:

Para o NDVI: Valores registrados entre 0,5 e 1 Foram considerados de NDVI alto; Valores entre 0,2 e 0,5 foram considerados de NDVI médio; e valores inferiores a 0,2 de NDVI Baixo. Sendo atribuídos os graus de vulnerabilidade 1, 2 e 3, respectivamente.

Já a classificação da movimentação da linha de costa, seguiu critérios métricos, baseados na posição da linha de preamar média de 2009 em relação a de 2020 onde: uma movimentação maior do que 5 metros foi registrada como progradação da linha de costa; registros de movimentação intermediários, onde os valores registrados foram entre 5 metros positivos e 5 metros negativos; e valores de retrogradação, onde os registros de movimentação da linha de preamar médio foi inferior a 5 metros negativos, sendo atribuído valores de 3, 2 e 1, respectivamente.

A classificação feita através do uso dos geoindicadores durante as observações *in loco*, seguindo a metodologia empregada por Santos Júnior, Araújo e Ferreira (2020) foi realizada através da aplicação de um *checklist* através de pontos regularmente espaçados na área de estudo, os classificando de acordo com as observações nas classes de vulnerabilidade a processos erosivos: avançados, moderados, baixa e muito baixa, com valores atribuídos de 3, 2, 1 e 1, respectivamente a cada uma das classes.

O cálculo do Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) foi realizado através da média aritmética simples dos pontos registrados por cada um dos indicadores, utilizando da ferramenta calculadora de campo do Software Qgis 3.28.2 (versão a longo prazo), e expressa através da fórmula 2:

$$IVC = (NDVI + Variação\ da\ linha\ de\ costa + Geoindicadores) / 3 \quad (2)$$

Finalmente, a setorização dos valores obtidos através da aplicação da fórmula 2, em graus de vulnerabilidade Baixa, Média e Alta foi realizada utilizando como base o trabalho de Martins (2015).

Tabela 2 – Relação entre Valor de IVC e Grau de Vulnerabilidade a erosão costeira.

Valor IVC	Grau de Vulnerabilidade
<1,7	Baixa
1,7 - 2,19	Média
>2,19	Alta

Fonte: Martins (2015).

Resultados

As praias urbanas de Maceió apresentam um quadro erosivo que pode ser traçado desde a segunda metade do século XX, quando o processo de urbanização da Cidade tornou-se mais intenso, sobretudo após a construção do Alagoas Iate Clube (atual Marco dos Corais), construção que barrou parte da deriva litorânea, o que intensificou os processos erosivos (CABRAL 1996).

Após isso, houveram uma série de intervenções ao longo da costa em vistas de lidar e mitigar os processos erosivos, sendo majoritariamente empregadas estruturas rígidas, inicialmente muros de contenção, seguidos de enrocamentos, enrocamentos de gabião (CABRAL, 1996), Bagwalls, e mais recentemente estruturas elaboradas com blocos de concreto pré-moldados e encaixáveis (Figura 3).

Figura 3 – Intervenções na orla de Maceió – 2022, A: Estrutura de enrocamentos; B: Bagwall colapsado; C: Blocos estruturais empregados na nova estrutura; D: Construção da nova estrutura de contenção (16/12/2022).

Fonte: Os autores (2022).

Ao longo das praias de Maceió, a maioria da vegetação original foi desmatada, fenômeno comum em praias urbanas, ao passo que na área de estudo podem ser observados, majoritariamente coqueiros (*Cocos nucifera*), palmeiras (*Allagoptera arenaria*) e em alguns outros pontos vegetação ornamental, os trechos de vegetação de restinga, apresentam-se como minoria e em sua maior parte concentrados na porção norte da área de estudo nas praias de Cruz das Almas e Jacarecica.

Quando analisado o NDVI da área de estudo, indicativo da presença de vegetação, e também elemento utilizado para compor o Índice de Vulnerabilidade Costeira, pode-se observar a presença pontos em que o NDVI foi classificado como “alto” mas que são encontrados apenas em pontos verificáveis nas praias do Pontal da Barra e extremo norte da Jatiúca, próximo ao limite com a praia de Cruz das Almas (figura 4).

Figura 4 – NDVI das praias Urbanas de Maceió.

Fonte: Os autores (2023).

No restante da área de estudo, predomina a presença de pontos de valor de NDVI Classificado como Baixo, pontos que somam em extensão 10.894,5 metros, cerca de 62% da área de estudo. Os pontos de NDVI médio classificado como médio somam 6.294,6 metros, ou 36% da área de estudo (tabela 3).

Tabela 3 – Distribuição das classes de NDVI na Área de estudo.

NDVI	Extensão (m)	Extensão (%)
ALTO	161,4	0,93
MÉDIO	6.294,6	36,28
BAIXO	10.894,5	62,79

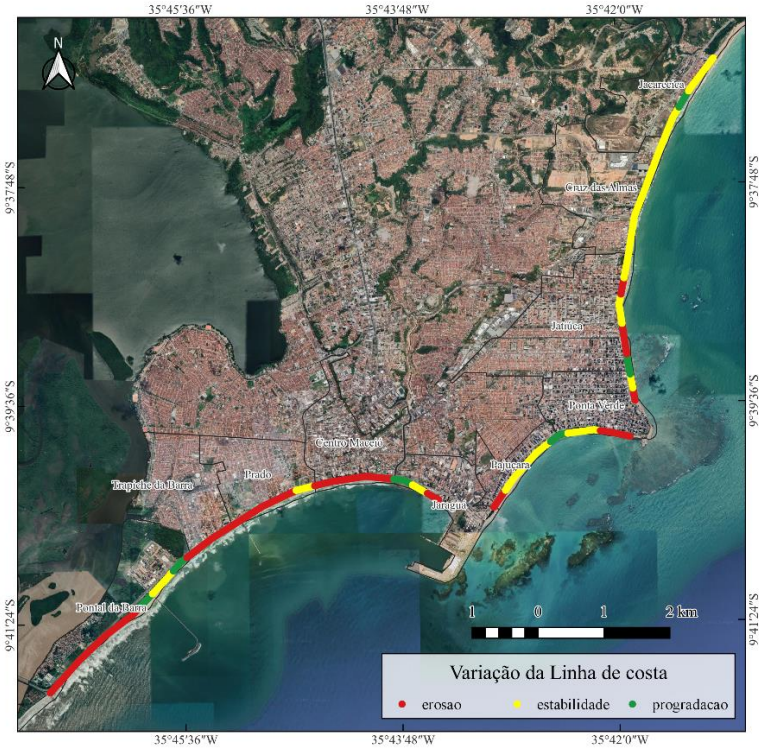
Fonte: Os autores (2023).

Cabe destacar que a distribuição das classes de NDVI ao longo da área de estudo não se dá de maneira homogênea, entretanto, é observada na porção norte da área de estudo um número maior, e mais expressivo, de pontos de NDVI de valor médio, ao passo que a porção sul, registra um maior predomínio de pontos de NDVI baixo.

Os registros da movimentação da linha de costa, apresentam certa dualidade no que concerne as praias urbanas de Maceió. Na análise empregada verifica-se que a porção sul da área de estudo, (Pontal da Barra, Trapiche, Prado, Centro e Jaraguá) um predomínio de pontos com valores negativos da movimentação da linha de costa, com porções pontuais de estabilidade e progradação, sendo os mais relevantes: o emissário submarino, localizado no Pontal da Barra, que atuou de maneira similar a espigões, estruturas que tem o objetivo de captar sedimentos oriundos da deriva litorânea, e também o ponto onde deságua o riacho Salgadinho na Avenida da Paz .

A porção Norte das praias urbanas, (da Pajuçara até Jacarecica) apresenta um quadro majoritariamente de estabilidade, com áreas pontuais de classificadas como Erosão e Progradação. Nessa porção, o destaque está nas praias da Pajuçara e porção da Ponta Verde, localizadas em uma enseada, cujos pontos de referência para seus limites são o porto de Maceió ao sul e o marco dos corais ao norte, protegida pelos recifes de corais, fatores que diminuem a influência da deriva litorânea e também o potencial erosivo oriundo das ondas, de modo que os pontos categorizados como de erosão estão nos limites exteriores da enseada (figura 5).

Figura 5 – Resultados da movimentação da linha de costa nas praias urbanas de Maceió.



Fonte: Os autores (2023).

Já a porção das praias de Jacarecica, Cruz das Almas, Jatiúca e parte da Ponta Verde, apresentam uma maior frequência de pontos de movimentação da linha de costa de estabilidade, onde os pontos de erosão concentram-se no Sul dessa extensão, entre ponta

verde e Pajuçara. As praias de Cruz das Almas e Jacarecica, não apresentam pontos erosivos em sua extensão, constando apenas pontos de variação da linha de costa estável e de progradação.

Analisando os valores absolutos as praias urbanas de Maceió apresentam ao longo dos seus 17 quilômetros de extensão, cerva de 45% desse valor com movimentação negativa da linha de costa (erosão), fator observado majoritariamente nas porções sul; 43% das praias urbanas aprestaram uma movimentação da linha de costa caracterizada como de estabilidade e 11,16% de sua área com uma movimentação da linha de costa que caracteriza progradação (tabela 4).

Tabela 4 – Distribuição das classes de NDVI na Área de estudo.

Variação da Linha de Costa	Extensão (m)	Extensão (%)
EROSÃO	7.868,25	45,35
ESTABILIDADE	7.545,45	43,48
PROGRADAÇÃO	1.936,8	11,16

Fonte: Os autores (2023).

As atividades *in loco*, realizadas com o objetivo de verificar a vulnerabilidade a erosão costeira a partir da situação momentânea e local feita com o uso de geoindicadores. Pode-se observar, inicialmente (figura 6) que predomina na área de estudo dois estados de vulnerabilidade a erosão: Baixo e Moderado.

O primeiro que apresenta uma extensão de quase 10 mil metros, em sua maior porção sendo representada por uma longa faixa continua na porção Sul a área de estudo, nos bairros de Pontal da Barra, Trapiche da Barra e Prado, Boa parte da Enseada da Pajuçara e pontos diversos no norte da área de estudo nas praias de cruz das almas e Jacarecica; o segundo de grau Moderado, apresentando uma extensão de cerca de 5 mil metros intercalada em sua maior parte por pontos de categoria de vulnerabilidade Baixa, sendo essa categoria predominante na porção anterior ao porto de Maceió, no bairro do jaraguá.

Figura 6 – Resultados das observações *in loco* nas praias urbanas de Maceió.

Fonte: Os autores (2023).

Ao longo da área de estudo as análises *in loco,* mostram pontos de vulnerabilidade a erosão de categoria alta, apenas nos extremos norte e sul das praias urbanas de Maceió. De fato, em extensão territorial os pontos os trechos de vulnerabilidade Alta a erosão costeira somam cerca de 887,7 metros, o que representa cerca de 5,11% do total da área de estudo (tabela 5)

Tabela 5 – Distribuição das classes de vulnerabilidade por geoindicadores na Área de estudo.

Variação da Linha de Costa	Extensão (m)	Extensão (%)
ALTO	887,7	5,11
MODERADO	5.810,4	33,48
BAIXO	10.652,4	61,39

Fonte: Os autores (2023).

O Índice de Vulnerabilidade Costeira aplicado as praias urbanas de Maceió mostra que, em sua maioria, o grau de vulnerabilidade a erosão costeira nas praias urbanas de Maceió é alto em 43,95% de sua extensão, seguido do grau de vulnerabilidade Baixo, em 38,60% de sua extensão e médio em 17,44% (Tabela 6).

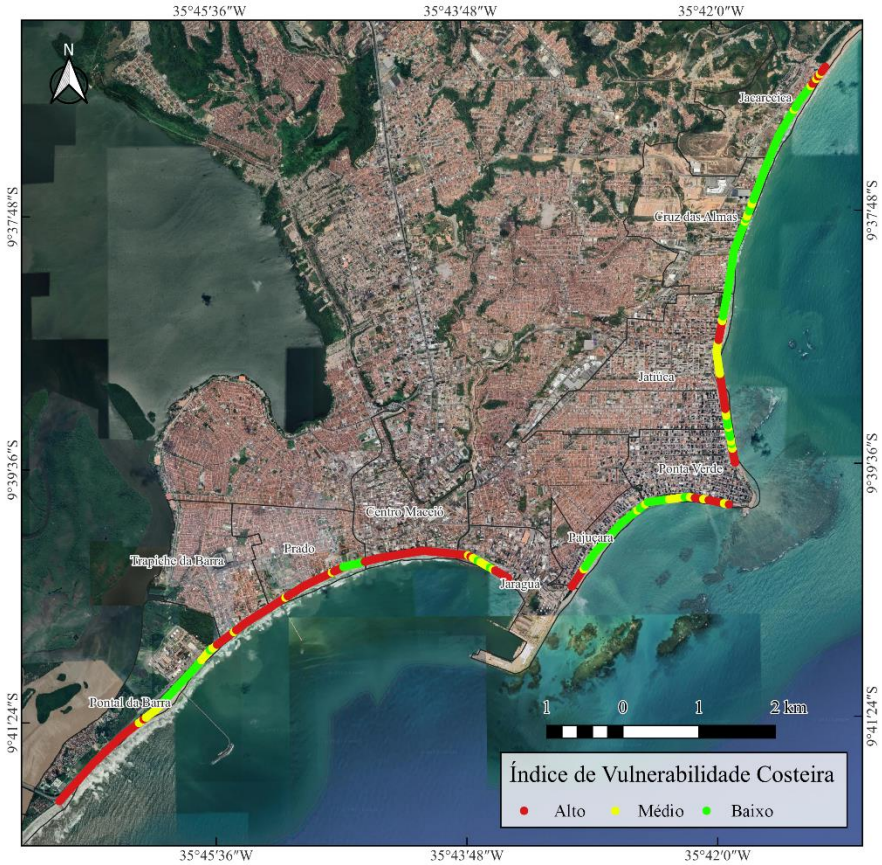
Tabela 6 – Distribuição das classes do Índice de Vulnerabilidade Costeira Área de estudo.

Variação da Linha de Costa	Extensão (m)	Extensão (%)
ALTO	7.626	43,95
MÉDIO	3.026	17,44
BAIXO	6.698	38,60

Fonte: Os autores (2023).

Verifica-se que a porção sul da área de estudo (praias do Pontal da Barra, Trapiche da Barra, Centro e jaraguá) concentram em sua extensão a maior parte da vulnerabilidade Alta, com pequenos pontos de exceção, sendo um deles o do emissário submarino presente no local, e também onde deságua o riacho salgadinho (figura 7).

Figura 7 – Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) das praias urbanas de Maceió.



Fonte: Os autores (2023).

As demais praias, apresentam em sua maior parte um grau baixo do Índice de Vulnerabilidade Costeira. A praia da Praia da Pajuçara, localizada em uma enseada e protegida nos extremos norte, sul e também pelos recifes de corais apresenta um IVC alto e médio apenas em suas extremidades. A praia da Jatiúca apresenta por toda extensão valores, em sua maioria altos e médios de vulnerabilidade a erosão costeira. As praias de Cruz das

Almas e Jacarecica apresentam um valor baixo no que compreende a vulnerabilidade costeira, com uma concentração no extremo norte de pontos de vulnerabilidade alta e média, localizados próximos a desembocadura do Rio Jacarecica.

Considerações Finais

Verificou-se que a situação das praias urbanas de Maceió em relação à vulnerabilidade costeira apresenta duas áreas principais e prioritária para intervenção. A primeira compreende toda a porção sul da área de estudo que abarca as praias do Pontal da Barra, Trapiche da Barra, Prado, Centro e Jaraguá; a segunda área é a da praia da Jatiúca que também apresentou um IVC expressivo. Ambas as áreas já apresentam um histórico voltado ao enfrentamento de questões relativas à erosão costeira, apresentando não apenas retrogradação da linha de costa e urbanização consolidada, mas também estruturas de contenção de variados tipos e danos a obras e estruturas instaladas na orla. Ambas as áreas, por sua vez, contam com a intervenção no Estado, atuando de modo a mitigar os efeitos que a erosão costeira vem causando nesses pontos, construindo estruturas de contenção.

As praias de Cruz das Almas e Jacarecica apresentaram pela maioria da sua extensão um Índice de Vulnerabilidade a Erosão Costeira baixo. Esse resultado se deve, sobretudo, aos valores registrados de estabilidade de sua linha de costa e maior quantidade de pontos de NDVI de valor médio, indicativo da presença de vegetação. Esses dois elementos se apresentam como muito voláteis e sensíveis a intervenções antrópicas e os bairros de Cruz das Almas e Jacarecica encontram-se em um dos eixos de expansão da cidade de Maceió, de modo que um processo de urbanização desordenado pode ser capaz de afetar de maneira danosa essas praias.

A aplicação do IVC mostrou-se útil ao que se propôs, uma vez que, possibilitou identificação da vulnerabilidade das praias urbanas de Maceió, bem como a sua segmentação em áreas de vulnerabilidade baixa, média e alta; sendo uma metodologia prática, útil, e de custo baixo para o monitoramento da costa bem como passível de ser adaptada e empregada em diversos cenários e localidades, não apenas na cidade de Maceió, mas também em cidades de todo o litoral alagoano.

Referências

AB'SÁBER, Aziz Nacib. Fundamentos da geomorfologia costeira do Brasil inter e subtropical. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 1, n. 1, 2000.

ALCOFORADO, Alex Vinicius Capistrano. Índice de vulnerabilidade costeira e risco à inundação em cenários de mudanças climáticas no estuário do Rio Piranhas-Açu com utilização de imagens de sensores orbitais e de LiDAR aeroportado. 2017. Dissertação de Mestrado. Brasil.

ARAÚJO, I. R. G. de. *et al*. ESTIMATIVA DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA (IVC) PARA O LITORAL DO PIAUÍ, BRASIL EVALUATION OF COASTAL EROSION VULNERABILITY INDEX (CVI) FOR PIAUÍ COASTAL ZONE, BRAZIL. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 20, n. 1, 2019.

CABRAL, F. T. de O. Análise multitemporal da variabilidade da linha de costa e o uso de geotecnologias para o ensino da Geografia. 1996. Trabalho de Conclusão de Curso.

JENSEN, J. R. Remote Sensing of the Environment An Earth Resource Perspective. Harlow, Essex: Pearson Education Limited, 2014.

LÄMMLE, L.; BULHOES, E. M. R. Impactos das obras costeiras na morfologia da linha de costa: o caso do Porto do Açu, São João da Barra, RJ. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento, v. 1, p. 2782-2794, 2017.

LIMA, R. C. A. Evolução da Linha de Costa a Médio e Curto Prazo Associada ao Grau de Desenvolvimento Urbano e aos Aspectos Geoambientais da Planície Costeira de Maceió. Tese (Doutorado em Geociências), Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

LIMA, S. F. *et al*. A PROBLEMÁTICA DOS RESÍDUOS ENCONTRADOS NAS PRAIAS DE MACEIÓ/ALAGOAS E SUAS CONSEQUÊNCIAS AMBINETAIS. Caderno de Graduação-Ciências Exatas e Tecnológicas-UNIT-ALAGOAS, v. 3, n. 3, p. 21-21, 2016.

MARTINS, K. Vulnerabilidade à erosão costeira e mudanças climáticas através de indicadores em Pernambuco, Brasil. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Centro de Tecnologias e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, 107p. Recife, 2015.

MARTINS, K. A. *et al.* Determinação da erosão costeira no Estado de Pernambuco através de geoindicadores. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 17, n. 3, 2016.

MORAES, A. C. (2004). Classificação das praias brasileiras por níveis de ocupação: proposta de uma tipologia para os espaços praiais. Em O. D. FREIRE, PROJETO ORLA: subsídios para um projeto de gestão. Brasília (pp. 31 - 42). Brasília: MMA e MPO.

OLIVEIRA, L. K. S. *et al*. Vulnerabilidade à erosão costeira e riscos associados à ocupação: estudo de caso do município de Aracaju/Sergipe, Brasil. Territorium, n. 25, p. 89- 102, 2018.

PORTZ, L. C. et al. Turismo e degradação na orla do Rio Grande do Sul: conflitos e gerenciamento. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 22, 2010.

SANTOS JUNIOR, José Ferreira dos; FERREIRA, Bruno; ARAÚJO, Eduardo Machado Menezes. Erosão costeira no município de Barra de Santo Antônio, litoral norte de Alagoas. 2020.

SOUZA, C. R. de G. et al. Praias arenosas e erosão costeira. In SOUZA, Celia Regina de Gouveia (ed). Quaternário do Brasil. 1 ed. Ribeirão Preto: Holos editora, 2005. p. 114-129.

RABELO, T. O. Geoconservação e risco de degradação em ambientes costeiros: uma proposta de avaliação do geopatrimônio costeiro dos munícipios de Raposa-MA e Galinhos-RN, Brasil. 2022.

Caracterização Geológica-Geomorfológica e de Estilos Fluviais da Bacia do Rio Espinharas, no Semiárido PB-RN

Geological-Morphological Characterization and River Styles of the Espinharas River Basin, In Semi-Arid PB-RN

Mirelle Oliveira Silva
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-4856-7503
Mirelleoliveirasilva18@gmail.com

Nádson Ricardo Leite de Souza
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-8744-3917
nad_ric@hotmail.com

José Antônio Vilar Pereira
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-6033-5596
joseantoniovilar36@gmail.com

Resumo: O presente trabalho trata da análise da bacia do Rio Espinharas, localizada no semiárido nordestino, a partir da caracterização geológica-geomorfológica e da aplicação da metodologia de estilos fluviais para um trecho do rio. Para que o trabalho fosse desenvolvido, dividiu-se este em três etapas: (I) produção dos mapas temáticos; (II) delimitação das Unidades Geomórficas; (III) caracterização do confinamento e identificação dos estilos fluviais. Os resultados mostraram a interferência da geologia na disposição e dinâmica do Rio Espinharas, bem como na constituição das unidades geomórficas. Além disso, o trecho estudado apresentou cinco estilos fluviais com configurações de vale confinados, semi-confinados e não-confinados, em terrenos que se apresentaram tanto arenosos, como rochosos. Assim, embora o trabalho tenha-se apresentado como um ensaio, este permitiu confirmar a importância do aprofundamento dos estudos ambientais, especialmente por meio da metodologia de estilos fluviais para a gestão adequada de bacias hidrográficas.

Palavras-chave: Caracterização ambiental; Estilos Fluviais; Rio Espinharas; Semiárido.

Abstract: The present work deals with the analysis of the Espinharas River basin, located in the northeastern semi-arid region, based on the geological-geomorphological characterization and the application of the methodology of fluvial styles for a stretch of the river. For the work to be developed, it was divided into three stages: (I) production of thematic maps; (II) delimitation of Geomorphic Units; (III) characterization of confinement and identification of river styles. The results showed the interference of geology in the disposition and dynamics of the Espinharas River, as well as in the formation of geomorphic units. In addition, the studied section presented five river styles with confined, semi-confined and non-confined valley configurations, in terrains that were both sandy and rocky. Thus, although the work was presented as an essay, it confirmed the importance of deepening environmental studies, especially through the methodology of river styles for the proper management of watersheds.

Keywords: Environmental characterization; Fluvial Styles; River Espinharas; Semi-arid.

Introdução

Quando se trata da gênese e evolução das paisagens, os rios são um dos principais agentes transformadores, tendo em vista que dispõem de funções relevantes no processo de

esculturação da paisagem (LIMA; MARÇAL, 2013). Ademais, eles possuem uma expressiva importância em virtude de corresponderem a um recurso indispensável à manutenção da vida.

Em ambientes áridos e/ou semiáridos, a relevância e uso desses corpos d'água se torna ainda maior, considerando o histórico da escassez hídrica. Tem-se, como exemplo, nesse sentido, o Nordeste brasileiro. Nesse recorte espacial, a compreensão a respeito da dinâmica e da diversidade dos rios ainda é bastante reduzida, especialmente quando se trata dos rios e trechos ocorrentes nas áreas semiáridas (SOUZA, 2018). Todavia, a crescente preocupação em relação aos riscos ambientais e a peculiaridade desses ambientes requisitam o aprofundamento do conhecimento próprio e cada vez mais detalhado de seu comportamento.

A compreensão das características e do comportamento dos ambientes fluviais é indispensável para servir como base de direcionamento para uma gestão adequada dos rios, em especial nos ambientes secos, onde as populações convivem há séculos com problemas ambientais potencializados pela inadequada gestão de seus recursos hídricos, como é o caso da Região Nordeste do Brasil, dentre tantas outras no mundo.

Nesse sentido, pensando em processos mitigadores para uma série de problemas ambientais que afetam a distribuição e qualidade da água, o uso de "técnicas para classificação de tipologias fluviais vem se tornado uma metodologia com apelo para a gestão de bacias hidrográficas por permitir compreender as interdependências que ocorrem entre os diferentes trechos do rio [...]" (LIMA; MARÇAL, 2013).

Assim, o presente trabalho propõe caracterizar a bacia do Rio Espinharas, situada no semiárido paraibano-potiguar, identificando e descrevendo seus aspectos geológicos-geomorfológicos; e, em seu canal principal, realizar um detalhamento inicial, dos estilos fluviais de um de seus trechos mais representativos, separado didaticamente durante as práticas em ambiente SIG, durante estudos em Geomorfologia Fluvial.

Área de estudo

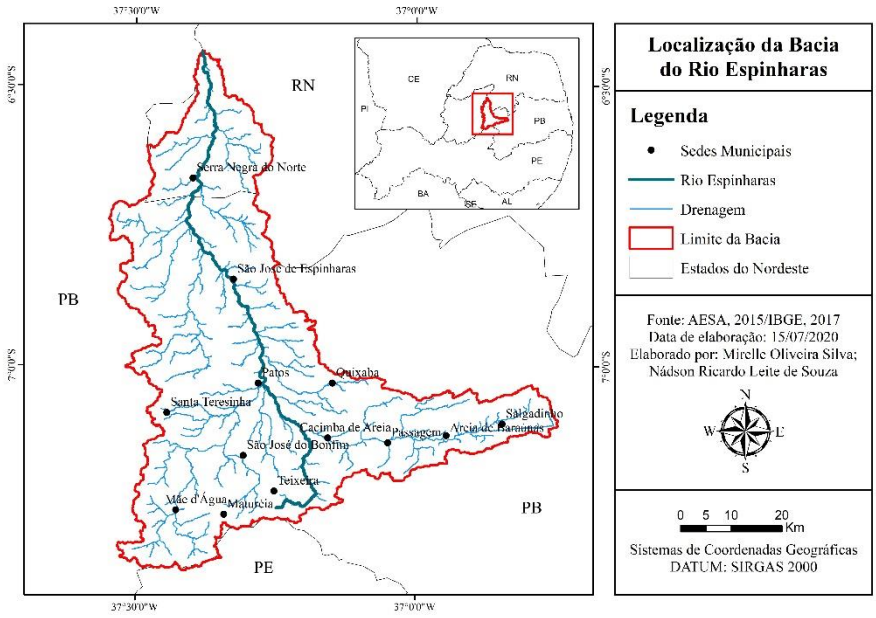
A bacia do Rio Espinharas está situada na porção central do limite entre os estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, abrangendo uma parte da região semiárida desses estados. Sua maior área, incluindo alto e o médio curso, situa-se no território paraibano, conforme ilustrado no mapa da figura 1. O rio principal, homônimo, tem sua nascente na porção Norte da Serra do Teixeira, no limite entre os Estados da Paraíba e Pernambuco, e desemboca no Rio Piranhas, numa região popularmente conhecida como Seridó Potiguar, Estado do Rio Grande do Norte.

A bacia do Rio Espinharas possui uma área total de 3.301,03 km² (SILVA et al, 2014), na qual situam-se doze municípios paraibanos e um potiguar (Serra Negra do Norte), nos

quais soma-se uma população de 169.128 habitantes (IBGE, 2017). Desses, cerca de 108.000 habitantes estão no município de Patos, cuja sede municipal é cortada pelo Rio Espinharas.

A bacia do Rio Espinharas é considerada uma sub-bacia inserida na bacia do Rio Piranhas-Açu, possui um regime fluvial tipicamente intermitente, característico do domínio do bioma no qual está inserido: Caatinga. A precipitação pluviométrica da região é marcada por uma elevada variabilidade, caracterizando o clima da bacia como Semiárido quente (MEDEIROS, 2003).

Figura 2 – Localização da Bacia do Rio Espinharas nos Estados da PB e RN



Fonte: Base de dados do IGBE (2017)/Elaborado pelos autores (2021)

As médias pluviométricas aproximam-se de 700 mm anuais, com longos períodos de estiagem e taxas de evapotranspiração oscilantes entre 2.000 e 2.500 mm anuais (PARAÍBA, 2006). O índice de aridez da bacia está entre 0,20 e 0,50, dado que apresenta um alto nível de risco de desertificação (PARAÍBA, 2011).

No alto curso do Rio Espinharas ocorrem temperaturas mais amenas em relação às áreas do médio e baixo curso, influenciadas também pela altitude mais elevada do relevo, característica contrária à da região da superfície sertaneja e da região do Seridó, onde se encontra a maior área dessa bacia hidrográfica.

Procedimentos metodológicos e técnicos

Para a construção do presente trabalho, dividiu-se o mesmo em três etapas. A primeira (I) consistiu na produção dos mapas temáticos referentes a bacia do Rio Espinharas. Dessa forma, foram construídos mapas de localização, geologia, declividade e hipsometria. A segunda etapa (II) compreendeu a delimitação das Unidades Geomórficas do trecho

selecionado e a terceira etapa (III) se deu com a caracterização do confinamento e identificação dos estilos fluviais. Nesse contexto, foi elaborado um mapa com os estilos fluviais identificados na fração determinada. Posteriormente, realizou-se o mapeamento detalhado de um único estilo fluvial, com grande expressividade no trecho.

Mapeamento temático

Para a construção dos mapas de localização, hipsometria, declividade, foram utilizados dados disponíveis em formato *shapefile* (.shp) no banco de dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA), bem como de imagens adquiridas a partir do catálogo de imagens disponíveis site do *United States Geological Survey* (USGS). Os dados da hipsometria e declividade foram organizados a partir das orientações da EMBRAPA (1979) e processados em ambiente SIG, especificamente no software Arc Map versão 10.5.

Por fim, o mapa de geologia foi elaborado com base nos dados disponíveis da AESA, do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), bem como nos dados do IBGE (2017), os quais foram processados também em ambiente SIG.

Delimitação das Unidades Geomórficas

Na segunda etapa, as planícies de inundação foram delimitadas por meio do programa *Google Earth*. Para a delimitação empregou-se o uso de polígonos, considerando a altitude como parâmetro para esta definição. Áreas próximas ao canal onde a altitude aumentava rapidamente não foram consideradas como planícies de inundação. Distintamente, ambientes próximos ao canal o quais expressavam certa constância na altitude foram classificados como sendo planície de inundação do rio.

Nesta etapa ainda foram identificados e selecionados neste mesmo programa as unidades geomórficas como barras, ilhas e afloramentos rochosos, bem como partes do rio que apresentava canais secundários. Para a delimitação dessas unidades empregou-se os seguintes parâmetros: a identificação das barras se deu com base no tamanho, assim como na sua estrutura, ao observar imagens de períodos diferentes, foi possível identificar essa unidade em virtude da instabilidade que apresentavam.

As ilhas foram delimitadas com base na sua localização mais ao centro do canal, bem como em razão da estabilidade que exibem. Considerou-se ainda como parâmetro para esta definição a presença de vegetação com porte mais denso. Os afloramentos foram identificados também mediante a sua estabilidade, bem como sua coloração, identificada a partir de diferentes imagens de períodos distintos.

As unidades geomórficas identificadas no *Google Earth* foram exportadas para o ARCMAP a partir da ferramenta "*From KML*" e posteriormente agrupadas conforme a finalidade do mapeamento. Foram produzidos dois mapas: um mapa com características mais gerais sobre o trecho selecionado, bem como um mapa detalhado sobre um estilo fluvial elegido dentre os identificados na fração mapeada do rio.

Nessa perspectiva, com base na delimitação das planícies de inundação, bem como na identificação das unidades geomórficas, foi possível produzir mapas com os estilos fluviais identificados em um trecho do Rio Espinharas. A divisão por trecho foi feita durante as discussões nas aulas da referida disciplina citada anteriormente. Dessa forma, cada aluno (a) ficou responsável por mapear um trecho do rio. O trecho mapeado neste trabalho, foi a fração entre 5 e 6, com aproximadamente 9 km de extensão.

Confinamento e Estilos Fluviais

A caracterização do confinamento do canal foi realizada em ambiente SIG, através das informações espaciais disponíveis no *software* Google Earth Pro. Para tal, considerou-se a análise da intensidade de aumento ou constância da variação altimétrica desde o leito até as margens do canal. De modo comparativo entre os diversos trechos do canal, interpretou-se como "trechos confinados" aqueles cuja variação altimétrica ultrapassa os 10 metros, no espaço entre o leito e a distância máxima analisada, que se optou por adotar 500 metros, considerando a largura do canal.

Considerou-se como "Trecho não-confinado" aqueles cujas duas margens do canal apresentaram uma variação altimétrica menor que 10 metros dentro da distância definida (até 500 m a partir do talvegue). Essas áreas com menor variação altimétrica foram interpretadas como planícies de inundação. Quando apenas uma das margens apresentou variação altimétrica mais elevada, o trecho foi entendido como "semi-confinado".

A identificação dos estilos fluviais foi baseada na metodologia de estilos fluviais proposta por Brierley & Fryirs (2005), na qual três configurações de vales são sugeridas: Considera-se vale confinado quando não há planícies de inundação; vale semi-confinado (ou parcialmente confinado), quando há planícies de inundação descontínuas; e vale não confinado, quando há planícies de inundação com caráter contínuo. Para o mapeamento dos estilos fluviais, foram utilizadas informações obtidas a partir da geração do Modelo Digital de Elevação (MDE).

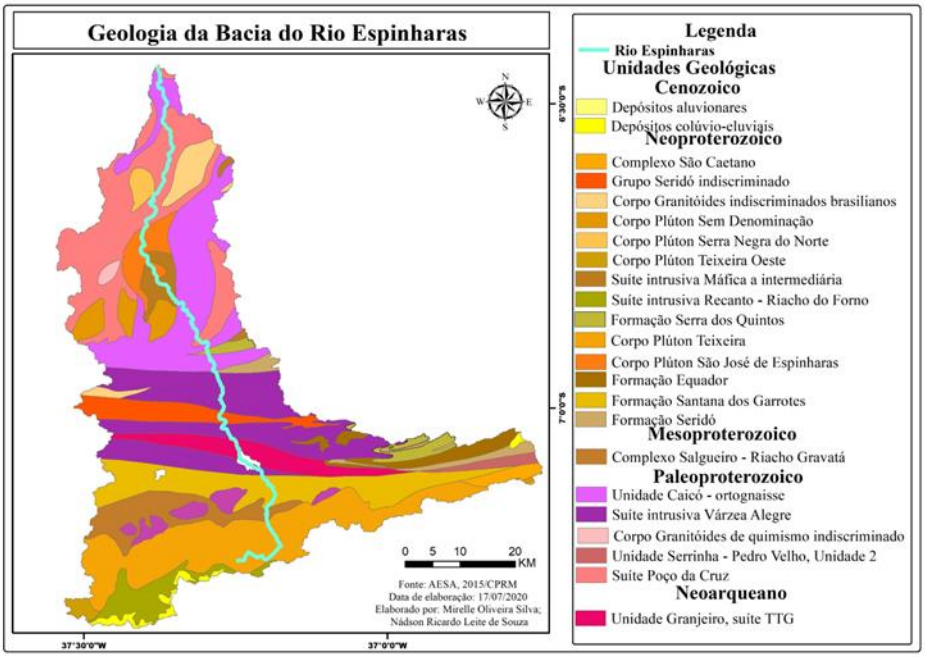
Resultados e discussões

A bacia do Rio Espinharas, a qual encontra-se inserida na Província Borborema, abarcando pelo menos quatro sub-províncias: a Zona Transversal, a Cachoeirinha, a Rio

Grande do Norte e a Seridó. Tal fato evidencia a diversidade de unidades geológicas existente nessa bacia.

Além da considerável diversidade de unidades geológicas da área, as mesmas encontram-se orientadas no sentido Oeste-Leste (W-E) (Figura 2), enquanto o canal principal formou-se no sentido S-N, característica essa que faz com que o rio principal acompanhe a diversidade da bacia, apresentando, assim, litologias formadas em Eras geológicas distintas.

Figura 2 – Mapa das Unidades Geológicas da Bacia do Rio Espinharas, Semiárido da PB-RN



Fonte: AESA, 2015/CPRM/ANO. Elaborado pelos autores (2021)

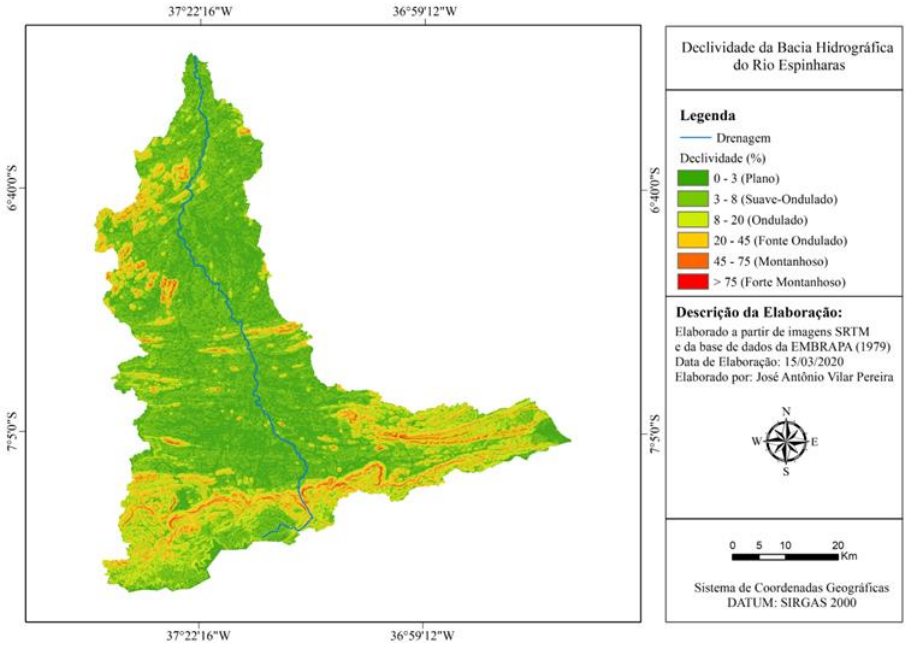
A classe de rocha prenominante na área da bacia são as cristalinas, contudo há áreas de rochas sedimentares, apenas de ocorrerem com menor frequência. De acordo com Medeiros (2018), o embasamento cristalino apresenta uma fina cobertura sedimentar arenosa ou areno-argilosa.

Especificamente, a bacia apresenta unidades que variam do Cenozoico ao Neoarqueano (figura 2). Ao todo são 23 unidades geológicas componentes desta área. O rio Espinharas corta aproximadamente 11 dessas 23 litologias, percorrendo uma extensa superfície de rochas cristalinas. O trecho 4 ao 3, foco deste trabalho, encontra-se inserido nas unidades geológicas Corpo Plúton São José de Espinharas e na suíte Poço da Cruz, como se pode observar na figura 2.

Nota-se ainda que o referido rio possui sua cabeceira assentada na unidade Corpo Plúton Teixeira, a qual é formada, grosso modo, por granitos, granodioritos e quatzitos. A área, sendo mais elevada, apresenta altitudes que alcançam os 900 metros (Figura 4), exibindo declividade que varia do suave ondulado ao ondulado no topo do relevo, e em áreas

imediatas apresenta declividade mais forte, permanecendo entre o forte ondulado e montanhoso, como expõe a Figura 3.

Figura 3 – Mapa de declividade da bacia hidrográfica do Rio Espinharas

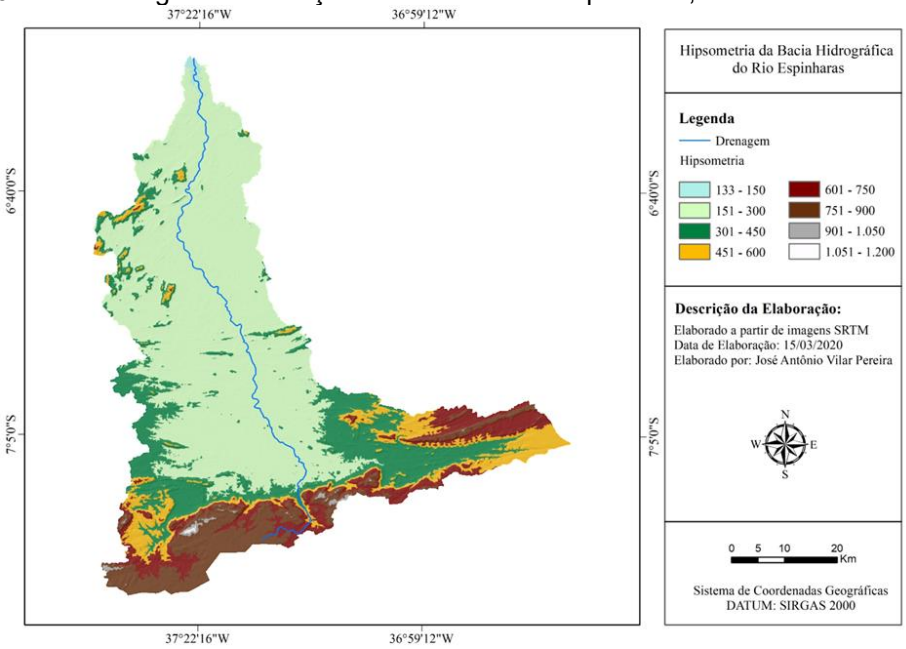


Fonte: Embrapa (1979). Elaborado por José Antônio Vilar Pereira, 2020.

Nesse cenário, o trecho final do rio encontra-se na unidade Caicó-Ortognaisse, composta por gnaisses, migmatitos, metagranito e ortognaisses. Esse trecho adentra terrenos do Estado do Rio Grande do Norte. A altitude encontrada nessa área varia de 151 a 300 m, com declividade baixa, variando do plano ao suave ondulado. Essas características identificadas nesse trecho correspondem a configuração de ambientes mais arrasados, denotando uma superfície mais aplainada, diferentemente das áreas de cabeceiras

De modo geral, a maior parte do rio encontra-se em altitudes que variam de 151 a 300m (Figura 4), permanecendo com declividade moderada, oscilando entre o plano ao ondulado, com exceção de pequenos trechos os quais exibem declividade mais acentuada bem como altitudes mais elevadas, frações essas representadas por cristas alongadas e *inselbergs* presentes na grande superfície aplainada.

Figura 3 – Modelo digital de elevação da bacia do Rio Espinharas, no Semiárido da PB e RN



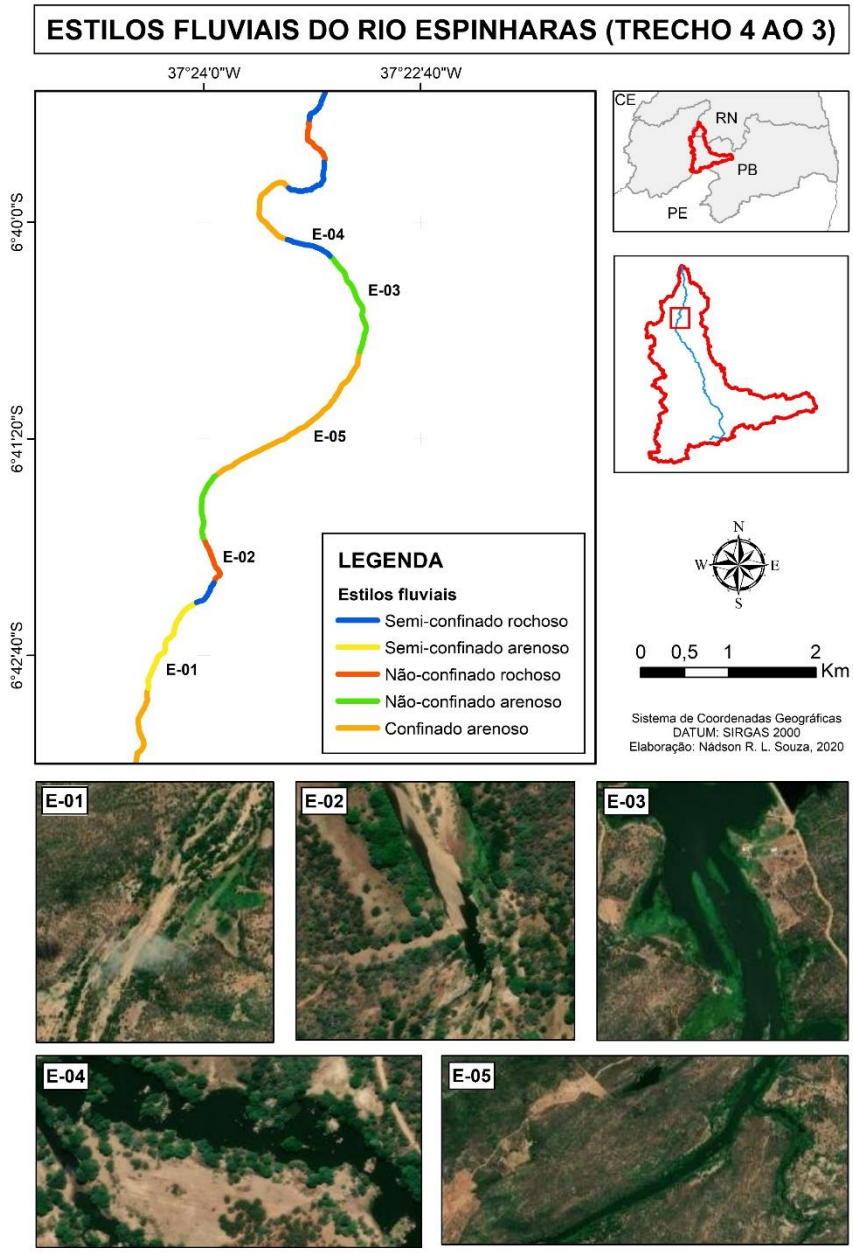
Fonte: SRTM, ANO. Elaborado por José Antônio Vilar Pereira, 2020.

A partir da hipsometria da bacia observada no modelo digital de elevação, percebe-se que o Rio Espinharas, cujo comprimento total é de 81,41 quilômetros (IBGE, 2017), possui uma altitude que variante entre 151 e 300 metros em quase toda sua extensão, embora algumas áreas da bacia cheguem a ultrapassar os 1000 metros de altitude, como é o caso do Pico do Jabre, cuja altitude máxima é de 1.208 metros. Observa-se, ainda, que a nascente do canal principal se situa a uma altitude entre 751 e 900 metros, na Serra do Teixeira.

Confinamento e estilos fluviais

O trecho selecionado para detalhamento neste trabalho, estava completamente inserido nas áreas caracterizadas por altimetria variante entre 151 e 300 metros, com relevo do tipo suave-ondulado. Nesse trecho, foram identificados pelos menos cinco estilos fluviais com configurações de vale confinados, semi-confinados e não-confinados, em terrenos que se apresentaram ora mais arenosos (E-01, E-03 e E-05, Figura 5), ora mais rochosos (E-02 e E-04, Figura 5), conforme ilustrado no mapa, abaixo.

Figura 5 – Mapa dos estilos fluviais identificados no trecho 4 ao 3 do Rio Espinharas



Fonte: Gerado a partir de imagens do Google Earth Pro. Elaborado pelos autores (2021).

O trecho analisado tem aproximadamente nove quilômetros de extensão, tendo sido identificado em sua maior parte como um canal de leito arenoso, a julgar pela frequente ocorrência de barramentos arenosos no canal. Contudo, observou-se a presença de diversos afloramentos de rocha cristalina no leito, especialmente nas áreas mais rebaixadas do trecho analisado.

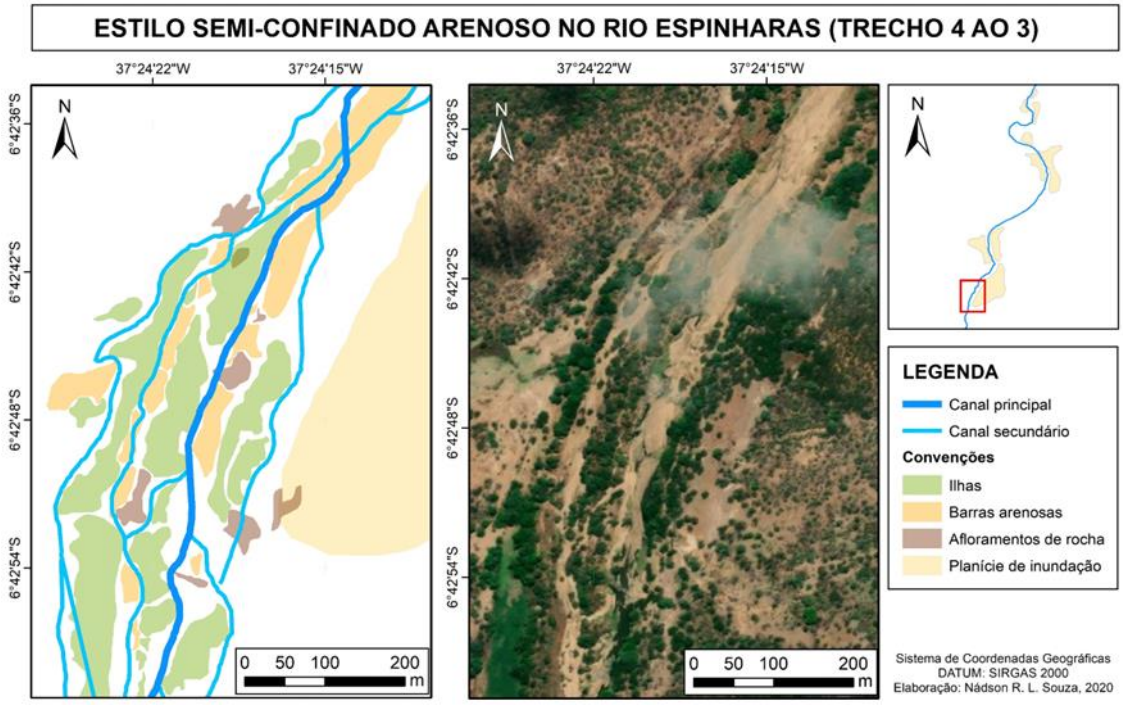
Nesse trecho, situado nos limites entre os Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte, situa-se a sede municipal de Serra Negra do Norte-RN, todavia, a maior parte do canal

não possui urbanização, mas áreas rurais com marcas de atividades agropecuárias. Próximo a cidade de Serra Negra do Norte, um barramento foi identificado, a Barragem São Pedro.

Dentro deste trecho, foi escolhida uma área em menor escala, a fim de se obter um detalhamento maior a partir do estilo mais representativo, considerando a distribuição das unidades geomórficas neste, conforme a representação da Figura 6.

Assim, o estilo fluvial encontrado dentro da fração selecionada corresponde ao semi-confinado arenoso, com aproximadamente 600 m de extensão. Este estilo apresentou um aspecto de entrelaçamento, com ocorrência de canais secundários, que foram identificados no *Google Earth Pro*, por meio da ferramenta de alteração temporal das imagens. Utilizou-se imagens de anos mais chuvosos, como em 2011, e de anos com maior escassez pluviométrica, como em 2016 e 2017.

Figura 6 – Representação de um estilo semi-confinado arenoso no trecho 4 ao 3 do Rio Espinharas



Fonte: Google Earth Pro. Elaborado pelos autores (2021).

Por meio da representação do estilo fluvial com maior detalhamento, constatou-se a recorrência de ilhas e barras arenosas em detrimento da ocorrência de afloramentos rochosos, além de um canal principal que apresenta um aspecto entrelaçado. Nesse nível de detalhe, uma planície de inundação foi identificada na margem esquerda do trecho. Um maior detalhamento do estilo fluvial encontra-se representado na matriz de estilos fluviais (Tabela 1), a seguir:

Tabela 1 – Matriz de estilo, Canal arenoso com planície descontínua

MATRIZ DE ESTILOS FLUVIAIS – ESTILO FLUVIAL SEMI-CONFINADO ARENOSO NO TRECHO 4 AO 3 DO RIO ESPINHARAS	
CARACTERÍSTICAS FLUVIAIS	
Configuração do vale	Semi-confinado.
Configuração em planta	Canal arenoso e irregular.
Textura de materiais do leito	Textura arenosa, com a presença de barras arenosas, alguns afloramentos rochosos e planície de inundação na margem esquerda.
Unidades geomórficas	Geometria do canal: Canal entrelaçado.
	Formas associadas ao vale: • Planície de inundação; • Canal (Textura: Arenosa, com presensa de afloramentos rochosos em menor quantidade que barras)
Unidades geológicas	Corpo Plúton São José de Espinharas
Vegetação associada	Vegetação predominante de Caatinga, com poste arbóreo-arbustivo. Há marcas de atividade agropecuária de pequena extensão (provavelmente de subsistência) nas duas margens do canal, espaçadas, identificadas através das marcas de degradação visualizadas nas imagens de satélite.
CONTROLE	
Bacia à montante	Área de pedimentos com planície de inundação. Área de captação com aproximadamente 2.500 km.
Unidade de Paisagem	Pediplano.
Zona processual	Zona de transporte de sedimento.
Morfologia do vale	Vale com aproximadamente 40 m. Profundidade aproximada entre 1 e 2 metros.
Competência do Fluxo	Baixa competência de transporte de sedimento, ficando restrito a eventos de alta magnitude.
Intervenção antrópica	Retirada da vegetação próxima às margens do canal para agricultura de caráter familiar.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021)

A recorrência de barras, ilhas, assim como a textura arenosa neste trecho se deu pelo fato da área encontrar-se em terrenos acidentados e planos, mais próximos da foz do rio. Nestes ambientes há água já não possui grande poder erosivo, tendo em vista que a velocidade do curso d'água é menor, sendo esta relacionada ainda com a topografia (POPP, 1994). Desse modo, o processo de deposição de sedimentos se sobrepõe ao de erosão, facilitando a formação de barras e ilhas fluviais, a partir da existência do leito arenoso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir de uma análise sistemática das características da bacia, do Rio Espinharas, foi possível compreender mais detalhadamente a dinâmica hidrológica ambiental, responsável pela esculturação da paisagem, o que inclui também pela determinação dos estilos fluviais.

No trecho analisado neste trabalho, foram identificados cinco estilos fluviais, contudo, um deles foi ainda mais detalhado, o estilo fluvial de leito arenoso com planície de inundação descontínua, por se considerar este como o mais representativo do trecho analisado.

Ainda que tenha sido realizado de maneira remota, utilizando-se apenas das ferramentas de geoprocessamento e SIG, o trabalho permitiu confirmar a importância do aprofundamento dos estudos ambientais, especialmente através da metodologia de estilos fluviais, a fim de gerar dados seguros que sirvam de suporte para a gestão adequada de bacias hidrográficas, condição que, se bem executada, em conjunto com o conhecimento científico, é capaz de trazer melhorias significativas à vida das populações que convivem em regiões semiáridas.

Todavia, ressalta-se que em trabalhos futuros são relevantes e necessárias a análise e a caracterização dos estilos fluviais de todo o curso do rio, a fim de se obter respostas mais precisas sobre a dinâmica deste ambiente fluvial, uma vez que este trabalho, em virtude de sua abordagem, não permitiu a aplicação da metodologia para todo a extensão fluvial.

Referências

BRIERLEY, G.; FRYIRS, K. A. **Geomorphology and River Management:** applications of the river styles framework. University of Oxford: Blackwell Publications, Oxford, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biblioteca IGBE**. 2017. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo.html?id=449841&view=detalhes>. Acesso em: 10 set. 2021;

LIMA, R. N. de S; MARÇAL, M. dos S. A**valiação da condição geomorfológica da bacia do rio Macaé – RJ a partir da metodologia de classificação dos estilos fluviais.** Revista Brasileira de Geomorfologia, v.14, n.2, (Abr-Jun) p.171-179, 2013

MEDEIROS, Y. D. P. **Análise dos impactos das mudanças climáticas em região semi-árida**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, p. 127-136, 2003;

MEDEIROS, Felipe Silva de et al. **Geotecnologias aplicadas ao uso e cobertura dos solos da Sub-bacia Hidrográfica do Rio Espinharas-PB/RN/PE com ênfase em áreas de preservação permanente e de uso restrito**. Dissertação de Mestrado. Pós-Graduação em Ciências Florestais. UFCG. Campina Grande-PB, 2018;

PARAÍBA. Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente - SECTMA. PERH-PB: **Plano estadual de recursos hídricos: Resumo executivo & atlas/Governo do Estado da Paraíba**; Secretaria de Estado da Ciência e Tecnologia e do Meio Ambiente, SECTMA; Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, Brasília: Consórcio TC/BR – Concremat, 2006. 112p.

PARAÍBA. **Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Paraíba**: PAE-PB. João Pessoa: Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente e da Ciência e Tecnologia. Superintendência de Administração do Meio Ambiente, 2011. 137p.

POPP, J. **Geologia Geral**. LTC - Livros Técnicos e Científicos. 4 ed. Rio de Janeiro. Editora S.A., 1994.

SILVA, Rosangela M. P.; LIMA, Joedla R.; MENDONÇA, Izaque F. C. **Alteração da cobertura vegetal na Sub-Bacia do Rio Espinharas de 2000 a 2010**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. vol.18 n. 02. Campina Grande - PB, fev. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662014000200011>. Acesso em: 19 set. 2020;

SOUZA, J. O. P. **Controles Fluviais e diversidade de Estilos Fluviais do Rio Mamanguape – Paraíba.** Anais. XII SINAGEO – Simpósio Nacional de Geomorfologia - UGB - União da Geomorfologia Brasileira. Crato, Ceará, 2018.

Antropização e Gestão Territorial na Região Insular de Belém/PA: um estudo sobre a APA ilha do Cumbu

Anthropization and Territorial Management in the Insular Region of Belém/PA: a study on the APA island of Cumbu

Vitor Augusto Leal Silva
Universidade Federal do Pará
0009-0009-7176-7640
augustoleal.ufpa@gmail.com

Felipe Domingos Viana Medeiros
Universidade Federal do Pará
0009-0006-0748-023X
filipeviana436@gmail.com

Elias Klelington Leocádio Rodrigues Da Silva
Universidade Federal do Pará
0000-0001-5351-4951
klelington@gmail.com

Resumo: Este trabalho faz uma análise sobre mudanças antropogênica vigente na ilha do Combu, e a importância de ações envolvendo a sua gestão territorial como um instrumento que organize o espaço respeitando o meio natural e o social, logo que devido a sua beleza, o local tem atraído turistas de diversos lugares, resultando na movimentação da economia de diversas comunidades da APA. Para isso, realizou um levantamento bibliográfico, visita in lócus e a produção cartográfica multitemporal a partir das imagens Landsat 8. Os resultados apontaram que a ilha sofre diversas degradações relacionados aos recursos hídricos e energéticos; manejo incorreto do lixo; desmatamento da mata ciliar com intuito de remodelar o espaço, dentre outros. Portanto, a ausência de uma gestão eficaz levou moradores a buscar diferentes alternativas para obter água, além do alargamento das margens; a falta da coleta de lixo, que leva a uma degradação ambiental maior na ilha.

Palavras-chave: Gestão territorial; Transformações antropogênicas; Problemas ambientais; Recursos energéticos; Região insular de Belém.

Abstract: This work analyzes the anthropogenic changes in force on the island of Combu, and the importance of actions involving its territorial management as an instrument that organizes the space respecting the natural and social environment, as soon as due to its beauty, the place has attracted tourists from different places, resulting in the movement of the economy of several APA communities. For this, a bibliographical survey was carried out, an in locus visit and a multitemporal cartographic production based on Landsat 8 images. The results showed that the island suffers some degradation related to water and energy resources; incorrect handling of waste; deforestation of riparian forest in order to remodel the space, among others. Therefore, the absence of effective management led residents to seek different alternatives to obtain water, in addition to widening the banks; the lack of garbage collection, which leads to greater environmental degradation on the island.

Keywords: Territorial management; Anthropogenic transformations; Environmental problems; Energy resources; Bethlehem island region.

Introdução

A ilha do Combu é uma Área de Proteção Ambiental (APA) localizada ao sul do município de Belém, no Estado do Pará, e desde 1997, é gerenciada pela SEMA (Secretaria de Estado de Meio Ambiente) por meio do decreto-lei n. º6.083 de 13/11/1997. Consoante ao

Instituto Brasília Ambiental (2023), o objetivo primário de uma APA é a garantia e conservação do seu sistema, orientando o desenvolvimento, adequando as várias atividades humanas presentes nesta área.

O IDEFLOR-Bio (Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará) a unidade de conservação do Cumbu tem como função defender e reestabelecer a diversidade dos recursos (energéticos e biológicos) assim como promover o desenvolvimento sustentável do local. Desse modo, a APA situada na região insular de Belém preza pela conservação de seus recursos naturais, assim como o incentivo de determinadas atividades, desde que não representem nenhuma ameaça para os recursos ambientais do local (IBRAM DF, 2023).

Assim, a APA do Combu faz parte do Distrito Administrativo do Outeiro (DAOUT), apresentando-se como uma das mais de 40 ilhas pertencentes à área insular da região metropolitana da cidade de Belém, possuindo maior extensão territorial dentre essas, com aproximadamente 1,5 mil hectares.

A ilha está distribuída em cinco grandes comunidades, a saber: Beira Rio Guamá, Igarapé do Combu, Piriquitaquara, Furo da Paciência e Furo do Benedito (A ILHA DO CUMBU, 2023). Desde modo, a APA foi criada visando promover a sustentabilidade da região, de seus recursos ambientais, além de garantir a qualidade de vida das diversas comunidades locais por meio da coleta e extração de produtos florestais.

A sua população é considerada “tradicional – ribeirinha” que vive do extrativismo de produtos e de peixes da região. Todavia, ao longo das últimas décadas, ocorreu acentuamento do turismo na região, devido à difusão da ilha para a população. Assim, algumas comunidades passaram a contar com o turismo como principal fonte de renda (CINBESA, 2023).

Haja vista que, nos últimos anos, devido a sua beleza, a ilha tem atraído turistas de diversos lugares do Brasil e de outros países, resultando na movimentação da economia de diversas comunidades da região. Entretanto, o crescente turismo na região também tem gerado danos excessivos à APA e aos moradores presentes nela. A Ilha do Combu sofre com muitos problemas ambientais relacionados ao lixo, erosão e o despejo irregular do esgoto doméstico, assim como problemas na gestão de recursos hídricos e energéticos, além de diversas outras degradações ambientais causadas por ações antrópicas (ILHA DO CUMBU, 2023).

Posteriormente aos pontos abordados acima, a ilha sofre com um descomunal problema de gestão de determinados recursos em seu território. Da mesma forma, ao falar sobre a gestão relacionada ao território deve se levar em conta algumas noções e conceitos. Segundo Ivan Leonardi (2012) o termo “Território” se configura como um conceito biofísico, na qual compreende o espaço geográfico em detrimentos dos recursos naturais e atividades

humanas. Para além disso, foi adotado o conceito de gestão territorial (enquanto instrumento de ordenamento do território).

Assim, o conceito de gestão territorial, vai estar ligado na articulação de múltiplas perspectivas e os vários interesses a qual conjugam no território (AMORIM; PELEGRINA; JULIÃO, 2018). Logo se torna um instrumento político, busca a formulação de políticas, projetos e ações dentro de um território.

No contexto da APA do Cumbu, a gestão territorial busca visões estratégicas para desenvolver ferramentas para os problemas que a APA enfrenta com relação aos recursos energéticos, de segurança hídrica e manejo de resíduos sólidos.

Diante disso, o presente estudo pretende analisar a gestão territorial da APA, de modo a entender como ocorre o gerenciamento dos recursos naturais, e a relação com as transformações antropogênicas que desencadearam problemas ambientais na região nas últimas décadas.

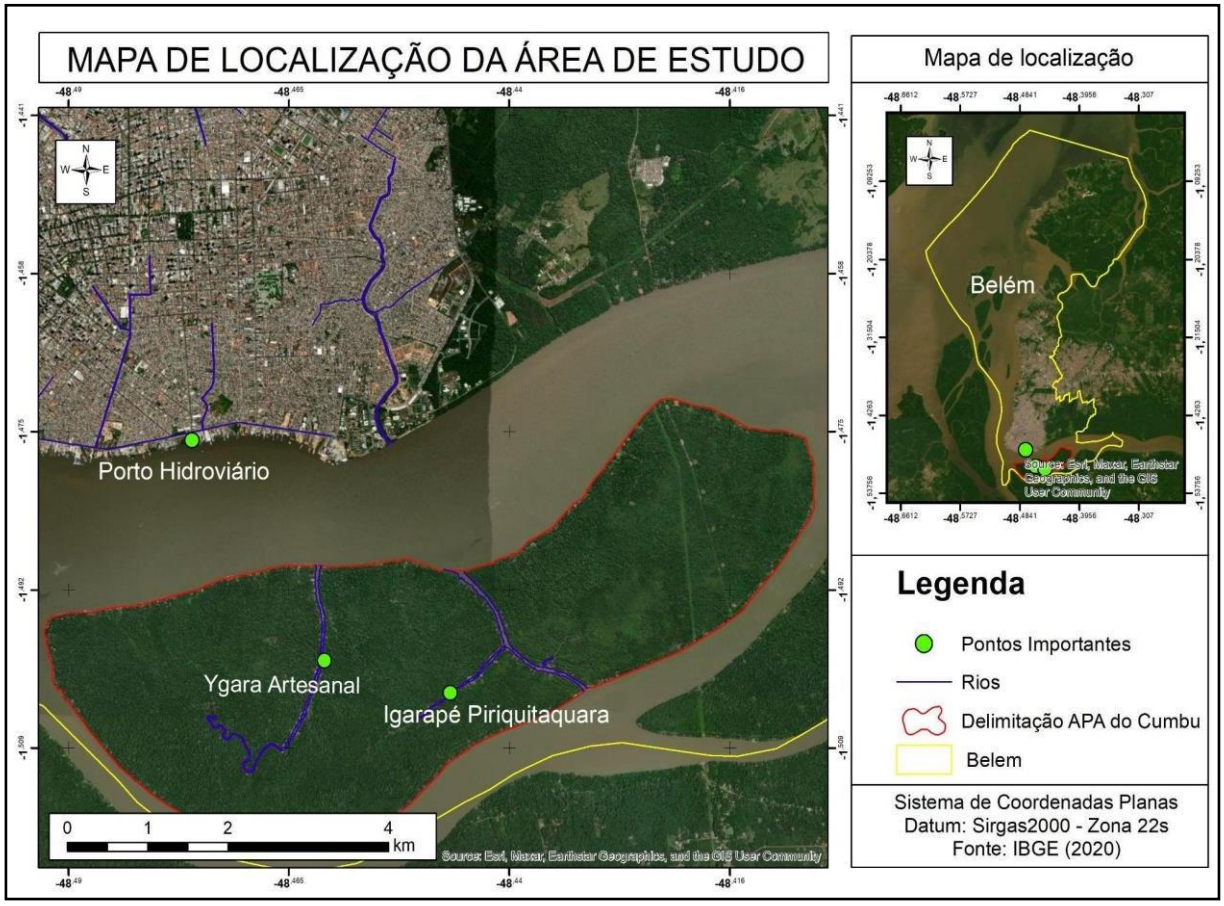
Área de Estudo

A área de estudo está situada à margem do Rio Guamá. O principal modo de chegar até a ilha é pelo porto hidroviário Princesa Isabel, localizado no bairro da Condor, em Belém. Desse modo, o terminal fluvial é a principal porta de entrada para aqueles que querem se deslocar até a ilha, pelo local passam centenas de pessoas todos os dias e o fluxo aumenta durante os finais de semana devido ao turismo (O LIBERAL, 2023).

Dessa maneira, a pesquisa e elaboração deste trabalho se focou em duas lugares pertencentes a ilha, sendo as comunidades: Ygara Artesanal e Filha do Cumbu, situadas no Igarapé Piriquitaquara e Igarapé do Combu, respectivamente

Dessa maneira, a ilha, localizada na região insular do município (figura 1), possui origem neotectônica e apresenta uma extensão de 15 Km², onde o ecossistema é influenciado pelas marés que durante o período de dezembro a abril, apresenta constantes inundações, associadas ao sistema continental – estuarino (RODRIGUES, 2017).

Figura 1 – Mapa de localização.



Fonte: Os autores (2023).

A região de Belém, assim como as demais áreas insulares, sofreu diversas mudanças ao decorrer do período do Quaternário. Em síntese, a região é marcada por seu sistema de relevo e seus padrões de drenagem que representam os sedimentos do Terciário Superior e Pleistoceno Superior recente (LUZ E RODRIGUES, 2021).

Analogamente, a ilha tem a presença das unidades pertencentes a Era Cenozoica, datada de aproximadamente 40 milhões de anos. Do mesmo modo, apresenta características geológicas de Depósitos Aluvionares, que vão constituir uma área onde houve acúmulo de fragmentos de outras rochas, com a presença de sedimentos de diferentes tamanhos como cascalho, areia ou lama (CORREIA, 2019).

Em consoante com SILVA; RODRIGUES; NETA; JUNIOR (2014), os depósitos aluvionares são detritos ou sedimentos de qualquer natureza, carregados e depositados pelos rios. Este material é levado das margens, em suspensão pelas águas dos rios, assim produzindo acumulação em bancos, constituindo-os depósitos aluvionares (GUERRA, 2003).

A geologia da área corresponde a formações recentes, apresentando as unidades: Grupo Barreiras, pós-Barreiras, além de Depósitos Quaternários (RODRIGUES, 2017). Em

sua geomorfologia há ocorrência de planícies (categoria de relevo recente, situado em baixas altitudes próximas ao nível do mar) e terraços fluviais (várzeas e terraços aluviais). Em síntese são superfícies planas ou levemente inclinadas formando nas margens de um rio, resultantes de variações climáticas ou do nível das águas através dos tempos (INFORPÉDIA, 2023).

Já referente a sua pedologia apresenta o gleissolo o qual é formado em locais, com condição de alagamento (permanente ou temporário). Os solos desta classe estão em estado saturados por água, onde apresenta a gleização, ou seja, as cores acinzentadas, azuladas ou esverdeadas, devido à redução e solubilização do ferro (EMBRAPA, 2021).

Vale ressaltar que a vegetação presente na ilha é denominada Floresta Ombrófila Densa Aluvial que se apresenta ao longo do curso da água, ocupando as áreas de baixa altitude. Logo é um tipo de vegetação que tem por característica situados nas margens de cursos de rios e brejos (FILHO, 2021).

Materiais e Métodos

Os procedimentos metodológicos adotados neste trabalho foram divididos em três partes, seguindo o método quantitativo, isto é, a partir de dados possíveis de mensurar. Por outro lado, uma abordagem qualitativa que parte da análise do conteúdo obtido por meio entrevistas, documentos históricos e demais informações de cunho subjetivo. Assim criando um arcabouço teórico que reforça as temáticas a serem discutidas e analisadas.

Deste modo, a estratégia metodológica consistiu em uma revisão bibliográfica no intuito de obter o máximo de informações do local e da temática da pesquisa. Para isso, utilizou-se, em primeiro lugar, de um levantamento biográfico tendo como base artigos disponíveis em websites, além de revisão de trabalhos e artigos produzidos pelos próprios autores acerca da temática. Também, recorreu-se ao acervo de livros da Biblioteca Central da Universidade Federal do Pará (UFPA) e à Biblioteca Setorial do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas (IFCH/UFPA).

Na segunda etapa, foi realizada uma visita in loco em duas comunidades da ilha, que contribuíram para compreensão da realidade local e diversos processos que ocorrem na área de estudo. A primeira foi a comunidade “Ygara Artesanal”, situada no Igarapé Piriquitaquara. Já a segunda, foi realizada na comunidade “Filha do Cumbu”, localizada no Igarapé do Combu. Ambas são comunidades tradicionais, o Ygara Artesanal vive das práticas extrativistas e atividades artesanais. Igualmente, a comunidade Filha do Cumbu que vive das práticas artesanais de fabricação de chocolate artesanal e outros produtos derivados do cacau.

Desse modo, em ambas as visitas, foi aplicado a metodologia de “Pressão-Estado-Impacto-Resposta (PEIR)”. O PEIR é um método que busca estabelecer uma relação entre

elementos que pode ser materializado a partir de “ciclos”, para orientar em processos analíticos referente ao estado do meio ambiente (Ferraz et al., n.d.; PNUMA, 2003).

Em último recurso, a produção cartográfica, com intuito de espacializar o local de estudo e contribuir para entendimento do processo que ocorre no local. Desta maneira foi utilizado, o software QGIS (versão 3.28.4) e ArcGis (versão 10.5) com bases dados vetoriais shapefiles do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da CPRM (Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais), Agência Nacional das Águas (ANA).

Ademais, foi utilizado imagens do satélite Landsat 8 level-1, referente ao ano de 2013-2023 com as seguintes bandas: B2 (azul), B3 (verde), B4 (vermelha) e B8 (pancromática). Assim, produzimos um mapa temporal de 2013-2023, porém as imagens landsat apresentam uma resolução de 30m nas bandas B2, B3, B4 e 15m na B8. Desta maneira, usamos uma ferramenta presente no QGIS para fazer um processo chamado Pansharpening (fusão de imagem), a partir do uso da imagem pancromática, para produzir um raster com composição colorida com resolução de 15m.

Resultados e Discussões

Gestão Territorial

Segurança Hídrica

No que tange a gestão territorial na ilha, a segurança hídrica é fator preponderante para os moradores residentes na ilha. A problemática se demonstra pertinente na ilha, tal qual os recursos hídricos para consumo e gestão. Todavia, a segurança hídrica consiste em garantir o bem-estar humano, o progresso socioeconômico, além de assegurar a proteção contra poluição da água, e resguardar os ecossistemas (MELO E JOHNSSON, 2017).

Conforme a Agência Nacional de Águas (ANA, 2019), a segurança hídrica faz referência à disponibilidade suficiente de água (de qualidade e em quantidade) para atender às necessidades humanas. No que se refere a APA, a segurança hídrica é responsável pela conservação de ecossistemas aquáticos e, sobretudo, para suprir as necessidades de sobrevivência humana dos moradores da região, tal como para realizar diferentes atividades produtivas. Em suma: a falta de segurança hídrica representa riscos à população local e ao meio ambiente, uma vez que estes estão sujeitos a secas, cheias e gestão ineficaz da água.

Consoante a isto, a Ilha não possui água encanada e saneamento adequado, assim como a inexistência de investimentos em infraestruturas para água potável (salvo poucos casos que discorreremos a seguir). Desse modo, as famílias residentes devem recorrer a três alternativas para ter acesso à água potável: 1) a compra de água potável; 2) a captação da água da chuva; 3) via poços artesianos, esses que são bem incomuns de ocorrer.

A primeira alternativa é a mais utilizada pelos moradores e donos de empreendimentos locais (bares, restaurantes e hotéis). Em visita a campo, os moradores da comunidade Piriquitaquara relataram que esta é forma mais segura de se conseguir água própria para consumo, existindo a necessidade de se deslocar até a região metropolitana para conseguir o produto em garrafões de 20 litros. Da mesma forma, a comunidade Filha do Cumbu recorre ao município de Acará (município vizinho), uma vez que para esta comunidade, acaba saindo mais barato. A embarcação passa na comunidade 3 vezes por semana, e abastece por um preço menor.

Estas práticas mostram a realidade dos moradores das duas comunidades, que dependem da compra de galões de água potável na cidade de Belém (ou arredores), não havendo auxílio monetário por parte dos órgãos públicos na compra e distribuição desses galões.

A segunda alternativa é por meio da captação da água da chuva, tratada por meio de filtros ou de materiais como o sulfato de alumínio e o hipoclorito de sódio. Atualmente, a Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) exerce diversas ações, tais como projetos e programas na região com o intuito de garantir o acesso à água potável para os moradores da ilha. Dessa maneira, uma dessas ações é resultante do Projeto “Água da chuva: vida e saúde que vem dos céus da Amazônia” desenvolvido em 2019, em parceria com a SECTET (Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Educação Profissional e Tecnológica do Pará) visando atender as populações ribeirinhas da Amazônia (EDUFRA, 2019).

A terceira alternativa (menos frequente) é a obtenção de água por meio de poços artesianos. No entanto, devido a da geomorfologia da área, essa prática é complexa e depende de uma infraestrutura robusta, além do que, por se tratar de uma APA, compete à esfera municipal outorgar a ação na área. Assim, para a obtenção de uma água limpa e de qualidade na região insular de Belém, os poços artesianos devem apresentar cerca de 60 metros de profundidade, captando água de um aquífero.

Decerto, a população do Combu aguarda pelo posicionamento do Poder Público para a construção dos poços, pois não podem arcar com os custos de um poço de tamanha profundidade. Relatam ainda que, os poços perfurados até o momento na região são inferiores à profundidade estabelecida, resultando em uma de água de coloração escura, suja e imprópria para consumo, sendo utilizada apenas nos afazeres domésticos e na rotina dos moradores.

Em suma, os moradores vivenciam diariamente uma questão de insegurança hídrica, pois não podem consumir a água do rio e não têm acesso a uma água de qualidade. Ressalta-se que, a água do rio carrega diversos sedimentos, além de resíduos sólidos e materiais

(plásticos, óleo de embarcações e chorume) sendo levados até a parte insular de Belém, que prejudicam a fauna e a flora da região, sendo o caso da Ilha do Combu.

Recurso Energético

No que tange a parte energética, algumas regiões e comunidades recebem energia elétrica da "Equatorial Energia" que, atualmente, configura-se como o 3º maior grupo de distribuição do país. A holding atua em 31% do território brasileiro e é responsável por distribuir energia para 13% da população do Brasil. Todavia, no que tange a APA, a transmissão, distribuição e comercialização de energia é inábil.

Segundo Cristiane Rodrigues (guia turística durante o trajeto feito para a comunidade Filha do Cumbu), a energia elétrica só chega no ano de 2011 no Cumbu, e, ainda assim, de maneira não democrática, uma vez que muitas pessoas não usufruir deste recurso. Ainda sobre a questão da eletricidade na comunidade, a guia turística responde:

> A energia elétrica chegou na ilha em 2011 e de lá para cá muitos empreendimentos surgiram, muitos restaurantes. Além disso, tem as residências dos ribeirinhos. Hoje a energia ela não é suficiente para comunidade da Ilha, agora nesse momento, por exemplo, a gente tá sem energia devido a uma falha, pode ser daqui para de tarde retorne e essa falta ela é constante (Cristiane Rodrigues, Guia turística, 2023).

Ressalta-se que, a partir da distribuição da energia elétrica na região, diversos outros empreendimentos surgiram, ambos ligados ao turismo, além de atender a demanda das residências dos ribeirinhos.

Todavia, passado uma década após a instalação de energia, alguns moradores sofrem com inúmeras falhas de energia, levando a diversos transtornos à população local. Para se contrapôr a esses transtornos, algumas comunidades utilizam geradores de energia ou métodos como velas e lamparinas. Ademais, a comunidade filha do Cumbu, por se tratar de uma empresa de produção de chocolate, acabou por optar para energia solar, investimento que acaba sendo custoso devido ao alto nível de investimento do projeto.

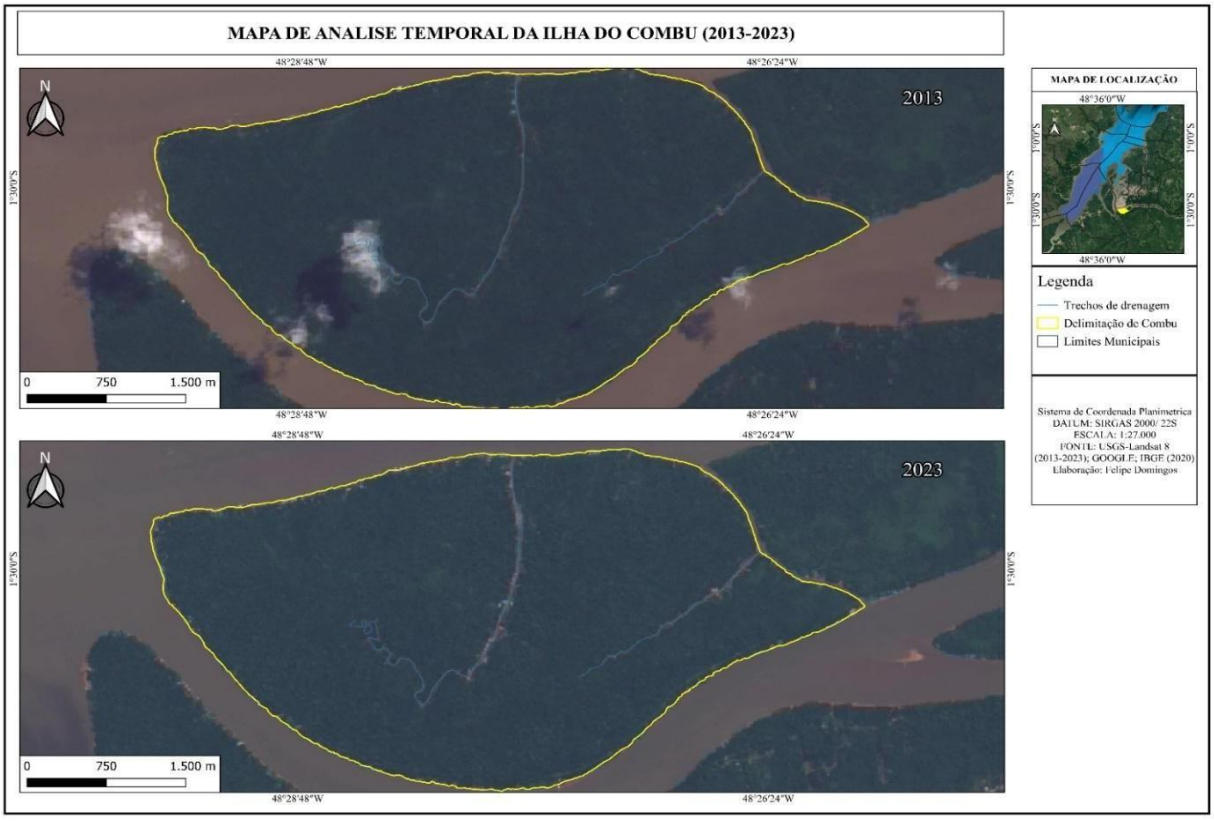
Transformação Antropogênica

Antropogênização da ilha

Antes de tudo, até a primeira década do século XXI, as práticas voltadas ao turismo não tinham tanta intensidade na região do Cumbu. Contudo, foi somente a partir do segundo decênio deste século que a Ilha aumenta o seu fluxo turístico. Assim, o espaço e a paisagem tendem a se modificar pelos interesses de um mercado voltado ao lazer.

Desta forma, Serra (2019), explicita sobre à apropriação e transformação de espaços para o turismo, com intuito de atender, sobretudo, a interesses mercadológicos. Sendo assim, partir deste produto cartográfico (figura 2) referente ao ano de 2013 e 2023, percebe -se um aumento antropogênico nos trechos de drenagem presente na ilha, que por consequência alarga as margens dos rios presentes.

Figura 2 – Mapa de localização.



Fonte: Os autores (2023).

Desta maneira, as modificações que ocorrem nas margens dos trechos de drenagem devido o desmatamento de mata ciliares, que é uma vegetação cuja função é agir como uma barreira protetora contra ondas e processos erosivos. Sendo assim, sem este mecanismo de defesa natural vai haver um aumento marginal.

Processo erosivo

Como descrito acima, o turismo presente na ilha, tal como a antropogênização dela, está levando a diversos problemas. Assim, destaca-se o fenômeno da erosão de margem fluvial: trata-se, sem dúvida, do principal agente transformador da paisagem ribeirinha e sendo responsável por uma série de adversidades para as localidades e moradores que residem às

margens dos rios. Ressalta-se que este fenômeno é natural. Todavia, a presença antrópica (cada vez mais frequente na ilha) acaba por acelerar esse processo.

Desse modo, um dos agentes responsáveis são os veículos aquáticos e demais embarcações que trafegam em alta velocidade, provocando ondas maiores, as quais provocam impacto e a desagregação de partículas, assim como a perda dos sedimentos, modificando ainda mais a geomorfologia local e intensificando do processo erosivo da margem que tem como resultado o recuo da mesma.

Analogamente, outro agente responsável pelo processo de erosão na ilha é o desmatamento da vegetação nativa, assim como o desmatamento da mata ciliar presente no local que, consequente, causa o aumento do processo erosivo nas margens. Conforme Aguilar, Cardoso e Perazzo (2013), a destruição da mata ciliar acarreta diversos prejuízos, como a diminuição da biodiversidade do ecossistema local.

Assim, para exemplificar, temos a Aniga (Montrichardia arborescens) uma vegetação nativa muito comum nas margens dos rios da ilha. O Anigal é uma vegetação pioneira de Várzea. A sua função principal é de criar uma barreira hidrodinâmica, na qual absorve parte da energia cinética provocada pela água.

Todavia, com o processo de ocupação das margens que dão lugar a empreendimentos, bares e restaurantes, a onde ocorre a retirada dessa vegetação marginal. Como exemplo, a figura 3, na qual mostra uma tentativa rudimentar de tentar frear o processo de erosão nas proximidades da comunidade Filha do Cumbu, situado nas margens do Igarapé do Combu.

Figura 3 – Estrutura de madeira com a finalidade de retardar o processo de erosão da margem.

Fonte: Os autores (2023).

Haja vista que este processo erosivo contribui significativamente no aumento da carga de fundo nos rios e induzindo a destruição progressiva da área marginal, levando a depreciação das áreas de moradia dos ribeirinhos e limitando o seu uso adequado (CASADO, et al., 2000).

Em suma, a circulação fluvial exerce papel fundamental na aceleração da erosão fluvial, ocasionando os processos de assoreamento na margem da ilha, comprometendo a vida da população. Dessa forma, por meio da antropização do local acaba dando lugar para uma erosão acelerada, com o processo de sedimentação mais veloz nas margens.

Resíduos Sólidos

Sobre os resíduos sólidos produzidos no local, a visita à ilha confirmou uma série de problemáticas envolvendo esta questão na qual os moradores enfrentam diariamente. O primeiro deles é o lixo produzido na região metropolitana de Belém e seus arredores, que acabam sendo transportados e depositados às margens das comunidades da APA por meio do Rio Guamá, que sofre influência direta das marés na planície.

No que tange ao lixo produzido na ilha (pelos moradores e turistas), a falta de um serviço público de coleta faz que os resíduos produzidos tenham dois destinos: o primeiro deles é a queima por parte dos moradores, ocasionando poluição e, consequentemente, problemas respiratórios. Eventualmente, o rio torna-se alvo por parte de turistas e visitantes, o que resulta na contaminação dos rios e igarapés do local.

O segundo destino é o transporte para a capital, Belém. Esta condição acaba sendo custosa para os moradores de algumas comunidades, por exigir tempo e recursos para ser feita. Na comunidade Filha do Cumbu, segundo Cristiane Rodrigues, o lixo produzido no local acaba sendo retirado por uma cooperativa, na qual efetua a retirada dos resíduos 3 vezes por semana, diferente da comunidade Ygara, que acaba fazendo esse transporte por conta própria.

Desse modo, os resíduos sólidos se consolidam como um dos principais agentes de poluição e contaminação de rios e igarapés da APA. O turismo na região acaba por agravar esta problemática, uma vez que muitos visitantes não têm noção do impacto dessa prática para a região.

Considerações Finais

Este trabalho expôs uma análise referente aos aspectos impactos e mudanças na paisagem causados pelo homem na APA do Cumbu. A ilha é um atrativo turístico que está ficando cada vez mais popular, levando ao aumento do fluxo econômico e de interações culturais. Por outro lado, a APA apresenta diversos problemas relacionados à gestão territorial do local (manejo de resíduos sólidos, despejo irregular do esgoto doméstico, gestão de recursos hídricos e energéticos).

No que tange às ações antrópicas, analisou-se que diversas comunidades, assim como moradores, sofrem diretamente com os processos derivados da ação humana. Demonstrou-se também a relação da gestão territorial e suas modificações antrópicas, assim como seus resultados na aceleração de processos erosivos na geomorfologia local.

Entretanto, a situação refletida na APA do Combu, é de um ponto turístico rico pela biodiversidade e a cultura, porém ocorrem remodelações do espaço que se demonstram intensas nos trechos de drenagem. Isto se dá por uma ausência da articulação em alguns pontos, relacionado aos diferentes interesses da população local. Portanto, ratifica-se a necessidade de um alinhamento de órgãos públicos com comunidades locais que vise o bem-estar da população local, visando produzir uma gestão que integre os aspectos sociais, econômicos e naturais.

Referências

AGUILAR, V. L. G; CARDOSO, L.; PERAZZO, G. Remoção da Mata Ciliar. Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 3, n. 1, 2011.

AMORIM, A; PELEGRINA, M. A; JULIÃO, R. P. Gestão Territorial e seus desafios. In: Cadastro e gestão territorial: uma visão luso-brasileira para a implementação de sistemas de informação cadastral nos municípios [online]. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2018, pp.5- 19.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Plano Nacional de Segurança Hídrica. Disponível em: https://arquivos.ana.gov.br/pnsh/pnsh.pdf. Acesso em: 27 abr. 2023.

CASADO, A. P. B; HOLANDA, F. S. R; FILHO, A. F. A. G; YAGUIU, P. Evolução do processo

erosivo na margem direita do rio São Francisco (perímetro irrigado cotinguiba/pindoba - SE). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 26, n.1, p. 231-240, 2000.

CORREIA, Robert. “Aluvião: o que é e como pode ser explorado?”. Disponível em: https://www.minasjr.com.br/aluviao-o-que-e/. Acesso 07 de agosto de 2023.

CARVALHO, S. T.S; MIRANDA, R. S; CÂMARA B. N. L; SOARES T. J. S. Caracterização

Dos Depósitos Aluvionares Do Igarapé. Revista Geonorte, v. 5, n. 5, p. 196-201, 2014.

CUMBU. A Ilha Do Cumbu. Disponível em: https://ilhadocombu.tur.br/ailhadocombu/#:~:text=Na%20Ilha%20do%20Combu%20existem,Piriquitaquara%20e%20Furo%20do%20Benedito. Acesso em: 26 jul. 2023.

CINESBE. Cumbu. Disponível em: http://www.belem.pa.gov.br/verbelem/detalhe.php?p=193&i=1#:~:text=A%20ilha%20do%20combu%20possui,moradores%20habitam%20distribu%C3%ADdos%20nas%20margens. Acesso em: 27 jul. 2023.

O ECO. “O que é uma Área de Proteção Ambiental”. Disponível em: https://oeco.org.br/dicionario-ambiental/29203-o-que-e-uma-area-de-protecao-ambiental/. Acesso em: 27 jul. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Floresta Ombrófila Densa Aluvial. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/vegetacao/floresta-ombrofila-densa-aluvial. Acesso em 27 jul. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Gleissolos. Disponível em: https://www.embrapa.br/agenciadeinformacaotecnologica/tematicas/solostropicais/sibcs/chave-do-sibcs/gleissolos. Acesso em 27 jul. 2023.

GUERRA, A. T. Novo dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro: ED: Bertrand Brasil, 2003.

IDEFLOR-Bio. Área de Proteção Ambiental da Ilha do Combu. Disponível em: https://ideflorbio.pa.gov.br/unidades-de-conservacao/2/area-de-protecao-ambiental-da-ilha- do-combu#conteudo. Acesso em: 02 ago. 2023.

INFORPÉDIA. Terraços Fluviais. Disponível em: https://www.infopedia.pt/apoio/artigos/$terracos-fluviais. Acesso em: 27 jun. 2023.

ILHA DO COMBU. Bem Vindo à Ilha do Cumbu. Disponível em: https://ilhadocombu.tur.br/ailha-do-combu/. Acesso em: 7 de set. de 2022.

BRASÍLIA AMBIENTAL. Você sabe o que é uma APA?. Disponível em: https://www.ibram.df.gov.br/voce-sabe-o-que-e-uma-apa/. Acesso em: 02 ago. 2023.

LUZ, L. M; RODRIGUES, J. E. Ensinando a fitogeografia na Ilha do Cumbu, Belém-PA. In: DE PAULA, Eder. Geografia física e geotecnologias: propostas de ensino-aprendizagem. 2021, p. 123 – 137.

MELO, M. C. de; JOHNSSON, R. M. F. O Conceito Emergente de Segurança Hídrica. Revista Sustentare, v. 1, n. 1, p. 72-92, 2017.

O LIBERAL. Ilha do Combu: veja como ir, quanto custa, onde fica e o que fazer. Disponível em: https://www.oliberal.com/belem/ilha-do-combu-veja-como-ir-quanto-custa-onde-fica-e-o-que-fazer-1.498751. Acesso em: 09 ago de 2023.

RODRIGUES, J. E. C. Análise das características socioambientais na cidade de Belém/PA: um estudo da vegetação e clima urbano. 2017. 307f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, São Paulo. 2017.

SERRA, D. R. A turistificação e patrimonialização na representação do espaço do Círio de Nazaré em Belém-PA. Papers do NAEA, Belém, v. 28, 2019.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA. UFRA lança cartilhas sobre tecnologias sociais voltadas a ribeirinhos. Disponível em: https://novo.ufra.edu.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2036:ufra-lanca-cartilhas-sobre-tecnologias-sociais-voltadas-a-ribeirinhos&catid=17&Itemid=121. Acesso em: 27 jul. 2023.

Caracterização e Classificação Pedológica de Solos Sob Cultivos de Cajueiros, Serra do Mel-RN

Characterization and Pedological Classification of Soil Under Cashew Crops, Serra do Mel-RN

Carlos Eduardo Soares de Sousa
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
eduardoesam@hotmail.com

Silvana Praxedes de Paiva Gurgel
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte
silvanapraxedes@uern.br

Resumo: O estudo vem sendo realizado no território de Serra do Mel-RN, que fica a uma distância de 251 Km da capital, Natal. A escolha por esse território como tema de estudo desse texto deu-se devido à diversidade de solos ali observados, além da importância de saber seus materiais de origem e classificá-los e se conhecer suas respectivas aptidões agrícolas. Resultante da doação de áreas dos municípios de Mossoró, Areia Branca, Carnaubais e Porto do Mangue; o território serrano foi inicialmente dividido em 1.193 lotes de cinquenta hectares e colonizado por pessoas das mais diversas regiões do estado e até mesmo de fora do RN, principalmente absorvendo mão-de-obra que havia ficado ociosa com o declínio da atividade salineira, em meados da década de 1960. Essas pessoas foram relocadas em 23 Vilas Agrícolas, quando foi proposta a cajucultura como atividade principal, sem se considerar as condições edafoclimáticas locais. Embora o cajueiro (Anacardium occidentale), adapte-se bem às condições de clima e solo daquela região, há a necessidade de se conhecer os grandes grupos de solos presentes naquele território. Dessa forma, o presente estudo tem por objetivo classificar e caracterizar os solos presentes naquele território, através de análises químicas, físicas e granulométricas dos solos com pontos previamente escolhidos e identificados pelas suas coordenadas geográficas e, posteriormente, se elaborar um zoneamento ecológico-econômico adequado à região.

Palavras-chave: Classificação, Pedologia e Solos.

Abstract: The study has been carried out in the territory of Serra do Mel-RN, which is 251 km from the capital, Natal. The choice for this territory as the subject of study of this text due to the diversity of soils observed there, in addition to the importance of knowing their source materials and classifying them and knowing their respective agricultural aptitudes. Resulting from the donation of areas in the municipalities of Mossoró, Areia Branca, Carnaubais and Porto do Mangue; the mountainous territory was initially divided into 1,193 lots of fifty hectares and colonized by people from the most diverse regions of the state and even from outside RN, mainly with labor that was idle with the decline of salt activity, in the middle of the 1960s. These people were relocated to 23 Agricultural Villages, when cashew cultivation was proposed as the main activity, without considering the local edaphoclimatic conditions. Although the cashew tree (Anacardium occidentale) adapts well to the climate and soil conditions of that region, there is a need to know the large groups of soils present in that territory. Thus, the present study aims to classify and characterize the soils present in that territory, through chemical, physical and granulometric analyzes of the soils with points previously chosen and identified by their geographic orientations and, subsequently, to elaborate an adequate ecological-economic zoning the region.

Keywords: Characterization, Pedological, Soils.

Introdução

O município de Serra do Mel, foi idealizado inicialmente pelo então governador Cortez Pereira, no ano de 1972, como forma de iniciar um processo de colonização e atrair mão-de-obra, que estava sendo perdida naquele período, em virtude da decadência da indústria salineira, a qual estava dispensando seus trabalhadores, gerando desemprego e deixando essa força de trabalho ainda mais vulnerável e ociosa. Mesmo antes da implantação do projeto de colonização da Serra do Mel que surgiu, em 1970, de uma ideia do então Governador Cortez Pereira e só foi implantado em 1972, a localidade já era conhecida pelos caçadores como Serra do Mel em virtude da grande quantidade de mel silvestre produzido pelas abelhas existentes em abundância na região. O projeto de colonização que deu origem ao município foi executado conforme o modelo dos Moshav (Israel). Sua colonização teve início a partir de sua criação, com o assentamento das primeiras vilas: Paraná, São Paulo, Guanabara, Santa Catarina e Rio Grande do Sul. Sendo, no total, estruturado para atender 1.196 famílias.

O deslocamento dessas famílias ocorreu gradativamente, e em 1982, ano de conclusão do projeto, já contava com 19 vilas colonizadas, totalizando 1.003 famílias residentes. Em 1984 se deu a colonização de todas as vilas que compunham projeto, e os primeiros resultados começaram a surgir da produção agrícola. Em pouco tempo Serra do Mel passou a ser um grande celeiro produtivo do Rio Grande do Norte, principalmente através do projeto estimulador da prática do cooperativismo aliado à cultura do cajueiro e à grande exportação de castanha caju.

Situado numa área onde o sertão e o litoral se encontram, no extremo noroeste do estado, em meio aos vales do Assu e Apodi, região de terras produtivas encravadas entre os rios Mossoró e Assu, o município de Serra do Mel tem uma extensão territorial de 617 km², pertence à Mesorregião Oeste Potiguar, inserido na Microrregião de Mossoró. Localiza-sea uma altitude média de 215 metros acima do nível do mar, situando-se numa posição geográfica determinada pelo paralelo de 05°10'12" de Latitude Sul e 37°01'46" de Longitude Oeste, ficando a, aproximadamente, 300Km da capital do estado.

Atualmente, a principal atividade econômica gira em torno da cajucultura, especialmente a extração da castanha, cuja qualidade é reconhecida nacionalmente, em virtude das suas particulares propriedades organolépticas, provavelmente provenientes das condições edafoclimáticas da região serrana, que proporcionam um produto de alto valor agregado no mercado nacional e internacional.

No que se refere às condições edáficas onde foram implantados os cajueiros no município, inicialmente cultivares de cajueiro gigante, pode-se afirmar que os solos, apesar do desgaste proveniente do uso na cultura ao longo dos anos, não apresentam em sua maioria, grandes modificações químicas e estruturais, uma vez que os tratos culturais

empregados na cultura, são inexistentes, resumindo-se em capina e queima dos restos culturais, a fim de evitar-se mais pragas e doenças. Os únicos tratos culturais aplicados ao solo, são a aragem e gradagem das áreas plantadas, não se observando adubação química, calagem nem muito menos gessagem dos solos, que são, em sua maioria, latossolos, ou seja, solos bastante intemperizados, necessitando, assim de correção em sua acidez e toxicidade causada pela abundância do alumínio.

O processo de colonização do território de Serra do Mel, foi iniciado sem que houvesse um estudo sobre quais seriam os solos ideais que poderiam ser utilizados na cultura principal escolhida (cajucultura), o que pode levar ao uso inadequado do solo, podendo refletir na produtividade e, assim, levando a uma subutilização das terras.

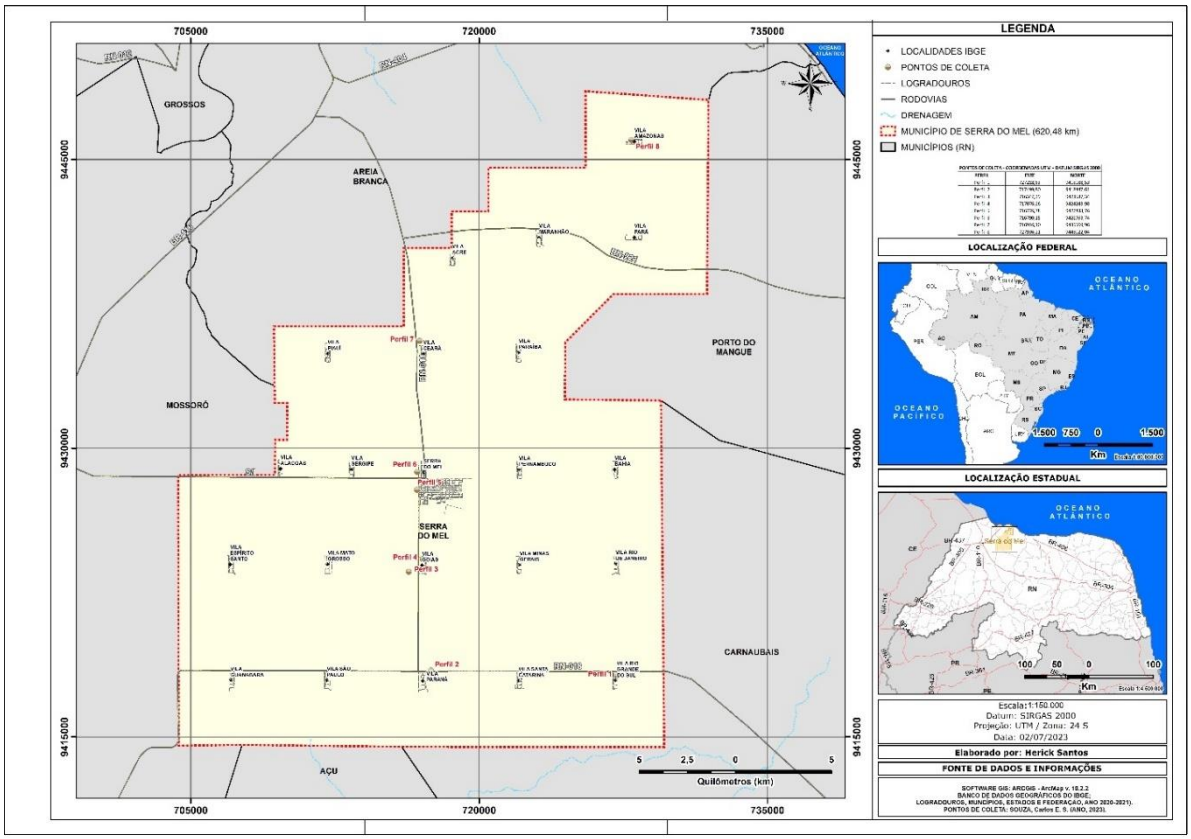
Observa-se ainda, que os pomares foram instalados em diferentes tipos de solos, o que pode influenciar na produção e produtividade da cultura. Portanto, há a necessidade de se conhecer os grandes tipos de solos encontrados no município, a fim de se conhecer as propriedades físicas e químicas desses solos e, consequentemente, se obter dados e referências que possam nortear o uso das áreas, recomendações de adubação química necessárias, e correção da acidez; além de se conhecer a estruturação física onde esses grupos de solos estão inseridos e, assim, se conhecer melhor as paisagens existentes e representantes dos solos da região de Serra do Mel.

Dessa forma, pretende-se estudar os tipos de solos presentes no território de Serra do Mel, a fim de se realizar a caracterização morfológica, física, química e classificação pedológica de solos localizados no município, apontando os atributos mais sensíveis na distinção dos ambientes por meio da análise multivariada, para que se possa orientar e impulsionar a principal atividade econômica da região, que é a cajucultura, além de propor um zoneamento ecológico-econômico.

Metodologia

A pesquisa está sendo desenvolvida em diferentes em diferentes pomares de cajueiros, distribuídos em oito lotes distintos que, possivelmente melhor representam os tipos de solos encontrados no território de Serra do Mel-RN, conforme pode-se observar na Figura 01. Os perfis foram selecionados em pontos, que foram marcados com ajuda de GPS Garmin, sendo previamente escolhidos de acordo com o prévio conhecimento dos solos existentes, de acordo com o uso dos solos, já conhecidos anteriormente, de acordo com a experiência dos pesquisadores envolvidos no estudo.

Mapa 01: Território de Serra do Mel, com os respectivos pontos de onde foram feitos os perfis dos solos utilizados.

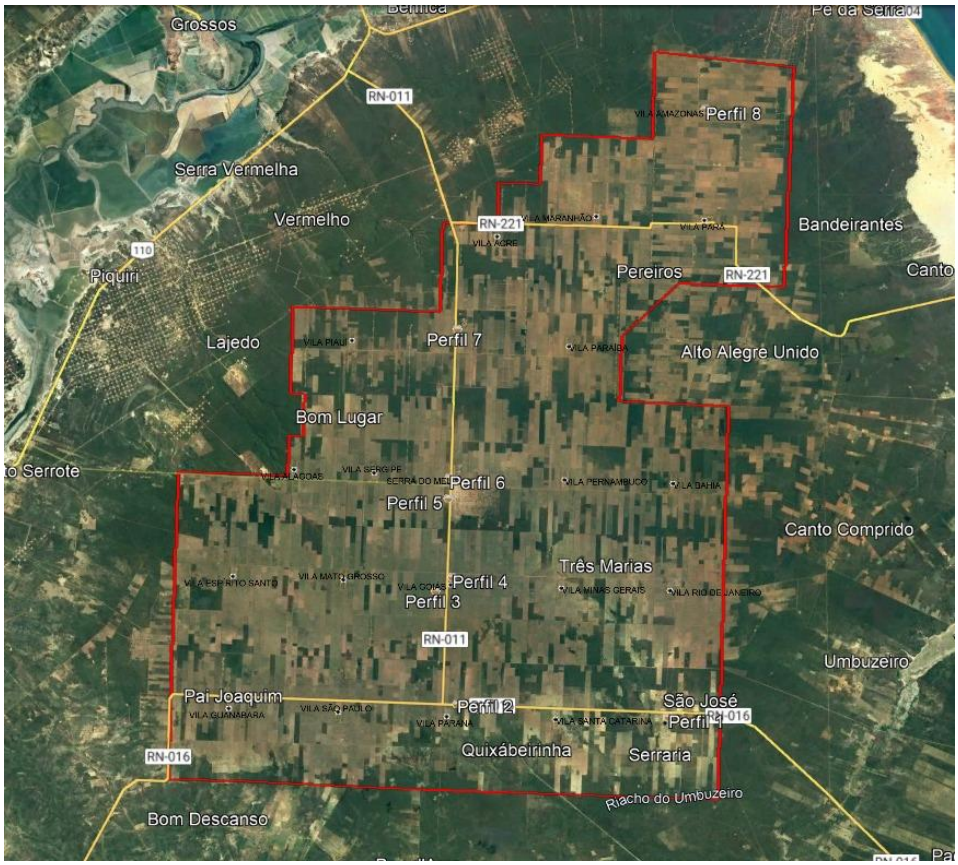


Fonte: Dados da pesquisa, adaptado por Herick Santos, 2023.

Caracterização e classificação dos solos estudados

Foram abertos oito(8) perfis representativos um em cada área de estudo, na cultura do cajueiro, conforme mostra a Figura 01, sendo a escolha dos locais de aberturas, baseada inicialmente na necessidade dos agricultores em caracterizar as áreas de estudos, como também, na fotointerpretação das tonalidades diferentes de solos das imagens de satélite do Google Earth Pro, e confirmadas em campo. Logo, foi realizada a descrição morfológica, como: ordem, profundidade e transição entre horizontes, a cor do solo, conforme a carta de Munsell, estrutura, consistência; e coleta de amostras de todos os horizontes (Santos et al., 2013b) par analises físicas e químicas, obtendo assim, a classificação taxonômica até o quarto nível categórico, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS (Santos et al., 2018a, Teixeira et al., 2017), além do georreferenciamento e identificação da altitude dos perfis com GPSMAP GARMIN (modelo 64s).

Figura 01: Distribuição dos perfis de solo pelo território.



Fonte: Dados da pesquisa.

Coleta e preparo das amostras de Solos

Foram coletadas amostras de solo com estrutura deformada e indeformada nos horizontes dos perfis representativos de cada área de estudo, conforme mostra a Figura 03, acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados e levados ao Complexo de Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta do Centro de Ciências Agrarias da Universidade Federal Rural do Semiárido(LASAP/CCA/UFERSA). A coleta das amostras indeformadas foi realizada utilizando dez anéis volumétricos com dimensões de 5,0 cm de altura e 5,0 cm de diâmetro, quando não possível coletar no anel volumétrico, em função de estrutura solta, será realizado pelo método da proveta, com a terra fina seca ao ar. As amostras deformadas foram secas ao ar, destorroadas e passadas em peneiras de malha de 20 mm e de 2 mm, obtendo-se as frações cascalhos (>2,00 mm a <20,00 mm) (com aplicação da lavagem com solução de NaOH 1 mol L-1 e água destilada), quando presente e a terra fina seca ao ar (TFSA) (<2,00 mm) conforme Teixeira et al. (2017).

Figura 02: Abertura da trincheira, observação dos horizontes e coleta das amostras.

Fonte: Dados da pesquisa 2023.

Análises físicas e químicas

As análises físicas e químicas foram realizadas em triplicata, com obtenção da mediadas repetições. Com relação as física, foram realizadas as análises de granulometria e densidade de partículas (TFSA) utilizando-se amostras deformadas; e com amostras indeformadas: densidade do solo, macroporosidade, microporosidade e porosidade total, todas conforme Teixeira et al. (2017).

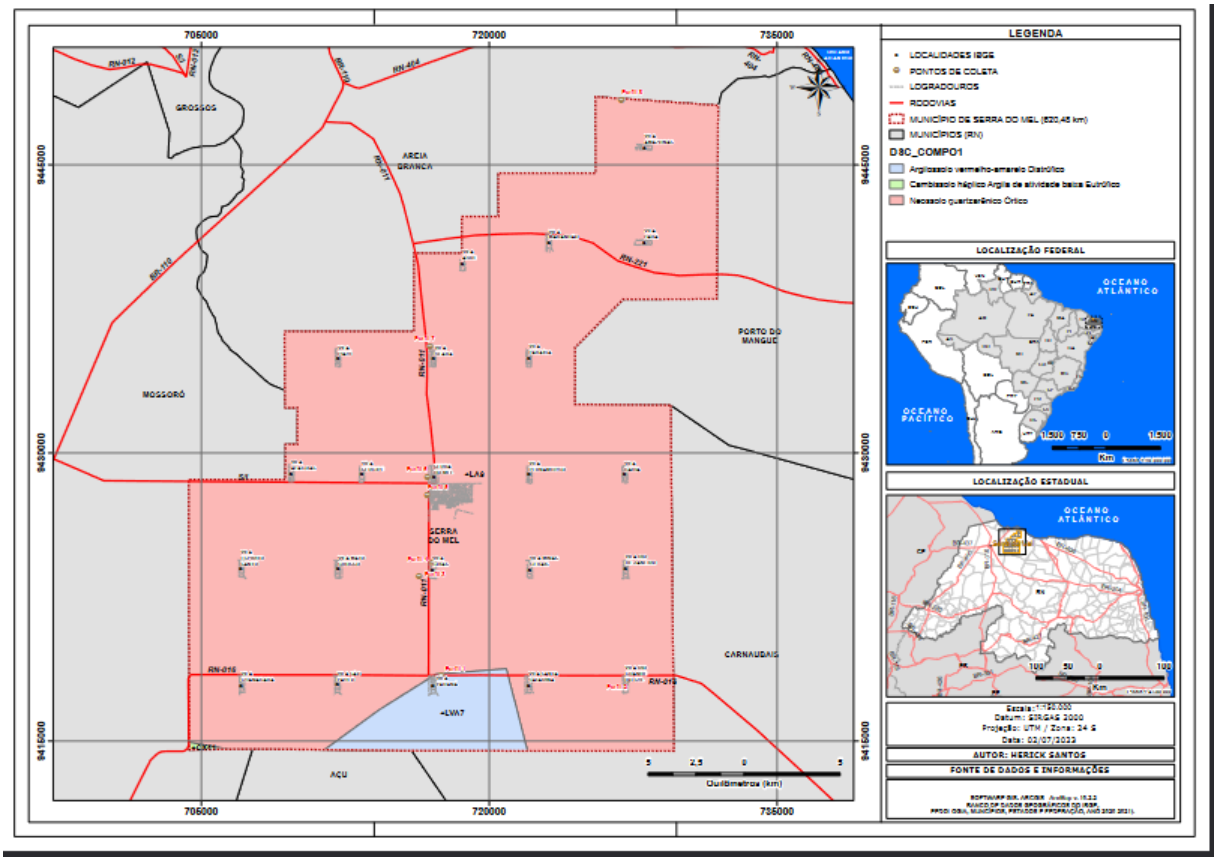
Para avaliação dos atributos químicos do solo, utilizando-se a TFSA foram realizadas as análises, conforme Teixeira et al. (2017): Potencial Hidrogeniônico (pH) em água na relação 1:2,5 (solo. Água) e em KCl; Calcio (Ca2+), Magnésio (Mg2+), e Aluminio (Al3+) trocáveis extraidos com KCl 1 mol L-1, analisados por titulometria; acidez potencial (H+Al) com utilização de acetato de cálcio; Fosforo disponível (P), Sódio (Na+) e Potássio (K+) comextrator Mehlich 1 e analisados por colorimetria e fotometria de chama, respectivamente; Condutividade Elétrica do extrato de saturação do solo (CE) em agua no condutivimetro, e Equivalente de Carbonato de Cálcio. Consequentemente, foi calculado o delta pH, soma de bases (SB); capacidade de troca catiônica efetiva (t); capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (T); saturação por bases (V %); saturação por alumínio trocável (m %), percentagem de sódio trocável (PST %) e atividade da argila. O carbono orgânico total (COT) foi determinado pela titulação do dicromato de potássio 0,167 mol L-1 remanescente com sulfato ferroso amoniacal após o processo de oxidação por via úmida (Yeomans&Bremner, 1988). As análises de

micronutrientes foram realizadas em triplicata e os resultados obtidos por meio de espectrofometro.

Resultados e Discussão

Realizadas as análises físicas, químicas e granulométricas das amostras dos perfis estudados, verificou-se que existem 2 grandes tipos de solos no território de Serra do Mel, conforme observa-se no Mapa 02.

Mapa 02: Representação gráfica da Pedologia do território de Serra do Mel.



Fonte: Dados da pesquisa 2023.

Esses resultados diferem um pouco das caracterizações observadas em campo, quando foram verificados 3 grandes tipos de solos, a saber: Neossolos quartzarênicos (nos perfis das Vilas Ceará e Pará); Argissolos (no perfil que fica na Vila Rio Grande do Sul); e Latossolos (que compreendem cerca de 99 % do território).

Conforme observamos no Mapa 02, utilizando-se do Sistema de Informações Geográficas (QGIS), observa-se a presença de apenas duas grandes classes de solos. Tal fenômeno pode ocorrer em decorrência de uma escala ainda mais detalhada, o que pode

fazer com que um grande grupo sobreponha-se em relação à outro, em virtude de uma maior generalização dos grupos de solos que são mais abundantes ou que a análise não verificou. No caso da escala utilizada de 1:150.000, apenas os dois grupos de solos observados no Mapa 02 foram identificados.

Daí a importância do estudo, que, de forma mais específica e condizente com a realidade, que verificou a existência de um terceiro grupo (Neossolos quartzarêncino), já que a análise foi realizada in lócus, o que permite observar detalhes que os programas de georeferenciamento não possibilitam.

Os grupos de solos observados em georeferenciamento e em análise feita em campo referem-se a duas abordagens distintas para caracterizar e classificar os tipos de solos em uma determinada área. Cada abordagem possui suas próprias vantagens e limitações, e a combinação de ambas pode fornecer uma compreensão mais completa das características do solo em uma região específica.

O Georeferenciamento e Análise Remota envolve a utilização de tecnologias como sistemas de informação geográfica (SIG) e sensoriamento remoto para coletar informações sobre a superfície terrestre, incluindo os tipos de solos presentes. Isso pode ser feito através de imagens de satélite, drones e outras ferramentas de coleta de dados remotos. Dentre as vantagens, pode-se pontuar a cobertura em grande escala: O georeferenciamento permite obter informações sobre uma vasta área de terra de maneira relativamente rápida; a identificação preliminar: É possível identificar padrões e tendências de distribuição de solos em uma região; a atualização frequente: As tecnologias de sensoriamento remoto permitem atualizações regulares das informações. Dentre as limitações, pode-se observar a baixa resolução: Algumas imagens de satélite podem não ter detalhes suficientes para distinguir entre diferentes tipos de solos; e a falta de precisão: A identificação de tipos de solos específicos pode ser imprecisa, levando a generalizações.

A análise em campo envolve a coleta direta de amostras de solo em diferentes locais de interesse. Essas amostras são então submetidas a análises laboratoriais para determinar suas propriedades físicas, químicas e morfológicas, a fim de classificar os tipos de solos com maior precisão. Dentre as vantagens, pode-se citar a alta precisão: A análise em campo permite uma caracterização detalhada dos solos, incluindo suas propriedades únicas; a identificação de variações locais: Pode-se detectar diferenças sutis nos tipos de solos que não seriam visíveis em nível de georeferenciamento; a validação de dados remotos: Os dados coletados em campo podem ser usados para validar e calibrar informações obtidas por georeferenciamento. Dentre as limitações, tem-se: os custos e tempo: Coletar amostras em campo é mais demorado e requer recursos financeiros para análises laboratoriais; a

representatividade limitada: As amostras de solo são coletadas em locais específicos, e as variações entre esses locais podem não ser totalmente capturadas.

O georeferenciamento fornece uma visão ampla e rápida da distribuição de tipos de solos, enquanto a análise em campo oferece detalhes precisos sobre as propriedades dos solos em locais específicos. A combinação dessas abordagens pode resultar em uma classificação mais abrangente e precisa dos solos em uma determinada área. Em muitos casos, os resultados de ambas as abordagens são integrados para obter uma compreensão completa do cenário do solo.

As verificações feitas em campo nesse estudo, através da observação de pesquisadores da área da Pedologia e Classificação de Solos, observaram que os solos do território são predominantemente solos intemperizados, mais profundos e férteis, o que possibilitam o cultivo de culturas permanentes e temporárias, como ocorrem no território de Serra do Mel, especialmente nos pomares de cajueiro já implantados, conforme a Tabela 01.

Tabela 01: Classificação e principais atributos físico-químicos dos perfis estudados.

Perfil	Classificação	pH	CTC	H + Al	Textura
01 VILA RS	ARGISSOLO	5,63	26,6	10,67	Argilosa
02VILA PARANÁ	LATOSSOLO	4,45	2,45	1,6	Areno-argilosa
03 VILA GOIÁS	LATOSSOLO	4,50	3,25	2,25	Areno-argilosa
04 VILA GOIÁS	LATOSSOLO	4,40	1,44	1,22	Areno-argilosa
05 VILA RN	LATOSSOLO	4,66	1,65	2,10	Areno-argilosa
06 VILA CEARÁ	NEOSSOLO	4,30	1,68	1,95	Areno-argilosa
07 VILA PARÁ	NEOSSOLO	4,30	2,01	1,60	Areno-argilosa
08 VILA AMAZONAS	LATOSSOLO	4,40	1,85	2,10	Areno-argilosa

Fonte: Dados do autor 2023.

Dos três grandes grupos de solos observados, verificou-se que o solo do perfil da Vila Rio Grande do Sul (Vila RS), foi o solo que apresentou uma textura argilosa, que não é o tipo de solo indicado para a cajucultura, uma vez que tal frutífera adapta-se melhor a solos arenosos ou areno-argilosos. Isso explica a baixa produtividade dos pomares dessa vila, o que se reflete na baixa aptidão desse solo para essa cultura, e pode-se indicar outras atividades econômicas, como a criação de animais de pequeno porte ou plantio de espécies que melhor resistam a essas adversidades.

Com relação ao pH dos solos estudados, de forma geral, observa-se uma acidez elevada, o que influencia diretamente no crescimento, desenvolvimentos vegetativo e,

consequentemente, na produtividade dos pomares. Segundo Embrapa (2007), o cajueiro deve ser cultivado, preferencialmente, em solos profundos, de textura média, em relevo plano ou suave ondulado, não sujeitos a encharcamento e com profundidade efetiva nunca inferior a 1,50 m. Os solos com pH com reação fortemente ácida devem sofrer correção. A correção da acidez do solo pode ser feita através da aplicação de corretivos. Os corretivos mais comuns incluem calcário (rico em cálcio e/ou magnésio) e cinzas de plantas. O calcário é frequentemente usado para elevar o pH do solo, tornando-o menos ácido. A quantidade de calcário necessária dependerá do pH atual do solo, do tipo de calcário utilizado e das características da região.

Como pode-se observar na Tabela 01, a alta acidez, medida em Hidrogênio + Alumínio (H+Al), é constatada em todos os perfis de solos estudados, o que interfere diretamente na produção e absorção de nutrientes pelas plantas, necessitando, como foi dito anteriormente, ser corrigida periodicamente.

REFERÊNCIAS

ALVES, H.M.R. et al. Avaliação das terras e sua importância para o planejamento racial de uso. Informe agropecuário, Belo Horizonte, v.24, n.220, 2003.

BELLINAZZI, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R.; LEPSCH, I.F. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983. 175 p.

BUTTIMER, Anna. Aprendendo o dinamismo do mundo vivido. In: CHRISTOFOLLETI, Antônio. Perspectiva da Geografia. São Paulo: Difel, 1982.

EMBRAPA,1996. A cultura do caju. Serviço de Produção de Informação- SPI. Brasília-DF.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 9050:2015. Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos .Rio de Janeiro: 2015.

SANTOS, H.G. Dos; Jacomine, P.K.T.; Anjos, L.H.C. Dos; Oliveira, V.A. De; Lumbreras, J.F.; Coelho, M.R.; Almeida, J.A.; Cunha, T.J.F.; Oliveira, J.B. De. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, p.353, 2013a.

SANTOS, R. D.; Lemos, R. C.; Santos, H. G.; Ker, J. C.; Anjos, L. H. C.; Shimizu, S. H. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 6.ed. Viçosa: SBCS, p.100, 2013b.

TEIXEIRA P. C.; Donagemma G. K.; Wenceslau, A. F.; Teixeira, G. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017, 573 p.

Geometria hidráulica e modelagem hidrológica em um trecho de rio não perene no semiárido tropical brasileiro.

Hydraulic geometry and hydrological modeling in a non-perennial river stretch in the Brazilian tropical semi-arid.

Jeferson Mauricio Rodrigues
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0003-0117-1808
jefersonmrgeo@gmail.com

André Oliveira Trigueiro Castelo Branco
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-9589-6000
andretrigueiro.geo@gmail.com

Fábio Vitorino Gomes
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0001-7204-9979
fabiovitorino.gomes@gmail.com

Jonas Otaviano Praça de Souza
Universidade Federal da Paraíba - Professor Adjunto
https://orcid.org/0000-0002-1405-0944
jonas.souza@academico.ufpb.br

Resumo: Este trabalho analisou um trecho de rio no alto curso do rio Paraíba impactado pela obra de transposição do rio São Francisco. Para isso, utilizou como base a perspectiva de rios não perenes com escoamentos preferenciais na estação chuvosa e comportamento seco na estação seca. Após coleta de dados de vazão pela ANA e sobrevoo de drone sobre o trecho estudado, foi possível fazer a modelagem de vazão horária no HEC-RAS e aplicar o modelo teórico metodológico para entender como as variáveis profundidade, velocidade e largura do ambiente fluvial se comportam frente às alterações de descarga. Foi possível observar que existe uma correlação direta de comportamento entre as variáveis analisadas e a vazão, onde a velocidade teve maior acentuação nas mudanças por conta de influências de rugosidade no leito do trecho fluvial.

Palavras-chave: Fluviometria, Morfometria, Rios não perenes, Semiárido, VANT.

Abstract: This work analyzed a stretch of river in the upper course of the Paraíba river impacted by the transposition work on the São Francisco river. For this, it used as a basis the perspective of non-perennial rivers with preferential flows in the rainy season and dry behavior in the dry season. After collecting flow data by ANA and flying a drone over the studied stretch, it was possible to model the hourly flow in HEC-RAS and apply the methodological theoretical model to understand how the variables depth, speed and width of the river environment behave against discharge changes. It was possible to observe that there is a direct correlation of behavior between the variables analyzed and the flow, where the velocity had a greater accentuation in the changes due to influences of roughness in the bed of the river section.

Keywords: Fluviometry, Morphometry, Non-perennial rivers, Semiarid, UAV.

Introdução

Os rios refletem as marcas das intervenções antrópicas ao longo do tempo que ocorrem no intuito de controlar a dinâmica hidrológica e aumentar a permanência de água nos cursos fluviais. A principal consequência dessas fontes de mudanças nos ambientes fluviais são degradação generalizada na escala de alcance ou de captação, o que pode comprometer a preservação dos rios impactados (COSTIGAN et al., 2017; FERNANDES et al., 2020).

Dado o exposto, entender a vazão de um rio é uma tarefa importante, pois permite entender as características da influência da área de captação e sua adaptação, seja às mudanças climáticas ou às interferências antrópicas em um canal (DEVIA; GANASRI; DWARAKISH, 2015; ELTNER; SARDEMANN; GRUNDMANN, 2020). Técnicas e ferramentas de monitoramento e mapeamento eficientes e com bom custo-benefício são muito importantes e pré-requisito em pesquisa, atualmente para o desenvolvimento e evolução de projetos de pesquisa (DEWAN et al., 2017; LANGAT; KUMAR; KOECH, 2019; LARNED et al., 2011).

Quando existe disponibilidade de dados reais, a compreensão da vazão a partir de sua relação com a chuva permite definir a extensão da série temporal, frequência, recorrência e permanência de variados níveis de fluxos em um rio (YOUNG; BRANDIS; KINGSFORD, 2006).

Um dos modelos mais aplicados internacionalmente é o *Hydraulic Engineering Center – Rivers Analysis System* (HEC-RAS) desenvolvido pela engenharia do exército dos Estados Unidos que permite inferir vazões futuras em um rio completo ou trecho de rio e avaliar seções transversais a partir de dados de topografia e vazão (COSER; GRISON, 2019; SILVA et al., 2021). Este modelo, além de simular os dados de vazão em um período específico de tempo, permite analisar um rio completo ou trechos de rio de maneira 1D e 2D, indicando as zonas de maior energia no perfil transversal e indicando as zonas de inundação de um ambiente fluvial em eventos de cheias (COSER; GRISON, 2019).

Outra maneira de compreender a hidrologia de canais é pela geometria hidráulica, onde aplicações estatísticas disponibilizam informações sobre recorrência e permanência de fluxo, além de indicar processos geomorfológicos predominantes nas seções transversais (COSER; GRISON, 2019; GRISON; KOBIYAMA, 2011; PEREIRA; KOBIYAMA; CASTRO, 2014).

O objetivo desse trabalho é analisar a dinâmica hidrológica de um trecho de rio no Alto Curso do Rio Paraíba no semiárido paraibano a partir da simulação de vazão horário e a correlação das variáveis profundidade, largura e velocidade que modificam em função da descarga.

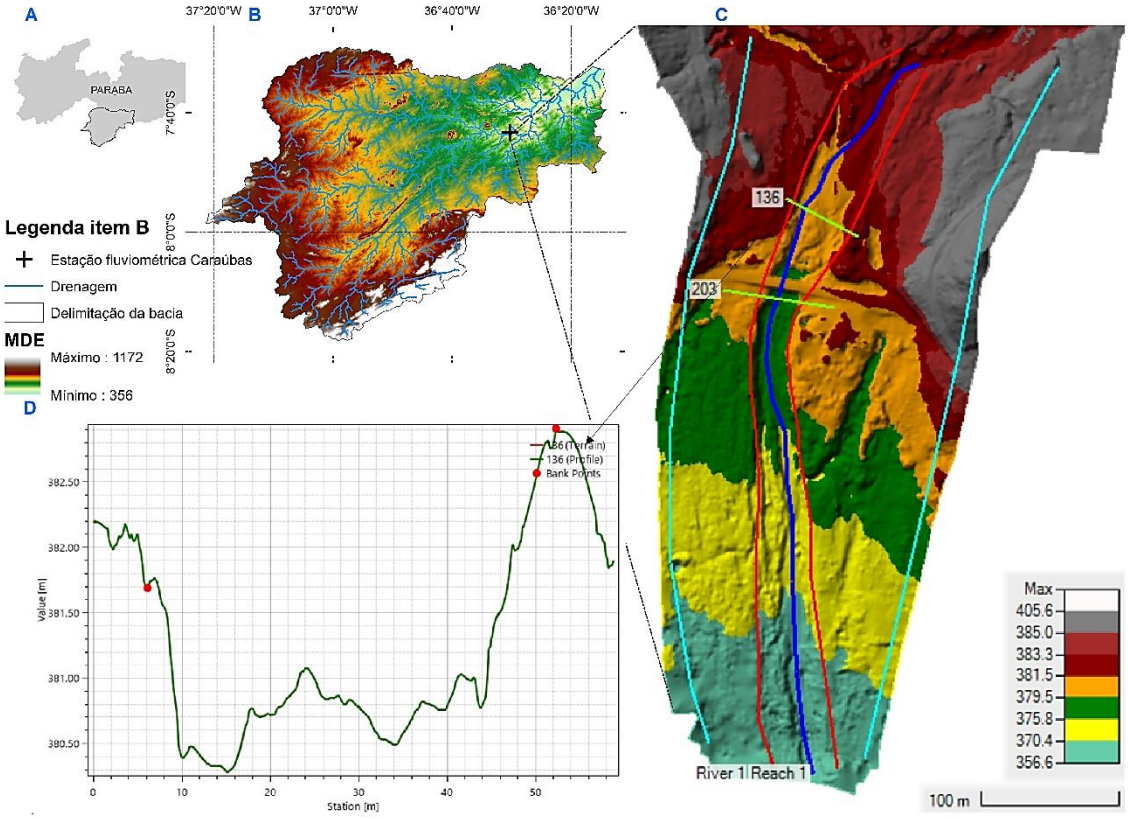
Materiais e Métodos

Caracterização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do alto curso do Rio Paraíba está localizada majoritariamente no Estado da Paraíba, no Cariri Paraibano, região semiárida umas das mais secas do Brasil (XAVIER et al., 2012), alcançando territórios de 12 municípios (DORNELLAS et al., 2020), drenando área com aproximadamente 6.225 km² (RODRIGUES; LIMA, 2020), registrando pluviometria média anual entre 400 e 600mm, com estiagem de 8 a 10 meses (MARINHO; ALMEIDA, 2013).

A bacia encontra-se envolvida no que Corrêa et al., (2010) segmentou enquanto compartimento megageomorfológico da depressão intraplanáltica paraibana, área encrava no Planalto da Borborema, com relevo predominantemente plano, circundado por áreas elevadas. De variação altimétrica entre 356m e 1.172m (Figura 1), com as cotas mais elevadas registradas no setor sul da bacia. O contexto geológico é protagonizado por rochas cristalinas componentes do escudo pré-cambriano (XAVIER et al., 2012), associada a classes de solo variadas com predominância de luvissolos e neossolos litólicos (DORNELLAS et al., 2017).

Figura 4: Mapa de localização. Estado da Paraíba (A); Alto curso do rio Paraíba (B); Trecho a analisado (C); Perfil transversal à jusante (D).

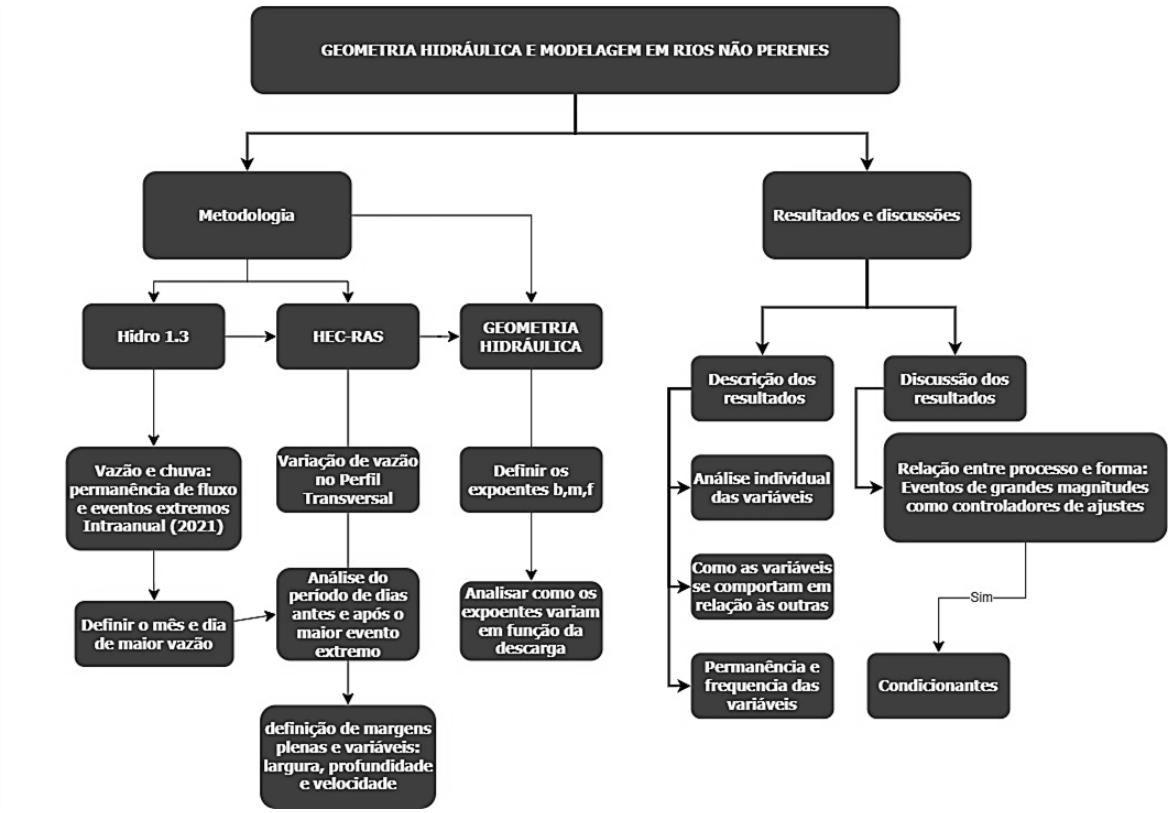


Fonte: Os autores (2023).

Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos foram executados em paralelo de modo a otimizar seu desenvolvimento, para tanto, seguiram a seguinte sequenciamento:

Figura 5: Diagrama com etapas a serem seguidas para alcançar os objetivos estipulados.



Fonte: Os autores (2023).

Inicialmente, é necessário definir o período para a análise dos dados fluviométricos no trecho do alto curso do rio Paraíba. Dessa forma, o período de análise do estudo foi concentrado no ano de 2021, principalmente pelo fato de existirem dados de monitoramento de veículo aéreo não tripulado (VANT). Entretanto, foi necessário fazer uma análise geral nos dados de vazão em período de pelos menos 15 anos da série histórica para compreender questões como comportamento hidrológico e permanência de fluxo de acordo com os níveis de vazão (EIDMANN; GALLEN, 2023). O tratamento desses dados foi feito no programa HIDRO 1.3, desenvolvido e disponibilizado de maneira gratuita pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico - ANA.

Para fazer a simulação no HEC-RAS foram necessários dados de entrada como *shapes* de Modelo Digital de Terreno ou Superfície (MDT ou MDE) e dados de vazão e cota para o ano de 2021 (EIDMANN; GALLEN, 2023). Foi escolhido esse ano por conta da disponibilidade do dado de topografia gerado naquele ano a partir de levantamento de dados através de veículos aéreos não tripulados (VANT). Os dados fluviométricos utilizados correspondem à estação Caraúbas (código 38830000) por estar mais próxima ao ponto do levantamento de drone.

Posteriormente, após os dados de topografia serem anexados no modelo, é possível definir as geometrias do canal principal e margens do ambiente fluvial. Em seguida, é necessário calibrar o modelo com base na proposição do coeficiente de Manning, onde cada tipo de superfície apresenta um valor diferenciado. Assim, foi utilizado o valor de 0.03 para as margens e 0.025 para o canal principal.

Para gerar os dados de permanência e recorrência dos grandes eventos de vazão nas bacias hidrográficas foi utilizado o *software* Hidro 1.3. Nele pode-se gerar uma série de resultados por função, estatísticos e gráficos de vazão, chuva, sedimento, qualidade da água e descarga, inclusive, relacionando essas variáveis.

Após as definições das variáveis necessárias, é possível trabalhar a geometria hidráulica que pode analisar canais naturais em duas perspectivas: (1) na seção transversal; (2) de montante para jusante. Na perspectiva da seção transversal, a geometria hidráulica aborda as questões envolvendo a largura, profundidade, e velocidade que se ajuste de acordo com a vazão, enquanto na perspectiva longitudinal aborda as mudanças relacionadas a forma em planta do canal.

Neste trabalho, o objetivo será analisar como a seção transversal se ajusta frente a diferentes níveis de *inputs* de vazão no trecho analisado. As relações matemáticas que expressam a Geometria Hidráulica são:

$$w = aQ^b \qquad (1)$$

$$d = cQ^f \qquad (2)$$

$$v = kQ^m \qquad (3)$$

$$L = pQ^i \qquad (4)$$

$$s = rQ^z \qquad (5)$$

Onde *Q* é a descarga; *w* é a largura; *d* é a profundidade; *v* é a velocidade; *L* é a carga sedimentar; *s* é a declividade superficial da água; *a, c, k, p* e *r* são os coeficientes; *b, f, m, j* e *z* são os expoentes.

Devido a vazão ser dada pelo produto entre a velocidade da água e a largura, as equações 1, 2 e 3 são normalmente mais utilizadas. Assim, podem ser relacionadas da seguinte maneira:

$$Q = ackQ^{b+f+m} \qquad (6)$$

Dessa maneira,

$$b + f + m = 1 \,(7)$$

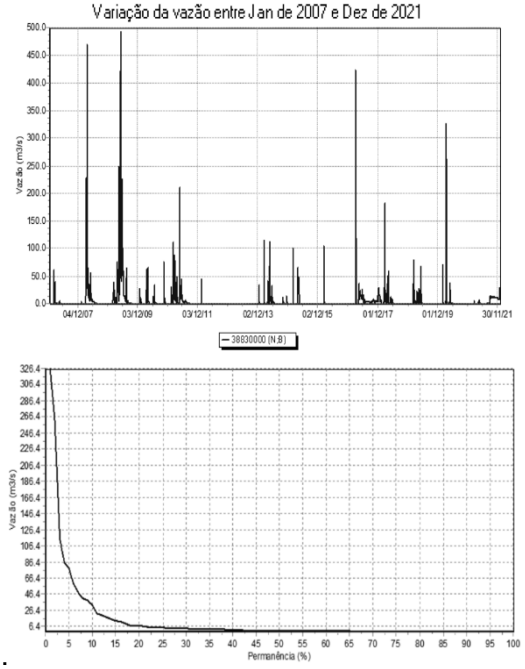
$$a.c.k = 1 \qquad (8)$$

Dado o exposto, foi determinada a variação das três variáveis necessárias na definição das mudanças conforma a modificação na descarga entre o período analisado no trecho.

Resultados e Discussões

A vazão registrada no trecho de estudo no alto curso do rio Paraíba apresenta uma concentração nos primeiros cinco meses do ano (janeiro a maio) (Figura 3).

Figura 6: Gráfico de vazão para análise do comportamento hidrológico no trecho.



Fonte: Os autores (2023).

Essa vazão concentrada nos primeiros meses do ano é condizendo com o comportamento das chuvas no semiárido brasileiro, que sofre forte influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCANs) (RODRIGUES, 2020). A exceção é que no ano de 2021 a concentração dos eventos de vazão ocorreu entre julho e dezembro, indo contra a relação chuva-vazão da série histórica de 15 anos analisados. Os dados de chuva foram conferidos e não há correspondência entre chuva e vazão nesses meses, onde o comportamento climático foi habitual, ou seja, seco. Em relação à permanência da vazão, observou-se que as maiores vazão apresentam as menores permanências de fluxo, como por exemplo, vazões acima de 40 m³/s ocupam menos de 10% do tempo de permanência de fluxo, o que corresponde a menos de 35 dias com vazões dessa magnitude.

A Tabela 1 demonstra essa variação de vazão na série de dados analisada.

Tabela 2: Série de dados de vazão média mensal da estação fluviométrica Caraúbas entre 2007 e 2021.

Caraúbas	*JAN*	*FEV*	*MAR*	*ABR*	*MAI*	*JUN*	*JUL*	*AGO*	*SET*	*OUT*	*NOV*	*DEZ*
2007	1	4.24	3.16	0.359	0.972	0	0	0	0	0	0	0
2008	0.228	0	42.3	56.9	19.2	4	1.21	0.122	0	0	0	0
2009	0	11.5	3.97	56.7	129	50.8	13.2	1.66	0.562	0.007	0	0
2010	5.3	0.005	6.83	6.33	0.02	4.73	0.873	0.041	0	6.4	1.04	0
2011	3.16	27.2	19.5	2.7	45.6	2.91	2.74	0.971	0	0	0	0
2012	2.23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.8
2014	0.7	5.5	0	13	7.29	0	0	0	0	0	0	0
2015	0	3.6	0.38	21.2	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	0	4.51	0.018	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2017	0	0	15.8	9.78	16.7	7.86	3.35	3.38	2.55	5.14	4.29	12.6
2018	2.48	4	13.9	14.5	2.76	0.16	0	0	0	0	0	0
2019	0.005	12.2	3.63	3.97	5.54	0.001	0	0	0	0	0	0
2020	0	2.51	21.9	4.72	3.51	0	0	0	0	0	0	0
2021	0	0.276	0	1.25	0.5	0.003	0.614	0.62	11.5	11.9	10.5	9.82
Média	1.01	5.04	8.76	12.76	15.41	4.70	1.47	0.45	0.97	1.56	1.06	1.61

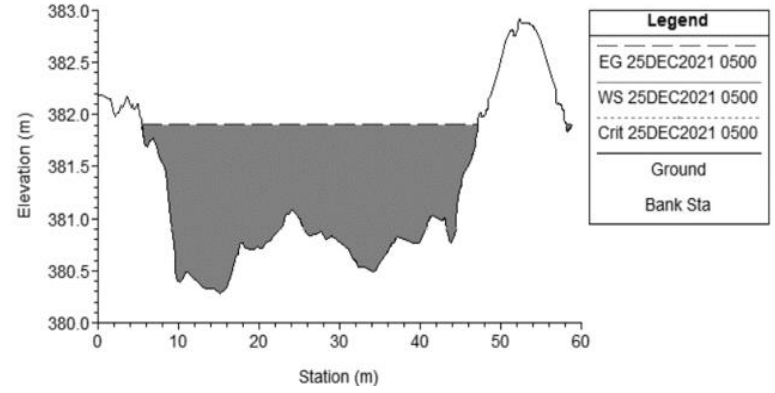
Elaboração: autores (2023). **Fonte**: AESA (2023).

A Tabela 1 demonstra que as vazões de 2019 foram contrastantes em relação às vazões dos outros anos. Entretanto, é importante salientar que o ano de 2021 foi um ano extremamente seco e a explicação plausível para esse fenômeno é uma vazão artificial gerada pela manutenção do fluxo através da transposição do rio São Francisco (PISF) através de seu

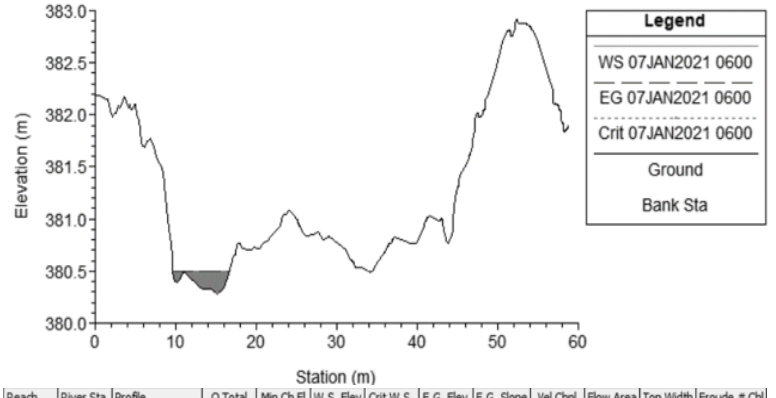
Eixo Leste que desagua parte dos recursos hídricos captados no município de Monteiro – PB, à montante do trecho estudado, de acordo como Plano de Gestão Anual – PGA para o ano de 2021, detalhando o funcionamento da vazão regularizada (ANA, 2021).

Após os processamentos dos dados de vazão no HEC-RAS, foi possível analisar o comportamento da vazão no ano completo de 2021 e simulá-la por hora. O pico de vazão anual aconteceu no dia 25 de dezembro, alcançando um valor de 26,6 m³/s, uma profundidade de 3,4 m e uma largura da lâmina de água de 84 m. Foi possível observar também que o leito do canal é assimétrico. Todavia, no dia 07 de janeiro, observou-se que o início do período chuvoso não teve vazão, onde a presença de água no ambiente fluvial é associada à ocorrência de pequenas lagoas que podem ocorrer nos desníveis mais profundos do leito controlados pela zona hiporreica. Tanto que a profundidade da lâmina de água foi de 1m e a largura de 7.67m (Figura 4).

Figura 7: Resultado da simulação máxima e mínima do trecho de estudo.



Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Reach 1	136	25DEC2021 2200	26.60	380.28	381.90	381.09	381.92	0.000208	0.60	44.61	42.36	0.18

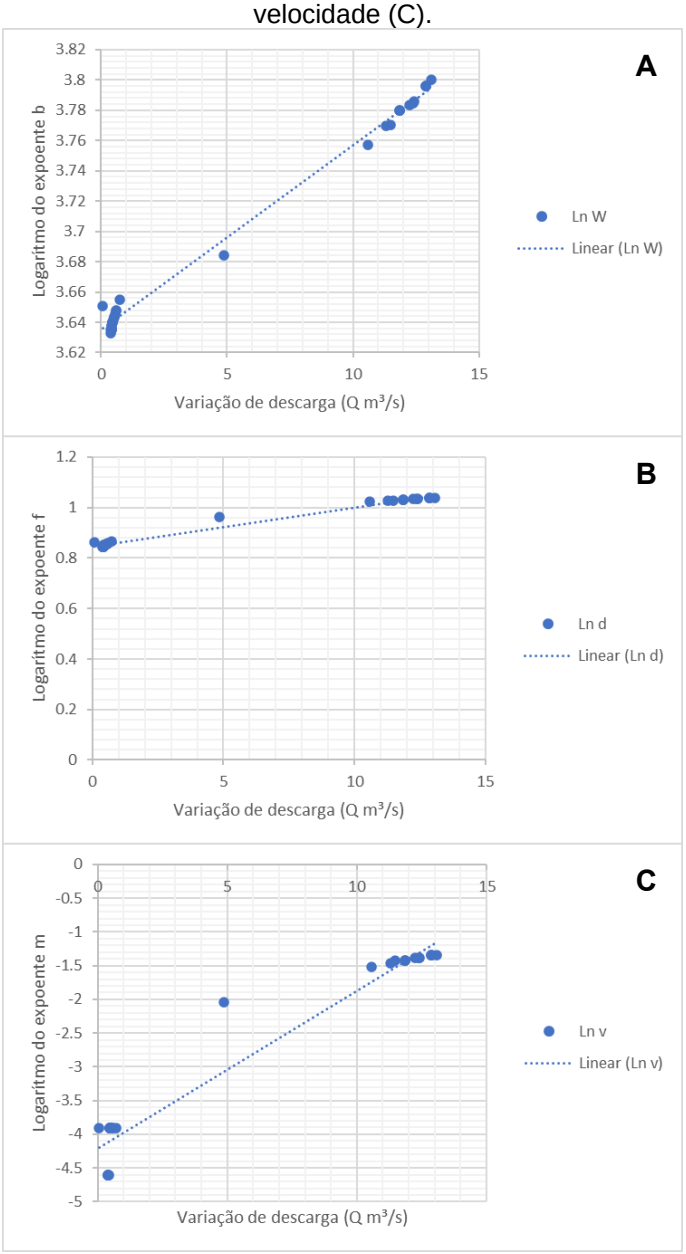


Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
Reach 1	203	07JAN2021 0800	0.00	378.60	380.50		380.50	0.000000	0.00	55.16	64.35	0.00

Fonte: Os autores (2023)**.**

Ao Analisar a relação da descarga com as variáveis largura, profundidade e velocidade, obteve-se o seguinte resultado depois da aplicação do método de geometria hidráulica (Figura 5).

Figura 8: Gráfico com a relação da descarga gerada com variáveis de largura (A), profundidade (B) e velocidade (C).



Fonte: Os autores (2023)

De maneira geral, as três variáveis se comportam dentro da mesma perspectiva de ajuste frente às alterações de vazão, pois conforme a vazão aumenta, os valores dos expoentes *bfm* aumentam também. Entretanto, o expoente velocidade de fluxo é o mais

propenso a modificar, tendo em vista as condições de rugosidade da superfície do leito, o qual é tido como rochoso e inibe a fricção do movimento da água.

A variável que menos apresentou mudanças foi a profundidade, tendo em vista que o leito do rio é largo, alcançando quase 80 m e sendo capaz de receber grandes volumes de água, como aconteceu no dia 25 de dezembro com um volume de 15.000 litros.

Considerações finais

A disponibilidade de dados detalhados de vazão no semiárido brasileiro é escassa, e necessita de maneiras que compensem esse *déficit*. Uma maneira de fazer isso, é através da modelagem, onde simular dados de vazão permite gerar resultados que se aproximam da realidade.

A aplicação de modelos que permitam gerar resultados de comportamento hidrológico e morfológico de ambientes fluviais de terras secas também é um caminho a ser seguido, e a aplicação do modelo teórico-metodológico de geometria hidráulica permite trazer algumas respostas quantitativas acerca dessa dinâmica em rios no semiárido brasileiro.

Por fim, estudos futuros pretendem avançar nessa linha de pesquisa, focando em comparação entre diferentes temporalidades de modelagem no HEC-RAS e comparando os dados de topografia do leito para entender os potenciais de erosão e deposição em trechos de rios através de processamentos em ambiente GIS.

Agradecimentos

Agradecemos a Agência Executiva de Águas do Estado da Paraíba – AESA e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA pela disponibilização dos dados pluviométricos e fluviométricos.

Referências

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO. Resolução nº 59, de 31 de dezembro de 2020. Dispõe sobre o Plano de Gestão Anual - PGA referente ao ano de 2021 para o Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional - PISF, no que diz respeito à disposições atinentes à ANA. **Diário Oficial da União - DOU**. 4 jan. 2021, Sec. 1, p. 13.

CORRÊA, A. C. de B. et al. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, v. 31, n. 1–2, p. 35–52, 2010.

COSER, E.; GRISON, F. Hydraulic geometry in a stream reach applying HeC-ras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 4, p. 691–706, 2019.

COSTIGAN, K. H. et al. Chapter 2.2 - Flow Regimes in Intermittent Rivers and Ephemeral Streams. Em: DATRY, T.; BONADA, N.; BOULTON, A. (Eds.). **Intermittent Rivers and Ephemeral Streams**. [s.l.] Academic Press, 2017. p. 51–78.

DEVIA, G. K.; GANASRI, B. P.; DWARAKISH, G. S. A Review on Hydrological Models. **Aquatic Procedia**, v. 4, p. 1001–1007, 2015.

DEWAN, A. et al. Assessing channel changes of the Ganges-Padma River system in Bangladesh using Landsat and hydrological data. **Geomorphology**, v. 276, p. 257–279, 1 jan. 2017.

DORNELLAS, P. D. C. et al. ANÁLISE MORFOMÉTRICA DA BACIA DO ALTO RIO PARAÍBA, REGIÃO SEMIÁRIDA DO ESTADO DA PARAIBA. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 21, n. 3, 1 jul. 2020. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1757>. Acesso em: 1 ago. 2023.

DORNELLAS, P. da C. et al. Estimativa de perdas de solo na bacia do alto Rio Paraíba, região semiárida do Estado da Paraiba. *Revista OKARA: Geografia em debate*, v. 11, n. 2, p. 338–350, 2017.

EIDMANN, J. S.; GALLEN, S. New remote method to systematically extract bedrock channel width of small catchments across large spatial scales using high-resolution digital elevation models. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 48, n. 7, p. 1470–1483, 15 jun. 2023.

ELTNER, A.; SARDEMANN, H.; GRUNDMANN, J. Technical Note: Flow velocity and discharge measurement in rivers using terrestrial and unmanned-aerial-vehicle imagery. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 24, n. 3, p. 1429–1445, 2020.

FERNANDES, M. R. et al. Long-term human-generated alterations of Tagus River: Effects of hydrological regulation and land-use changes in distinct river zones. **Catena** Elsevier B.V., 1 maio 2020.

GRISON, F.; KOBIYAMA, M. Teoria e aplicação da geometria hidráulica: revisão. **Revista Brasileira de Geomorfologia-v**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.ugb.org.br>.

LANGAT, P. K.; KUMAR, L.; KOECH, R. Monitoring river channel dynamics using remote sensing and GIS techniques. **Geomorphology**, v. 325, p. 92–102, 15 jan. 2019.

LARNED, S. T. et al. Longitudinal river ecohydrology: Flow variation down the lengths of alluvial rivers. **Ecohydrology**, v. 4, n. 4, p. 532–548, jul. 2011.

MARINHO, C. F. C. E.; ALMEIDA, H. A. de. Principais características morfométricas do alto curso da bacia hidrográfica do Rio Paraíba. *Revista de Geografia (UFPE)*, v. 30, n. 2, p. 95–112, 2013.

PEREIRA, M. A. F.; KOBIYAMA, M.; CASTRO, N. M. DOS R. RELAÇÃO ENTRE A GEOMETRIA HIDRÁULICA E A CURVA DE PERMANÊNCIA EM ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO IJUÍ – RS. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 15, p. 3, 2014.

RODRIGUES, J. ESPACIALIZAÇÃO DAS CHUVAS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA NO SEMIÁRIDO DA PARAÍBA. **Northeast Geosciences Journal v**, v. 6, p. 1, 2020.

RODRIGUES, J. M. D.; LIMA, E. R. V. Compartimentação geomorfológica da bacia do alto curso do Rio Paraíba - PB. **Revista Equador (UFPI)**, v. 9, n. 3, p. 100–120, 2020.

SILVA, E. C. R. et al. Hydrodynamic modeling as a tool for water risk management in rio tapajós. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 22, n. 2, p. 337–350, 2021.

XAVIER, R. A. et al. Caracterização do regime fluvial da bacia hidrográfica do Rio Paraíba - PB. **Revista Tamoios**, v. 8, n. 2, p. 15–28, dez. 2012.

YOUNG, W.; BRANDIS, K.; KINGSFORD, R. Modelling monthly streamflows in two Australian dryland rivers: Matching model complexity to spatial scale and data availability. **Journal of Hydrology**, v. 331, n. 1–2, p. 242–256, 30 nov. 2006.

Unidades Ambientais Naturais da Paraíba: subsídios e reflexões para o ordenamento territorial

Natural Environmental Units of Paraíba: subsidies and reflections for territorial planning

Camila Cunico
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
http://orcid.org/0000-0001-9930-1951
camila.cunico@academico.ufpb.br

Jurandyr Luciano Sanches Ross
Universidade de São Paulo - USP
http://orcid.org/0000-0002-7726-2960
juraross@usp.br

Marciel Lohmann
Universidade Estadual de Londrina - UEL
http://orcid.org/0000-0001-9243-5412
marciel@uel.br

Resumo: O estado da Paraíba é constituído por uma diversificação de paisagens, que apresentam heterogeneidades significativas quando consideradas as características físico-naturais, as quais devem ser preconizadas nas propostas de ordenamento territorial. Para além das análises individualizadas dos componentes da natureza, é fundamental a síntese por meio do reconhecimento das Unidades Ambientais Naturais. O objetivo deste trabalho é apresentar uma proposta de Unidades Ambientais Naturais da Paraíba, considerando como procedimento a integração das variáveis do componente da geodiversidade e da biodiversidade, tendo como base, as informações temáticas provenientes da geologia, geomorfologia e pedologia, ou seja, definidas como um produto da relação entre o substrato rochoso, o relevo e os solos, complementados com informações sobre o clima e a cobertura vegetal natural. A proposta apresentou, de acordo com o conceito geográfico de zonalidade, cinco Unidades Ambientais Naturais, cujos processos complexos de interação conferem uma dinâmica de evolução específica e distinta para cada uma delas.

Palavras-chave: Potencialidades naturais. Sistemas ambientais. Geodiversidade. Zoneamento.

Abstract: The state of Paraíba is composed of a diversification of landscapes, which present significant heterogeneities when considering the physical-natural characteristics, which must be advocated in proposals for territorial planning. In addition to the individualized analyses of nature components, it is essential to synthesize through the recognition of Natural Environmental Units. The objective of this work is to present a proposal for Natural Environmental Units of Paraíba, considering the integration of variables of the geodiversity and biodiversity component, based on thematic information from geology, geomorphology, and pedology, defined as a product of the relationship between the rocky substrate, relief, and soils, complemented with information on climate and natural vegetation cover. The proposal presented, according to the geographical concept of zonality, five Natural Environmental Units, whose complex interaction processes confer a specific and distinct evolution dynamic for each one of them.

Keywords: Natural potentials. Environmental systems. Geodiversity. Zoning.

Introdução

A elaboração das Unidades Ambientais Naturais – UANs auxilia na melhor compreensão do espaço geográfico, uma vez que preconiza a identificação das semelhanças internas de cada unidade e das diferenças externas entre as unidades que compõem o mosaico paisagístico das distintas áreas de estudo. A identificação das UANs está diretamente relaciona a abordagem sistêmica, uma vez que segue uma sistemática operacional compatível com os seus pressupostos.

De acordo com tal reflexão e tendo em vista a heterogeneidade do sistema físico-natural do estado da Paraíba, a presente contribuição tem a intenção de apresentar uma proposta de integração das temáticas inerentes a tal sistema, por meio de uma análise construtiva e propositiva, que possa subsidiar ações de planejamento ambiental territorial.

Reconhecer os aspectos físico-naturais dominantes da Paraíba proporciona por meio de parâmetros baseados em critérios técnico-científicos, definições mais assertivas de diagnóstico e prognóstico para o ordenamento do território. A identificação das UANs deve ser compreendida como parte de um processo integrador da realidade territorial cada vez mais complexa e dinâmica, orientada para considerar as potencialidades e as restrições com base em diretrizes preservacionistas, conservacionistas e de desenvolvimento socioeconômico.

Tais diretrizes devem ser compreendidas como orientações alternativas aos novos processos desejáveis, que visam dar ao planejamento ambiental territorial uma perspectiva dinâmica e realista das forças atuantes no estado da Paraíba, incorporando a dimensão ambiental, socioeconômica e cultural.

As UANs não se restringem somente a uma produção acadêmica. Ganham destaque quando interpretadas com a finalidade de suporte a identificação de zonas de ordenamento do território, ou seja, partem de pressupostos teóricos, metodológicos e técnicos que dão embasamento para esforços de investimento do governo e da sociedade civil.

Procedimentos técnicos

A elaboração da proposta das UANs do estado da Paraíba partiu da adoção de uma metodologia baseada na compreensão integrada dos ambientes naturais, seguindo os pressupostos adotados em Ross, et al. (2022), que preconizam a integração das variáveis dos componentes da geodiversidade e da biodiversidade, tendo como base, principalmente, as informações temáticas derivadas da geologia, geomorfologia e pedologia, complementadas com informações provenientes do clima e da cobertura vegetal natural.

É importante salientar que para a delimitação das UANs não foram utilizados procedimentos automáticos para o estabelecimento dos limites geográficos, mas sim a combinação sobreposição) das variáveis físico-naturais e da biodiversidade.

Destaca-se ainda que, tais limites podem ser alterados tendo em vista a necessidade de expedições de campo para um melhor reconhecimento da área de estudo. Assim, a proposta apresentada é a primeira aproximação da realidade, baseada na interpretação dos elementos físico-naturais da Paraíba, considerando que cada componente só existe em complementação combinada com o outro, e ao mesmo tempo cada componente pode ser entendida em sua dinâmica específica.

Foram utilizados os mapeamentos temáticos pré-existentes de geologia, proveniente do Atlas Geográfico do Estado da Paraíba (1985); de geomorfologia, extraído do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021); da hipsometria e da declividade, oriundos do Shuttle Radar Topography Mission (2023); de pedologia, também construído com base no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2021); por fim, de temperatura e precipitação, baseados no Instituto Nacional de Meteorologia (2019).

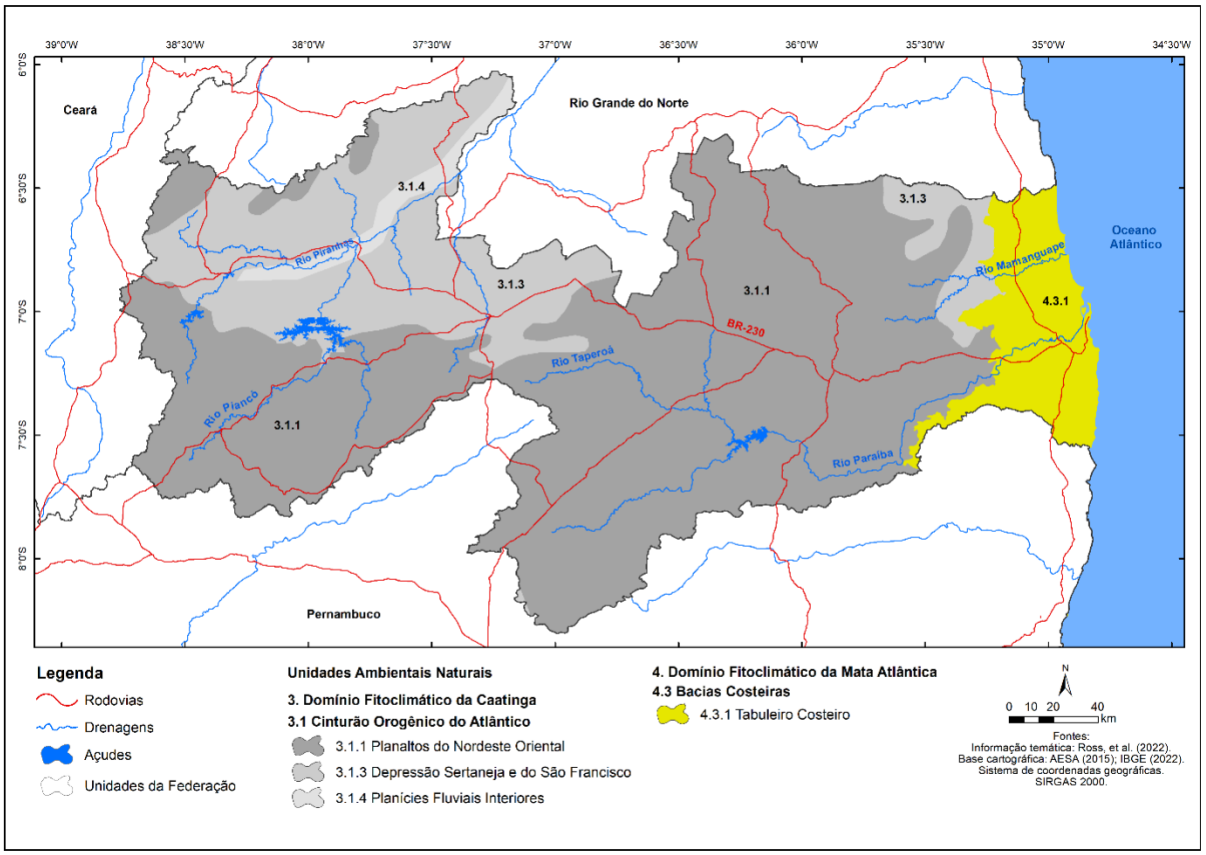
O estado da Paraíba no contexto das Unidades Ambientais Naturais do Brasil

As UANs do Brasil foram identificadas na macroescala 1:5.000.000. De acordo com Ross, et al. (2022) alguns ambientes do território brasileiro são pouco transformados e, embora ocupados pelas atividades humanas, apresentam baixa intensidade de transformação da cobertura vegetal natural por intervenções das atividades produtivas como pecuária extensiva, agricultura de subsistência, pesca, extrativismo mineral e vegetal. Nessas áreas, ocorre baixo impacto ambiental, apesar de impactos muito fortes em áreas pontuais, vinculados aos centros urbanos, atividades minerarias e de agricultura comercial no seu interior. Neste contexto, enquadram-se, como exemplo, as áreas da Floresta Amazônica Densa.

De acordo com os mesmos autores, em uma segunda condição, estão as UANs fortemente transformados pelas práticas econômicas, mostrando-se como áreas cujas coberturas vegetais naturais foram totalmente ou quase totalmente transformadas em campos de pastagens cultivadas, campos de agricultura, com maior adensamento populacional e urbano. Nesta condição estão as terras recobertas, no passado, pela Floresta Tropical Atlântica Úmida, Floresta Tropical Atlântica Semidecidual, Floresta Subtropical da Bacia do Paraná, Campos Cerrados das Bacias do Paraná, Parnaíba e Parecis, Campos Cerrados dos Terrenos Cristalinos, Caatinga do Semiárido do Nordeste, Transição Cerrado-Floresta Amazônica, Transição Caatinga-Cerrado-Floresta Atlântica.

Segundo essa interpretação, no estado da Paraíba encontram-se quatro UANs (Figura 1), pertencentes a dois Domínios Fitoclimático distintos, descritas sequencialmente com base em Ross, et al. (2022).

Figura 1: Unidades Ambientais Naturais da Paraíba na escala 1:5.000.000



Fonte: Ross, et al (2022).

Domínio Fitoclimático da Caatinga

Constitui extensa área de terras no interior da região Nordeste, marcada pelo clima tropical semiárido. A vegetação xerófila, dominantemente arbustiva e com forte presença das cactáceas, perde as folhas no período seco. Essa cobertura vegetal ocupa predominantemente as estruturas dobradas do cinturão orogênico do ciclo brasiliano, onde ocorrem rochas metamórficas como gnaisses, migmatitos, micaxistos, filitos e rochas ígneas, como granitos. As formas de relevo predominantes são as superfícies aplanadas e baixas com altitudes que oscilam entre 50 e 300 metros e declividades variando entre 5 e 20%, pontilhada por morros residuais preferencialmente sustentados por rochas de granito ou ainda por quartzitos.

As condições climáticas apresentam chuvas escassas e volumes que variam entre 300 e 700 mm/ano, com período seco entre 6 a 9 meses. As temperaturas médias das máximas estão entre 30°C e 36°C, e as médias das mínimas entre 20°C e 22°C. Os solos são rasos e pedregosos e ocupam a maior extensão da área, ocorrendo manchas com solos pouco mais espessos como os Argissolos eutróficos. A deficiência hídrica caracteriza-se como um dos maiores problemas limitantes da região, associado às irregularidades das chuvas ao longo do ano.

Nesse Domínio, Ross, et al. (2022) identificaram duas Unidades Morfoestruturais. No estado da Paraíba destaca-se a presença da Unidade Morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico, que corresponde a faixa de dobramentos do Nordeste oriental e constitui parte de um complexo estrutural produzido pelos processos de dobramentos, metamorfismos e intrusões subjacentes associadas ao ciclo brasiliano, contemporâneo aos demais cinturões existentes no Brasil, que compõem a fase de consolidação da plataforma brasileira (ALMEIDA, 1967), portanto, do Pré-Cambriano Superior. A partir da Unidade Morfoestrutural do Cinturão Orogênico do Atlântico, foram identificadas as unidades morfoesculturais, as quais seguem:

Planaltos do Nordeste Oriental

Esta unidade se constitui pelo reverso do Planalto da Borborema, com altitudes que ultrapassam 800/900 metros e estende-se para o interior, recebendo a denominação Planalto Sertanejo, com altitudes mais modestas, que no geral não ultrapassam os 350 metros. As morfologias são dominantemente constituídas por morros baixos e colinas com aspecto de muita dissecação.

Por tratar-se de clima muito seco e quente, os processos de intemperismo são físicos com fragmentação progressiva das rochas que lhes dão suporte, como gnaisses, migmatitos, micaxistos, granitos e quartzitos. Prevalece, em função desta característica climática, cobertura pedológica descontínua predominando a pedregosidade, com solos tipo Neossolos Litólicos, Neossolos Quartzarênicos, mas, também, ocorrem manchas descontínuas e irregulares de Argissolos Vermelho-Amarelo e Luvissolos nos setores de relevo mais baixos e úmidos.

A característica marcante dos solos do semiárido brasileiro é um mosaico extremamente diversificado, fragmentado e de ocorrência irregular, tanto para os terrenos pouco mais elevados dos baixos planaltos do interior quanto na superfície sertaneja ou depressão sertaneja.

Depressões Sertaneja e do São Francisco

Esta unidade permeia e se estende por grande parte do interior da região Nordeste, com características de relevo baixo e aplanado com leves ondulações. É por onde se instalou a rede fluvial intermitente do sertão semiárido. Prevalecem rochas metamórficas entre as quais os migmatitos, gnaisses e micaxistos. Sobre tais rochas, a cobertura pedológica é extremamente irregular compondo o mosaico de tipos de solos, entre os quais estão os Planossolos Nátricos (alta concentração de sal), Neossolos Litólicos, Luvissolos, e Argissolos Vermelho-Amarelos. Emergem dessa superfície aplanada os inselbergues, morros ou conjunto de morros isolados e elevados constituídos por massas intrusivas graníticas.

Planícies Fluviais Interiores

Corresponde a diversos segmentos de planícies fluviais que se encontram de forma descontínuas no contexto dos principais rios. O relevo é baixo e plano com ocorrência de aluviões arenosos e cascalhos, predominando cambissolos flúvicos.

Domínio Fitoclimático da Mata Atlântica

A Floresta Tropical Atlântica corresponde à extensa faixa de terras que se alonga na direção norte-sul, desde o litoral oriental da região Nordeste até norte-nordeste do estado do Rio Grande do Sul. Ocupava de forma contínua tanto os tabuleiros costeiros quanto os morros, serras e escarpas da faixa atlântica brasileira.

As condições climáticas são predominantemente quentes e úmidas, em ambiente de relevos montanhosos, que possibilitou o desenvolvimento de densa floresta perenifólia higrófila exuberante, com cinco ou mais estratos vegetais e dossel emergente até 30 metros.

No contexto brasileiro, a área referente ao Domínio é constituída por rochas ígneas e metamórficas pertencentes à faixa de dobramentos do Cinturão do Atlântico, onde, além das estruturas pré-cambrianas, observa-se efeitos da tectônica Cenozoica com reativação de falhas antigas. De maneira geral apresenta um relevo dissecado com densidade de canais de drenagem, vales entalhados e profundos e vertentes fortemente inclinadas. Recobrem estes relevos solos tipo Argissolos Vermelho-Amarelos associados com solos rasos como os Cambissolos e solos pedregosos.

O Domínio Fitoclimático da Mata Atlântica se subdivide em três Unidades Morfoestruturais, segundo Ross, et al. (2022), sendo que no estado da Paraíba, identificou-se somente a Unidade Morfoestrutural da Bacia Costeira, e a respectiva Unidade Morfoescultural dos Tabuleiros Costeiros.

Tabuleiros Costeiros

Os tabuleiros costeiros, embora não se constituam em terrenos de planícies, têm sido tratados como relevos pertencentes às terras baixas costeiras. Trata-se de uma faixa estreita de terras que se estende desde o litoral do Amapá até o norte do litoral do estado do Rio de Janeiro.

Posiciona-se entre altitudes que variam entre 10 e 50 metros, acompanhando a linha de costa e, frequentemente, demarcada pelo lado oceânico por vertentes abruptas conhecidas por falésias. Esses tabuleiros, que são mantidos por sedimentos terciários da formação Barreiras, são recobertos por solos arenosos ou arenoargilosos profundos, bem drenados recobrindo colinas amplas de topos planos ou convexos.

Grande parte dessas terras foi coberta pela mata tropical atlântica, sendo progressivamente substituída por plantações de cana-de-açúcar, pastagens, silvicultura de eucaliptos entre outros.

Unidades Ambientais Naturais da Paraíba: uma proposta de síntese para o ordenamento territorial

Sabe-se que a escala geográfica das variáveis de insumo para o planejamento ambiental é um dos grandes desafios enfrentados nas pesquisas acadêmicas. O trabalho de Ordenamento do Território do Brasil promovido por Ross, et al. (2022) é de importância ímpar para a produção de conhecimento científico do país, no entanto, para estudos regionais e locais, é fundamental a adequação da escala dos elementos temáticos.

Diante desse fato, e vislumbrando continuidade de pesquisa vinculada ao ordenamento territorial da Paraíba, com aporte para o desenvolvimento de ações de planejamento e gestão ambiental e territorial, elaborou-se uma proposta de UANs.

Destaca-se que além das UANs, é necessário avançar em estudos que identifiquem as Unidades Socioeconômicas (USEs) do estado em tela para que seja possível proporcionar a racionalização da ocupação e o redirecionamento das atividades já materializadas no espaço geográfico. Assim, será possível identificar Unidades de Terra do Ordenamento Territorial, com base criteriosa, capaz de identificar as fragilidades e potencialidades físico-naturais e as vulnerabilidades e potencialidades socioeconômicas. Somente a partir desse processo e possível tecer recomendações de caráter ambiental, social e econômico, numa perspectiva de incremento da qualidade ambiental, do desenvolvimento sustentável e das condições de vida da população.

É necessário estabelecer uma ressalva: o ordenamento do território não é autossuficiente para estabelecer políticas socioambientais, sendo necessário promover medidas complementares, de caráter institucional ou até mesmo de intervenção, a fim de

reafirmar as diretrizes sugeridas para disciplinar e/ou reordenar as atividades nos espaços físico-territoriais.

Nesse sentido, é fato que a diversidade de relações estabelecidas na natureza depende das condições passadas e presentes, bem como dos fatores que atuam e influenciam nas dinâmicas constituídas. Tais fatores são categorizados em bióticos e abióticos. Os primeiros referem-se a fatores ocasionados pela presença de seres vivos (ou de suas relações recíprocas em um ecossistema) e condicionam as populações que o formam.

Já os fatores abióticos, são consequências da atuação de elementos não vivos do ambiente, estando eles relacionados, principalmente, a fatores climáticos e/ou edáficos. Dentre os fatores bióticos, a vegetação assume um dos papeis fundamentais para expressar a diversidade biológica de um espaço geográfico, que quando associados as condições fisiográficas do território possibilitam uma variedade de paisagens pautadas nas morfoestruturas e morfoesculturas existentes.

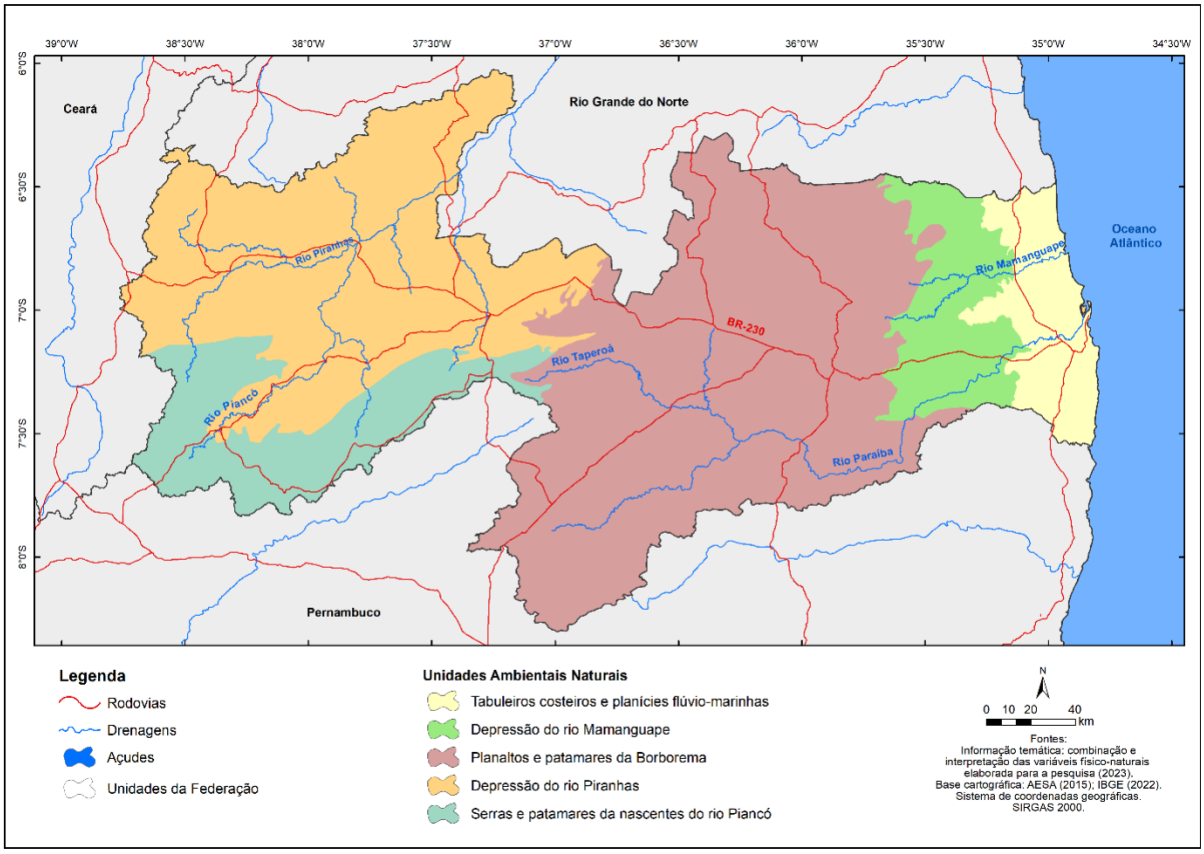
No estado da Paraíba, podemos pontuar algumas relações que diretamente impactam na diversidade existente: (i) área territorial de 56.467,242 km², com 198 de seus 223 municípios inseridos na região semiárida (BRASIL, Resolução Condel/Sudene n. 150, 2021), o que corresponde a aproximadamente 90% da extensão territorial estadual; (ii) predisposição natural para anomalias negativas de precipitação; (iii) ocorrência do bioma Caatinga como fisionomia predominante em detrimento ao bioma Mata Atlântica.

Em relação ao bioma Caatinga, apresenta uma biodiversidade exclusiva que associada a períodos de secas recorrentes e curtos períodos de precipitação, à presença de rios intermitentes e a uma vegetação típica, constituí paisagens singulares ameaçadas pela substituição de espécies vegetais nativas por atividades relacionadas à agropecuária, que utiliza, em muitos casos, as queimadas para preparo da terra. Outro fator que acentua a perda de biodiversidade local se refere aos processos de desertificação (IBGE, 2019).

Em uma faixa relativamente estreita e bem localiza, o bioma Mata Atlântica, na Paraíba, segue a tendência nacional, ou seja, recobre a porção mais densamente ocupada do estado. De acordo com Conti e Furlan (2009), as florestas originais foram, em um primeiro momento, substituídas pela agricultura de cana-de-açúcar, pela mineração e agricultura de alimentos. Posteriormente, a intensificação dos processos de urbanização e industrialização também contribuíram para a devastação da vegetação original do bioma.

As reflexões gerais apontadas subsidiaram a identificação das UANs, as quais são produtos da interpretação e combinação das variáveis físico-naturais. Assim, para a Paraíba foram identificadas cinco unidades (Figura 2), as quais formam denominadas segundo particularidades regionais.

Figura 2: Proposta de Unidades Ambientais Naturais da Paraíba



Fonte: Os autores (2023).

De acordo com Cunico, et al. (2023), as potencialidades paisagísticas da Paraíba sãoexpressas fortemente pelas feições do relevo e condições climáticas. O território do estado é constituído, predominantemente, por rochas do complexo cristalino (migmatitos, gnaisses e granitos). Já as rochas sedimentares são encontradas no litoral, nas formações recifais, nas planícies marinhas, fluviomarinhas e aluviais, nos tabuleiros costeiros, em restos de capeamento sedimentar que recobrem terrenos cristalinos do Planalto da Borborema e da Bacia Sedimentar do Rio do Peixe. Estruturalmente, a Paraíba é marcada pela ocorrência de falhamentos, com predominância no sentido sudoeste para noroeste.

UAN dos Tabuleiros costeiros e planícies flúvio-marinhas

A proximidade do oceano é um importante modificador dos climas locais, fato que contribui para a formação de um domínio quente e úmido. As temperaturas médias no período de 1981 a 2010 estão entre 24°C e 28°C, com precipitação acumulada anual para o mesmo recorte temporal entre 1.500 a 2.000 mm. Nessa UAN estão inseridos municípios, tais como: João Pessoa e aqueles que constituem a Região Metropolitana. Se destacam por apresentar entre 42 e 71 dias secos consecutivos no recorte temporal de análise dos dados climáticos entre 1994 a 2018, em contrapartida aos eventos de precipitação extrema, que já são assim classificados a partir de 70 a 100 mm (CUNICO, et al. 2023).

As formas de relevo são de origem recente (quaternário) e se traduzem em dois grandes conjuntos de feições: (i) a planície costeira, de ação marinha e flúvio-marinha, com variações altimétricas que em média não ultrapassam 25 metros acima do nível do mar, com declividade planas (inferiores a 3%), representadas por praias, restingas e cordões litorâneos; (ii) os tabuleiros são reconhecidos pelas declividades suavemente onduladas e altimetrias que podem atingir 100 metros acima do nível do mar. As falésias são frequentemente observadas, como a presente na Figura 3.

Figura 3: Falésia do Cabo Branco em João Pessoa, Paraíba.

Fonte: os autores (2022).

Em função da presença de material sedimentar (com destaque para o Grupo Barreiras), há diversos tipos de solos em associação, tais como: Argissolo Acinzentado Distrófico, Argissolo Amarelo Distrófico, Gleissolo Tiomórfico Órtico, Espodossolo Humilúvico Órtico e Neossolo Quartzarênico Órtico. Em relação a vegetação, destaca-se a presença de remanescentes da Mata Atlântica e manguezais.

UAN da Depressão do rio Mamanguape

Nessa UAN estão presentes rochas, segundo o Atlas Geográfico do Estado da Paraíba (1985), do Complexo Gnáissico, Migmatítico e Granodiorito. Apresenta declividades mais acentuadas, entre 3 e 20%, e altimetrias de até 200 metros acima do nível do mar.

Na pedologia predomina Luvissolo Crômico Órtico, Argissolo Vermelho Eutrófico e Planossolo Háplico Eutrófico. De maneira muito setorizada, associado a declividades mais expressivas, é possível encontrar Neossolo Litólico Eutrófico.

É interessante destacar que tal UAN corresponde a uma transição para o domínio quente e seco, incorporando em seus limites espaciais as encostas orientais do Planalto da Borborema. Percebe-se de maneira mais nítida a influência da continentalidade. Dessa forma, as temperaturas médias no período de 1981 a 2010 oscilam entre 24°C e 26°C, com precipitação acumulada anual para o mesmo recorte temporal entre 1.000 e 1.750 mm. É possível encontrar municípios que apresentam entre 102 e 130 dias secos consecutivos no recorte temporal de 1994 a 2018, como exemplo Tacima, Logradouro e Caiçara. Quanto aos eventos de precipitação extrema, entre 55 e 70 mm já são considerados com potencial para causar danos (CUNICO, et al. 2023).

Em relação a vegetação, encontram-se, de maneira predominante, formação arbórea de grande porte, densa, com espécies comuns às das matas costeiras. De acordo com o Atlas Geográfico do Estado da Paraíba (1985), essa área apresenta expansão das caatingas brejadas, típicas do contato entre a mata úmida e a caatinga.

UAN dos Planaltos e patamares da Borborema

Seguindo em direção oeste, pelo domínio quente e seco, identifica-se a UAN que corresponde ao Planalto da Borborema, reconhecido como sendo a morfoescultura mais característica da Paraíba. É constituída por rochas cristalinas do pré-cambriano, com forte influência da atividade tectônica, dando origem a porções soerguidas e abaixadas, fato que demarca relevos escalonados entre 400 metros e acima dos 900 metros. Nessa unidade encontra-se o Pico do Jabre, reconhecido como o ponto mais elevado altimetricamente da Paraíba, localizado no município de Matureia, na Serra do Teixeira.

Facilmente se encontram maciços residuais e inselbergues, em meio a superfícies aplainadas, com declividades ligeiramente onduladas, localizadas na porção central da UAN. Nas encostas orientais e ocidentais da UAN é possível identificar declividades acentuadas, entre 20 e 45% presentes nas escarpas.

Na pedologia destacam-se os Luvissolo Crômico Órtico, Planossolo Nátrico Órtico e Neossolo Litólico Eutrófico. A vegetação é típica do domínio das Caatingas.

As temperaturas oscilam entre 24°C e 26°C, considerando o período de 1981 a 2010, com precipitação acumulada anual para o mesmo recorte temporal entre 500 e 1.000 mm. É possível encontrar municípios que apresentam entre 160 e 189 dias secos consecutivos no recorte temporal de 1994 a 2018, como exemplo Nova Palmeira, Pedra Lavrada e Camalaú.

Quanto aos eventos de precipitação extrema, entre 40 e 50 mm já são consideradas com potencial para causar danos (CUNICO, et al. 2023). Tais condições climáticas se justificam em função da condição fisiográfica da UAN, cujo Planalto da Borborema encontra-se no limite da atuação das massas de ar que agem no recorte geográfico.

UAN das Serras e patamares das nascentes do rio Piancó

Essa UAN corresponde a serras isoladas, concentradas na porção ocidental do Planalto da Borborema, intercaladas com o Patamar Sertanejo Araripe-Borborema. É constituída por formações diversas do Proterozóico, com a presença de granitos correspondentes a relevos residuais. As declividades são acentuadas, chegando facilmente a superior a 30% de inclinação, com altitudes médias entre 500 e 800 metros. Os solos predominantes são Neossolo Litólico Eutrófico.

A temperatura média, para o período de 1981 a 2010, corresponde ao intervalo de 22°C a 24°C, sendo a precipitação acumulada anual para o mesmo recorte temporal entre 1.000 mm e 1.250 mm. Identificaram-se municípios que apresentam entre 131 e 159 dias secos consecutivos no recorte temporal de 1994 a 2018, como exemplo Curral Velho e Santana de Mangueira. Quanto aos eventos de precipitação extrema, entre 85 mm e 100 mm já são consideradas com potencial para causar danos (CUNICO, et al. 2023).

Nessa UAN encontra-se, de acordo com o Atlas Geográfico do Estado da Paraíba (1985), mesmo com características do Semiárido, uma vegetação do tipo arbórea, com espécies perenifólias. A vegetação apresenta algumas espécies da mata úmida e elementos arbóreos da Caatinga.

UAN Depressão do rio Piranhas

Essa UAN corresponde a superfície de aplainamento sertaneja, com altimetria relativamente baixa (200 a 300 metros), declividades pouco acentuadas e/ou suavemente

onduladas, ou seja, inferiores a 8%. Predominam rochas cristalinas do pré-cambriano, as quais foram modeladas a partir de processos erosivos comandados por climas secos (pediplanação) e pela presença da drenagem que dá nome a unidade em questão. É frequente a presença de inselbergues e de colinas suaves, entre a escarpa ocidental da Planalto da Borborema e as serras fronteiriças com os estados limítrofes da Paraíba. Tais serras correspondem às áreas cristalinas elevadas que resistiram aos processos erosivos, chegando em média a 500 metros de altitude e declividades entre 15 e 30%.

A temperatura média, para o período de 1981 a 2010, corresponde ao intervalo de 26°C a 30°C, sendo a precipitação acumulada anual para o mesmo recorte temporal entre 750 e 1.250 mm. Identificaram-se municípios que apresentam entre 160 e 189 dias secos consecutivos no recorte temporal de 1994 a 2018, como exemplo Belém do Brejo da Cruz, São José de Espinharas e São Bento. Quanto aos eventos de precipitação extrema, entre 85 e 100 mm já são consideradas com potencial para causar danos (CUNICO, et al. 2023). Na pedologia predominam Luvissolo Crômico Órtico e Argissolo Vermelho Eutrófico.

A vegetação é característica da Caatinga, porém nas porções mais elevadas do relevo, encontram-se uma vegetação mais densa.

Considerações Finais

A proposta de UANs do estado da Paraíba têm a pretensão de dar suporte para o planejamento e gestão do território através de variáveis e parâmetros baseados em critérios técnico-científicos com vistas ao ordenamento e reordenamento territorial.

Estudos como este são fundamentais para promover o equilíbrio entre a manutenção das funções ecológicas e as transformações provenientes do desenvolvimento socioeconômico, com indicações de intervenções com base técnica capaz de minimizar ou afastar problemas e conflitos e utilizar, de forma racional, as potencialidades de cada área.

Assim, a identificação das UANs, deve ser compreendida como integrante de um processo amplo que dá suporte ao ordenamento territorial, cumprindo com a sua função de instrumento de planejamento, fornecendo subsídios científicos e programáticos para a elaboração de uma política ambiental, preconizando o desenvolvimento socioeconômico com bases sustentáveis.

A paisagem natural da Paraíba reflete, como potencialidades paisagísticas, as características climáticas e as feições topográficas. Tais elementos, associados a outros de ordem físico-natural, como a litologia, o solo, a vegetação, a fauna e as drenagens, definem paisagens marcadas pela ação do tempo geológico, bem como pela ação humana.

Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais - GEOFISA da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), pelos debates promovidos e conhecimentos produzidos.

Referências

ALMEIDA, F.F.M. Origem e evolução da Plataforma Brasileira. DNPM/DGM. Boletim. Rio de Janeiro, 22-45, 1967.

BRASIL. Resolução CONDEL/SUDENE nº 150/2021. https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-condel/sudene-n-150-de-13-de-dezembro-de-2021-370970623> Acesso: 20 fev 2022.

CONTI, J.B.; FURLAN, S.A. Geoecologia: o clima, os solos e a biota. In: ROSS, J. L. S.(org.). Geografia do Brasil. 6ª ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2009.

CUNICO, C.; LUCENA, D. B.; MOURA, M. O. Atlas Riscos, Vulnerabilidades e Desastres Ambientais do Estado da Paraíba. Sobral, CE: Editora SertãoCult, 2023. 71 p.

GOVERNO DO ESTADO DA PARAÍBA. Atlas geográfico do estado da Paraíba. João Pessoa: Grafset, 1985.

IBGE. Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil: compatível com a escala 1:250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2019.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de geomorfologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 2ª ed., Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

ROSS, J. L. S.; CUNICO, C.; LOHMANN, M. DEL PRETTE, M. E. Ordenamento territorial do Brasil: potencialidades naturais e vulnerabilidades sociais. Osasco, SP: Ed. dos Autores, 2022. Disponível em www.juraross.com.br.

Análise da ocorrência de enchentes e inundações no baixo curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão

Analysis of the occurrence of floods and inundations in the lower course of the Santo Antônio watershed, Maranhão Island

Dayana Serra Maciel
Universidade Estadual do Maranhão
http://orcid.org/0000-0002-7581-5111
dayannamaciels@gmail.com

Quésia Duarte da Silva
Universidade Estadual do Maranhão
http://orcid.org/0000-0003-4496-3426
quesiasilva@professor.uema.br

Weslem Jhony de Oliveira Rodrigues
Universidade Estadual do Maranhão
https://orcid.org/0009-0006-6595-1220
weslemrodrigues.uema@gmail.com

Resumo: As enchentes e inundações são fenômenos naturais que podem ser intensificados pela elevação da densidade urbana e a instalação de infraestruturas nos cursos d'água. Nesse sentido, a pesquisa desenvolvida no baixo curso do rio Santo Antônio teve como objetivo analisar a ocorrência de enchentes e inundações, destacando as transformações ocorrentes sobre o ambiente ocasionadas pelo avanço da urbanização. Para alcance deste objetivo foram executados: levantamento bibliográfico e cartográfico, elaboração dos mapas temáticos, atualização do mapa existente da rede de drenagem e trabalhos de campo. Apesar das intervenções já ocorrentes na área de estudo, no que diz respeito à ocorrência de enchentes e inundações, durante trabalhos de campo foi constatado que em momentos de cheias, as águas não atingem a população, ou seja, não foi constatado a ocorrência de inundações em grandes magnitudes intensificadas devida a presença de fatores potencializadores, apenas elevação das águas em caráter natural na bacia, sendo que, não há a geração de grandes impactos, podendo ser explicado pela baixa densidade populacional da área em comparação com os demais cursos desta bacia que já se encontram densamente urbanizados.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, Canais fluviais, Enchentes e inundações.

Abstract: Floods are natural phenomena that can be intensified by urban density and the installation of external infrastructures. In this sense, the research developed in the lower course of the Santo Antônio River aimed to analyze the occurrence of floods and floods, highlighting the transformations occurring on the environment caused by the advance of urbanization. In order to achieve this objective, the following were carried out: bibliographic and cartographic survey, elaboration of thematic maps, updating of the existing map of the drainage network and field work. Despite the interventions already occurring in the study area, with regard to the occurrence of floods and floods, during field work it was found that in times of floods, the waters do not reach the population, that is, it was not found the occurrence of floods in large magnitudes intensified due to the presence of potentiating factors, only elevation of the waters in natural character in the basin, and there is no generation of great impacts, which can be explained by the low population density of the area compared to the other courses of this basin that are already densely urbanized.

Keywords: Watershed, River channels, Floods and flooding.

Introdução

Desde os primórdios da história as cidades têm se desenvolvido às margens dos rios. A proximidade de rios e córregos sempre foi fundamental para o abastecimento, consumo, irrigação, fonte de alimento e, em determinadas situações, para o aproveitamento do potencial hídrico para a movimentação de recursos (Rezende; Araújo, 2016). A relação dos seres humanos com os rios segue uma história construída e baseada em suas diferentes formas de interação ao longo do tempo e do espaço, fundamentada na dinâmica dos corpos d'água e das necessidades humanas (Cardoso, 2012).

Com o crescimento das cidades, estes corpos hídricos passaram a sofrer, inexoravelmente, e frequentemente de forma dramática, os impactos hidrológicos e ambientais do crescimento urbano, ao mesmo tempo que perderam, gradativamente, seu papel como elemento da paisagem (Baptista; Cardoso, 2013).

Os impactos do crescimento urbano têm envolvido inicialmente a construção de vias de tráfego e terraplanagem, promovendo o desenvolvimento de fortes processos erosivos e o aumento da carga sedimentar transportada junto aos cursos fluviais (Sander *et al.* 2012). Além disso, muitos desses corpos hídricos urbanos receberam tratamento urbanístico, em detrimento da proteção e conservação ambiental, por meio de retificação, canalização e frequentemente implantação de avenidas às suas margens (Rezende; Araújo, 2016).

Concernente a isso, Botelho (2011) aponta para os problemas que as bacias hidrográficas vêm sofrendo, evidenciados pela diminuição do tempo de concentração de suas águas e pelo aumento dos picos de cheia, quando comparadas às condições anteriores à urbanização. Nessa perspectiva, a ação antrópica tem acelerado e potencializado alterações nas características fisiográficas das bacias hidrográficas através da canalização e retilinização de cursos fluviais, terraplanagem e impermeabilização do solo (Oliveira *et al*., 2011).

Com base nisso, Rodrigues (2004) expõe que as análises geomorfológicas relacionadas à urbanização têm focado seus estudos nas bacias hidrográficas. Sendo ela considerada como um instrumento valioso para se estudar as transformações da paisagem, relacionando os aspectos naturais com os antrópicos, por ser nesta onde se manifestam os resultados dos agentes modeladores (Thomazini, 2018), além de se constatar uma tendência internacional de usar as bacias hidrográficas como unidade de planejamento (Mota, 2011).

A utilização da bacia hidrográfica como recorte geográfico está na relação física que esta estabelece com a água (Porto e Porto, 2008). Na bacia hidrográfica é possível avaliar de forma integrada as ações humanas sobre o ambiente e seus desdobramentos sobre o equilíbrio hidrológico (Santos, 2016).

Nesse sentido, as enchentes e inundações são fenômenos naturais que podem ser intensificados pela densidade urbana e a instalação de infraestruturas nos cursos d'água. São

fenômenos que atingem com frequência áreas ocupadas, ocasionando, muitas vezes, perdas para a população atingida (Moura *et al.* 2016), caracterizadas como eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d'água, frequentemente deflagradas por chuvas fortes e rápidas ou por chuvas de longa duração (Amaral, Ribeiro, 2015). Conceitualmente, para Tucci *et al.* (1995), as inundações ocorrem quando as águas dos rios ultrapassam do leito natural de escoamento e ocupam áreas utilizadas inadequadamente pela população. As enchentes se referem ao fenômeno natural no qual o rio ocupa seu leito maior, sem ultrapassá-lo.

Tanto as inundações quanto as enchentes são desafios ambientais derivados de fenômenos ou perigos naturais, de caráter hidrometeorológico ou hidrológico, intensificados pelos efeitos negativos das ocupações urbanas e obras de engenharia inadequadas (Tominaga; Santoro; Amaral, 2015).

Várias pesquisas têm sido desenvolvidas tendo como objetivo a análise de áreas sujeitas a eventos de enchentes e inundações, à exemplo: Zanandrea; Michel; Espinosa (2017); Santos; Ventorini (2017); Barroso *et, al.* (2017); Moraes *et, al.* (2018); Oliveira *et, al.* (2018); Rudniak; Oliveira Filho; Andrade (2019); Servidoni *et, al.* (2019); Bolson; Teixeira (2020); Felde, *et, al.* (2020); Bortolini, *et, al.* (2021); Valdati; Ferreira; Gomes (2021); Cury *et, al.* (2021); Oliveira; Barcellos; Silva (2021); Marcelino *et, al.* (2021), Ranieri *et, al.* (2022), Vieira *et, al.* (2022), Santos *et, al. (*2023), Portela *et, al.* (2023).

Destaca-se ainda, o mapeamento das áreas com ocorrência dos fenômenos supracitados já realizados em bacias hidrográficas da Ilha do Maranhão como Paciência, Bacanga, Anil, Prata, alto e médio curso do Santo Antônio (Barros *et al.* 2014; Barros, *et al.* 2016; Costa, *et al.* 2017; Costa, 2018; Silva, *et al.* 2021; Costa *et al.* 2020; Gomes, 2020; Rodrigues, 2021).

Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo analisar a ocorrência de enchentes e inundações no baixo curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, ao qual vincula-se a uma bacia periurbana[2], destacando as transformações ocorrentes sobre o ambiente ocasionadas pelo avanço da urbanização e os impactos das atividades antrópicas, além de evidenciar a relevância dos estudos relacionados a Geomorfologia Fluvial e a Antropogênica.

Este texto está estruturado inicialmente com esta breve introdução e em seguida, na seção dois têm-se os procedimentos metodológicos, e por fim, na seção três se analisa a

[2] As áreas periurbanas são áreas que se encontram numa posição de transição entre espaços estritamente rurais e áreas urbanas. As áreas periurbanas garantem, em geral, uma articulação urbano-rural de proximidade e podem eventualmente tornar-se totalmente urbanas. A maioria das áreas periurbanas localiza-se na proximidade imediata das áreas urbanas consolidadas, mas podem também corresponder a aglomerados residenciais localizados em paisagens rurais (Glossário do Desenvolvimento Territorial, 2011).

situação das áreas com enchentes e inundações no baixo curso da bacia hidrográfica do Santo António.

Materiais e Métodos

A presente pesquisa possui caráter teórico e empírico e para seu desenvolvimento foi necessária realização de levantamentos bibliográficos e leituras referentes aos temas relacionados à pesquisa.

Para o levantamento cartográfico utilizou-se a base de dados de Geomap (base primária), Silva (2012), IMESC (2017), França (2018), IBGE (2019) e Maciel (2019), que contribuíram para elaboração de demais shapes e para a produção de mapas referentes à pesquisa. Na elaboração do material cartográfico utilizou-se o *software ArcGIS for Desktop Advanced*, versao 10.2, licença EFL999703439.

A atualização da rede de drenagem da área de estudo foi realizada inicialmente em gabinete por meio do comparativo da rede de drenagem existente do ano de 1980 e a de Silva (2012) utilizada em seu trabalho de mapeamento para a Ilha do Maranhão.

Em posse das informações levantadas, a rede de drenagem de Silva (2012) foi adicionada em formato KML no Google Earth onde foi realizada a vetorização desta e de demais cursos d'água visualizados, utilizando para isso uma imagem datada de 25/09/2021.

Os trabalhos de campo ocorreram respectivamente nos dias 11/11/2021; 31/12/21; 27/03/22; 10/04/22, 01/05/22 e 30/07/2022. Foram percorridos os trechos fluviais realizando anotações, registros fotográficos e coletas das coordenadas dos canais por intermédio de GPS - *Global Positioning System*.

O intuito destes trabalhos campos foi o reconhecimento da área, observação e análise das morfologias existentes, mapeamento e análise dos canais fluviais, além da identificação das intervenções antrópicas realizadas nos canais fluviais e mapeamento das possíveis áreas com ocorrência dos fenômenos enchentes e inundações.

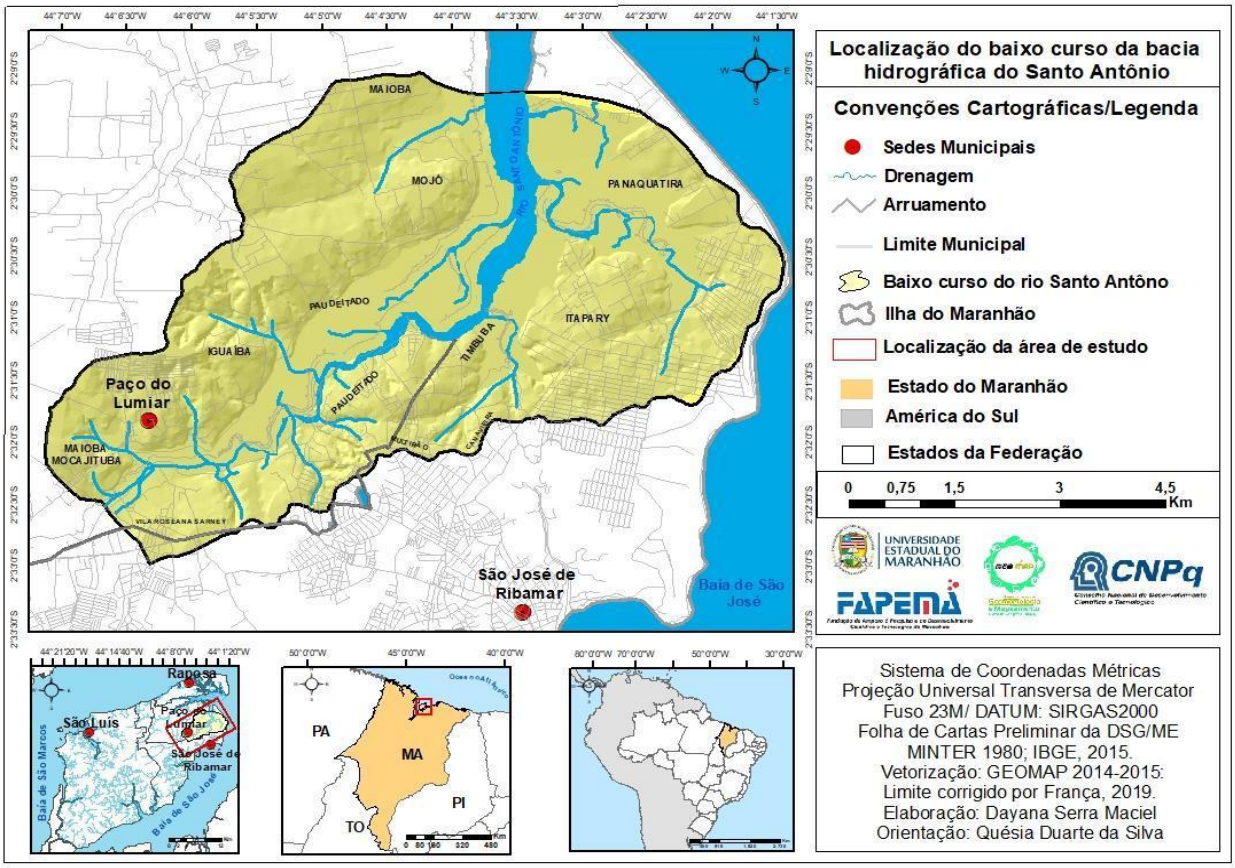
Enchentes e inundações no baixo curso bacia hidrográfica do Santo António

A bacia hidrográfica do Santo Antônio, localizada nos municípios de Paço do Lumiar e São José de Ribamar, tem seu processo de ocupação ligado principalmente ao primeiro município citado. De acordo com IBGE Cidades (2021), a população estimada para o município de São José de Ribamar é de 180.345 habitantes e Paço do Lumiar é de 125.265 pessoas.

O trabalho centra sua análise no baixo curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, com área de 44,13 Km² e situado na porção nordeste da Ilha do Maranhão com área drenada nos municípios de Paço do Lumiar e São José de Ribamar (Figura 1). Por se tratar de um

ambiente de transição entre o rural e o urbano, essa bacia hidrográfica já apresenta os reflexos do uso sem planejamento incentivado pelo desenvolvimento e crescimento populacional.

Figura 1 – Mapa de localização do baixo curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão



Fonte: Os autores (2022).

Quanto às características geoambientais, têm-se as seguintes unidades litoestatigráficas: Grupo Barreiras, Depósitos marinhos litorâneos, Depósitos de mangue e aluvionares e coluvionares, Depósitos de Mangues, Depósitos de argilas adensadas com areias, Depósitos aluvionares e coluvionares

Quanto ao relevo, a área está compartimentada em seis diferentes morfologias sendo quatro agradacionais: Apicum (Apm); Planície Fluvial (Apf); Planicie de Maré (Apm); Terraços (Atm) e duas denudacionais: Tabuleiros com topos planos (Dtp); Colinas esparsas (Dc). Há predomínio de vertentes planares retilíneas e amplitude altimétrica que varia de 5 a 55 metros, com maior representação no intervalo de 5,1 a 10 metros e declividade com predomínio da classe inferior a 2%.

Tendo em vista o processo de urbanização em curso, evidencia-se que o baixo curso do rio Santo Antônio vem enfrentando desafios decorrentes do avanço da expansão urbana e

do crescimento populacional. Essa situação tem acarretado o comprometimento de diversos trechos dos canais fluviais.

No contexto da área de estudo, as enchentes e inundações assumem um importante significado devido ao processo de urbanização em curso. O curso baixo do rio Santo Antônio, particularmente, enfrenta desafios cada vez mais acentuados em decorrência do avanço da expansão urbana e do aumento da população na região.

Enchentes e inundações são processos naturais que fazem parte da dinâmica fluvial, entretanto, devido a diversos fatores, principalmente advindos do elevado grau de urbanização, podem ocorrer impactos que geram desastres (Costa, 2018). Estes fenômenos ocorrem normalmente associados a eventos pluviométricos intensos e prolongados, nos períodos chuvosos que correspondem ao verão na região sul e sudeste, e ao inverno na região nordeste (Tominaga, 2015).

Riccomini *et al.* (2008) explicam que as inundações consistem em um dos principais e mais destrutivos fenômenos e ocorrem quando a descarga do rio se torna elevada e excede a capacidade do canal, extravasando suas margens e alagando as planícies adjacentes. Oliveira (2004) esclarece que na maioria dos casos as inundações acontecem quando o leito maior e o maior excepcional são ocupados pela população, pois a ausência de cheias por um determinado período faz com que a população ocupe as áreas rumo às margens fluviais.

Dentre os fatores que condicionam a ocorrência de enchentes e inundações podem ser citados os naturais, climáticos e geomorfológicos, de um dado local; e condicionantes relacionados às intervenções antrópicas no meio físico (Moura, et al, 2016). Sendo assim, a retirada da mata ciliar, a impermeabilização e a ocupação do leito menor e maior do canal fluvial são intervenções que agravam a situação de riscos nas planícies de inundação.

Diante disso, constata-se que o baixo curso do Santo Antônio, que atualmente se encontra em expansão e com baixa densidade populacional, não tem em si a ocorrência destes fenômenos acontecendo em grandes magnitudes e afetando a população local. Entretanto, é preciso estar atento às mudanças que ocorrerão ao longo do tempo, especialmente no contexto de uma bacia periurbana, submetida a modificações hidrogeomorfológicas decorrentes do processo de urbanização.

O aumento da expansão urbana pode trazer consigo a impermeabilização do solo, a influência de áreas de vegetação, o assoreamento dos canais fluviais e a canalização forçada dos cursos d'água, criando um cenário motivador para a ocorrência de enchentes e inundações no futuro. À medida que a população local cresce e novos empreendimentos são construídos, a demanda por infraestruturas e serviços pode levar a intervenções que alteram o funcionamento natural do sistema hidrológico, tornando-o mais vulnerável aos eventos extremos.

Sobre isso, de acordo com Damasco *et al.* (2014), os processos hidrológicos são diretamente afetados pelas variações na morfologia, podendo ser intensificados ou mitigados de acordo com os diferentes estágios de evolução da paisagem.

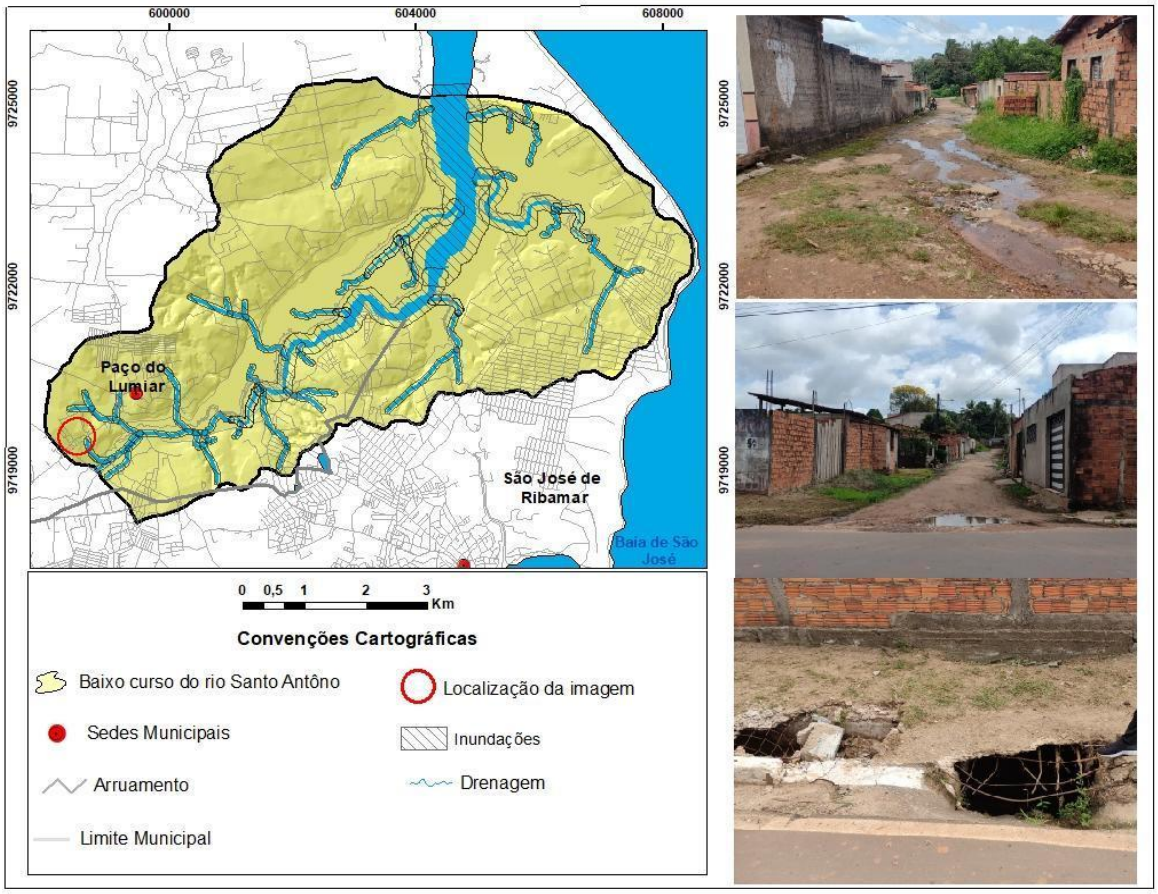
Sobre a área de estudo, levando em consideração que as áreas mais afetadas durante eventos de cheias são aquelas mais próximas dos cursos d'água, como consequência do extravasamento e tendo em vista que fazem parte da dinâmica natural dos cursos d'água, durante trabalhos de campo foi constatado que em momentos de cheias, as águas não atingem a população, estando principalmente relacionado ao fato da baixa pressão antrópica na área de estudo, configurando-se, portanto, que os efeitos são baixos ou inexistentes.

Porém pode ocorrer a potencialização destes fenômenos à medida que esta área se urbaniza devido a interferência das atividades humanas, no que diz respeito ao seu uso e ocupação, da planície de inundação e das encostas, impermeabilização do solo e aumento do escoamento superficial para dentro dos canais de drenagem assim também como algumas outras obras de engenharia efetuadas nos leitos fluviais e de maré à medida que a urbanização avançar sobre esta bacia.

Diferentemente de outras bacias da Ilha do Maranhão que em períodos mais chuvosos, fenômenos como as enchentes, inundações e os alagamentos são noticiados com mais frequência pelos meios de comunicação geralmente decorrentes da dinâmica da natureza e agravada por meio da ocupação irregular de áreas de planície fluvial, áreas de Preservação Permanente (APP) e sistema de drenagem urbana ineficiente. No baixo curso não há relatos da ocorrência frequente destes fenômenos em sua área de captação, fato confirmado por moradores da região.

Segundo relatos de moradores da região, estes atestaram para a ocorrência de inundações atingindo as residências localizadas na rua Seis da localidade Maioba Mocajituba, interligada a rua Santo Antônio acesso a sede de Paço do Lumiar (Figura 2). Em visita ao local, os moradores residentes na rua citada afirmam que atualmente não há ocorrência de nenhum fenômeno dessa magnitude atingindo a população local.

Figura 2 – Rua Seis - Maioba Mocajituba.



Fonte: Os autores (2022).

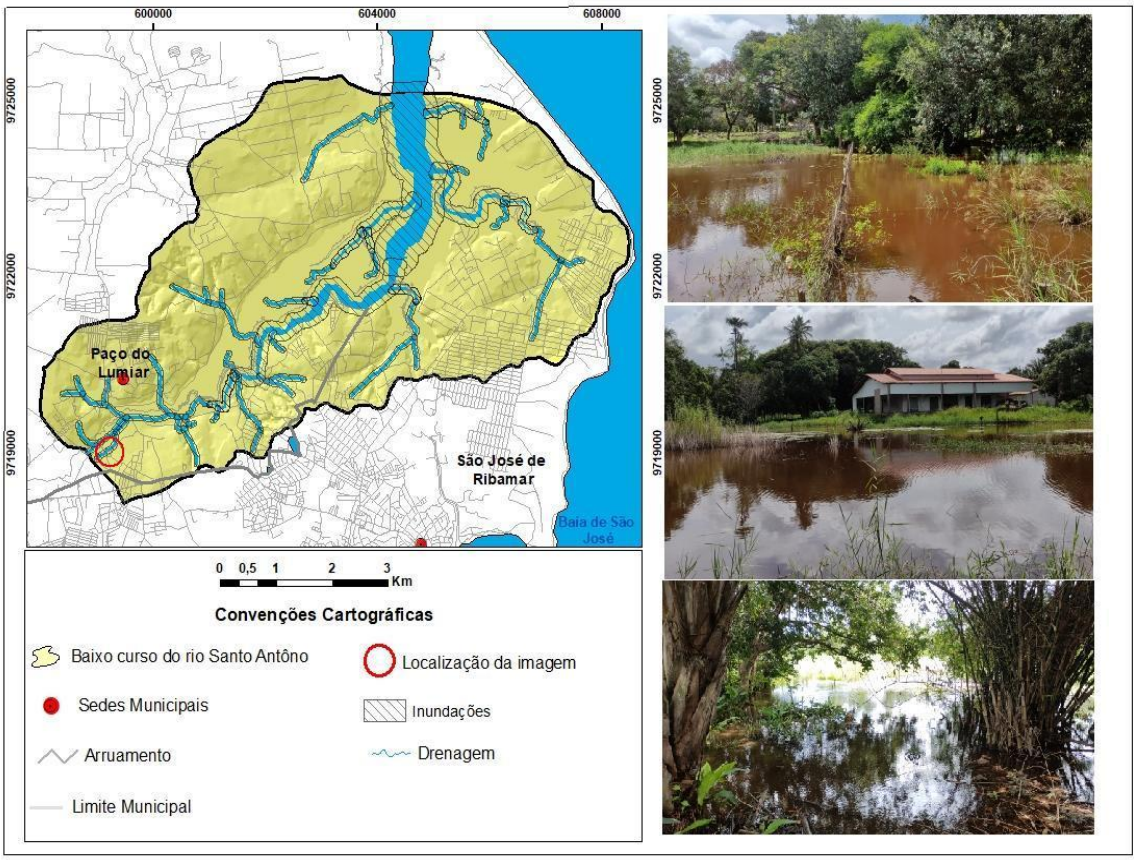
Estes alegam que no ano de 2020, em um momento de forte precipitação, a área sofreu com os impactos das inundações, ocorrido devido a uma obra de terraplanagem realizada em um terreno particular que fica às margens do canal. Durante essa obra parte do canal foi aterrado, o que durante as chuvas impediu o escoamento das águas resultando no seu extravasamento atingindo os moradores.

Ao cessar as chuvas, a prefeitura de Paço do Lumiar realizou a limpeza do canal e do bueiro e desde então os moradores não mais foram atingidos.

Ainda nesta área, alguns moradores relatam que durante as chuvas tem suas casas invadidas pela enxurrada, relacionado principalmente a topografia e por suas casas estarem abaixo do nível da rua, o que resultou na construção de batentes para impedir o acesso das águas pluviais.

Outro ponto de interesse, está situado na travessa do meio, Vila Roseana Sarney, nas proximidades do campo de futebol do Cururuca. Nesta área foi possível confirmar a elevação do nível das águas atingindo apenas os compartimentos geomorfológicos, ou seja, sem afetar diretamente a população (Figura 3).

Figura 3 – Travessa do meio - Vila Roseana Sarney.



Fonte: Os autores (2022).

A área se encontra em processo de expansão urbana. No momento do trabalho de campo (julho/2022), a avenida principal que dá acesso a este canal fluvial havia passado pelo processo de terraplanagem para posterior pavimentação.

Moradores relataram que apesar da elevação e extravasamento das águas neste canal até o momento (julho/2022) não chegaram a sofrer nenhum impacto dos fenômenos enchentes e inundações. Porém foi possível observar nesta localidade, a realização de obras para construção de residências em áreas de planície fluvial. Isso já configura como um fator condicionante para ocorrência dos fenômenos que poderá ser sentido com o passar do tempo.

Consoante a isso, nos pontos que foi possível o acesso e/ou diálogo com moradores não foi constatado a ocorrência de inundações em grandes magnitudes intensificadas pelos fatores já mencionados, apenas elevação das águas em caráter natural na bacia. Assim, não há grandes impactos, podendo ser explicado pela baixa densidade populacional da área em comparação com os demais cursos desta bacia que já se encontram densamente urbanizados.

Para Almeida e Carvalho (2010), os problemas causados por esses fenômenos estão fortemente correlacionados a uma histórica posição de arrogância por parte da sociedade

quanto à dinâmica “natural” da bacia hidrográfica, mas também de “inocência” ou de inadvertência no que concerne à ocupação das margens dos rios por populações marginalizadas da sociedade urbano-industrial.

Sabe-se que a expansão urbana da Ilha do Maranhão segue em direção aos municípios em que o baixo curso do Santo Antônio está inserido. Dessa forma, apesar de não apresentar problemas causados pela ocorrência dos fenômenos aqui estudados, por se tratar também de um fenômeno natural, estes poderão com o tempo ser agravados devido ao aumento da urbanização, que se consolida através da ocupação residencial e de novos arruamentos, fato que contribui diretamente para impermeabilização do solo, dificultando a infiltração das águas pluviais e facilitando o escoamento superficial.

Concernente aos fenômenos de enchentes e inundações aqui estudados, verificou-se durante trabalhos de campo que durante as cheias e/ou inundações, as águas não atingem a população, ou seja, não foi constatado a ocorrência dos fenômenos em grandes magnitudes intensificadas pelos fatores já mencionados, apenas elevação das águas em caráter natural na bacia, demonstrando que não há a geração de grandes impactos, podendo ser explicado pela baixa densidade populacional da área em comparação com as demais áreas desta bacia que já se encontram densamente urbanizadas.

Considerações Finais

Com dimensão areal de 44,13 Km², o baixo curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio está localizado na porção nordeste da Ilha do Maranhão, com área drenada nos municípios de Paço do Lumiar e São José de Ribamar.

Quanto às características geoambientais, a área de estudo apresenta afloramentos da Formação pós-Barreiras, predomínio de relevos tabulares dissecados (56,84%) e vertentes planares retilíneas com tendência a uma maior taxa de infiltração. Possui amplitude altimétrica que varia de 5,1 a 55 metros, com maior representação no intervalo de 5,1 a 10 metros e predomínio de 0 a 2% de declividade.

No baixo curso tem-se ambientes fluviais e fluvio-marinhos que são afetados pela morfodinâmica destas morfologias e pela ação humana. As alterações que têm ocorrido são visíveis em função das modificações observadas nas formas, na quantidade e no comprimento dos canais, reflexo da urbanização que avança sobre a bacia hidrográfica.

Essas alterações foram realizadas através de cortes e terraplanagem, instalações de pontes, tubos de concreto (manilhas), asfaltamento, retirada da cobertura vegetal, deposição de resíduos sólidos sobre os canais.

Todas essas modificações provenientes da expansão do espaço urbano realizada no baixo curso do Santo Antônio constituem como agentes deflagradores e potencializadores dos

fenômenos de enchentes e inundações, que diante de sua ocorrência podem apresentar danos irreversíveis à população.

No que concerne aos fenômenos enchentes e inundações, foi constatado que em momentos de cheias e inundações, as águas não atingem a população, estando principalmente relacionado ao fato da baixa pressão antrópica na área de estudo, configurando-se, portanto, que os efeitos são baixos ou inexistentes. Fato que não se repete em outras bacias da Ilha do Maranhão, nem no do alto e médio curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, que em períodos mais chuvosos, fenômenos como as enchentes, inundações e os alagamentos, são noticiados com mais frequência pelos meios de comunicação geralmente decorrentes da dinâmica da natureza e intensificadas pelas formas de ocupação e sistema de drenagem ineficiente.

A discussão sobre enchentes e inundações na área de estudo torna-se crucial para buscar soluções eficazes que minimizem os impactos das catástrofes naturais e que garantam a segurança e o bem-estar da população local. O envolvimento de autoridades, comunidades e especialistas é essencial para a implementação de estratégias de mitigação e adaptação ao cenário atual, buscando construir uma cidade mais resiliente e preparada para lidar com os desafios impostos pelas mudanças climáticas e pelo crescimento urbano.

Referências

ALMEIDA, L. Q.; CARVALHO, P. F. Riscos naturais e sítio urbano - inundações na bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.11, n.2, p.35-49, 2010.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Enchentes e Inundações. In: **Desastres naturais: conhecer para prevenir**. TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (org.). Instituto Geológico/Secretaria do Meio Ambiente/Governo do Estado de São Paulo, 2015.

BAPTISTA, M.; CARDOSO, A. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história... **REV. UFMG**, BELO HORIZONTE, v. 20, n. 2, p. 124-153, jul./dez. 2013.

BARROS, D.V.; GARRITO, A.C.; COSTA, C.M.; ARAÚJO, R.P.S.; SILVA, Q.D. Análise morfométrica aplicada na identificação de enchentes e inundações na bacia hidrográfica do Prata, Ilha do Maranhão. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial 4, V.10, N.1, p.99-104, 2014.

BARROS, D. V.; SILVA, Q. D.; TEIXEIRA, E. C.; COSTA, C. M.; SANTANA, R. G. Morfometria, uso e cobertura do solo como indicadores de enchentes e inundações na Bacia do Rio do Prata, Ilha do Maranhão**. Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade.** Vol. 3, N° 5, p. 217-226 - 30 set. 2016.

BARROSO, D. F. R.; SILVA, T. C. F.; RIBEIRO, D. P.; ALMEIDA, G. D. S. Inundações urbanas no Maranhão: o caso da cidade de Tuntum. **Anais...**I Encontro Nacional de Desastres. Porto Alegre/RS. Julho, 2017.

BOTELHO, R. G. M. Bacias hidrográficas urbanas. In. GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia urbana**. Rio de Janeiro. Bertrand, 2011.

BOLSON, R. T.; TEIXEIRA, A. M. Identificação e mapeamento de áreas suscetíveis a alagamentos no município de Caxias do sul. **Revista CIATEC – UPF**, vol. 12, p. 1-20, 2020.

BORTOLINI, J.; SILVA, A. C. G.; MERCANTE, E.; GOMES, B. M. Identificação do grau de perigo a enchentes e inundações com base na análise morfométrica e uso do SIG aplicados na bacia hidrográfica do rio Marrecas, Francisco Beltrão – PR. **RA'EGA**, Curitiba, PR, V.51, p. 17–40, 8/2021.

CARDOSO, A. S**. Proposta de metodologia para orientação de processos decisórios relativos a intervenções em cursos de água em áreas urbanas.** 2012. 331 p. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

COSTA, C. M.; SILVA, Q. D.; FRANÇA, D. V. B.; CONCEIÇÃO GARRITO, A. C. Mapeamento do risco real de inundações na região hidrográfica Apaco, alto curso do rio Paciência – Ilha do Maranhão. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, n. 17, p. 3807- 3817, 2017.

COSTA, C. M. **Risco de inundações no alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil**. Dissertação (Mestrado em Geografia). São Luís: UEMA, 2018.

COSTA, C. M.; FRANÇA, D. V. B.; SILVA, Q. D.; SANTANA, R. G.; TEIXEIRA, E. C. Uso e ocupação das áreas de preservação permanente e o perigo de inundações no alto curso da bacia hidrográfica do rio Anil, São Luís – Maranhão**. Rev.Geografia, Ensino e Pesquisa**. Santa Maria, v. 23, e44, 2020.

CURY, M. D.; LADWIG, N. I.; MENEGASSO, J. D.; SUTIL, T.; CONTO, D. Mapeamento de áreas suscetíveis à inundação como informação para o planejamento e a gestão territorial em bacia hidrográfica. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia-MG, v. 22, n. 83 out./2021 p. 160–175.

DAMASCO, F. S.; FURTADO, T. V.; BENTO-GONÇALVES, A. J. Risco de inundação em áreas rurais: bacia do rio Luís Alves (SC). **Geografia Ensino & Pesquisa**, vol. 18, n. 1, jan./abr. 2014.

MACIEL, D. S. **Diagnóstico das intervenções antrópicas nos canais fluviais do baixo curso da bacia hidrográfica do Santo Antônio, Ilha do Maranhão**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Estadual do Maranhão. 2022.

DGOTDU – Direção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano. Glossário do Desenvolvimento Territorial. Conferência Europeia dos Ministros responsáveis pelo Ordenamento do Território do Conselho da Europa (CEMAT). Edição digital. **Coleção Território e paisagem**, n° 2 - setembro de 2011.

FELDE, J. T.; OLIVEIRA FILHO, P. C.; SIEKLICKI, J.; TELEGINSKI, E.; HERAKI, L.; LEITE, R. S. Identificação das áreas de risco à enchente do Município de Rio Azul-PR com base no estudo da sub-bacia urbana do Rio Faxinal. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 39149-39160, 2020.

GOMES, E. C. **Situação das áreas com ocorrência de enchentes, inundações, alagamentos e enxurradas no alto curso do rio Santo Antônio, Ilha do Maranhão** (Relatório de Iniciação Cientifica) Universidade Estadual do Maranhão. São Luís, 2020.

MARCELINO, T. P.; TARGA, M. DOS S.; BALDUÍNO, A. R.; CATELANI, C. DE S. Mapeamento dos pontos de transbordamento do Riacho Capivara no trecho da Avenida JK em Imperatriz – MA. **Rev. Tec. Ciências Ambientais**, vol.5, n.2 - Taubaté, 2021.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**. 4ª ed. Fortaleza: Abes, 2011.

MOURA, N. S. V.; MORAN, E. F.; DIAS, T. S.; PARIS, G.; BORGES, F. F. Expansão urbana sobre compartimentos de relevo suscetíveis à inundação: Zona Sul do município de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, 43 (3): 299-310, set./dez. 2016.

MORAES, S. R.; ECKHARDT, R. R.; OLIVEIRA, G. G.; MENDES JUNIOR, C. W.; PEIXOTO, J. S. Áreas urbanas suscetíveis às inundações do Rio Taquari em Lajeado/RS. **Scientia cum Industria**, V. 6, N. 3, pg. 50-56, 2018.

OLIVEIRA, E. L. A**. Áreas de risco geomorfológico na bacia hidrográfica do Arroio Cadena, Santa Maria/RS: zoneamento e hierarquização.** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências - Programa de Pós-Graduação em Geografia. Porto Alegre, 2004.

OLIVERA, E. D.; OLIVERA, E. D.; CRESTANI, A.; ALMEIDA, N. A. Caracterização fisiográfica da bacia de drenagem do Córrego Jandaia, Jandaia do Sul/PR. **ACTA Geográfica,** Boa Vista, v. 5, n. 10, p. 169-183, jul./dez. 2011.

OLIVEIRA, G. G.; ECKHARDT, R. R.; HAETINGER, C.; ALVES, A. Caracterização espacial das áreas suscetíveis a inundações e enxurradas na bacia hidrográfica do rio Taquari-antas. UNESP, **Geociências**, v. 37, n. 4, p. 849 - 863, São Paulo, 2018.

OLIVEIRA, D. P.; BARCELLOS, P. C. L.; SILVA, J. C. Mapeamento de áreas suscetíveis a inundações na cidade de Duque de Caxias. **Revista Internacional de Ciências**, v. 11, n. 03, p. 298-316, set-dez, 2021.

PORTELA, B. M.; ALVES, G. B.; SILVA, S. R.; LAFAYETTE, K. P. V. Análise da vulnerabilidade à inundação na Bacia Hidrográfica do rio Sirinhaém, utilizando o Método de Análise Hierárquica. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.16, n.03 (2023) 1247-1262.

PORTO, M. F. A. & PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados,** v. 22, n. 63, p. 43-60, 2008.

SILVA, Q. D.; FRANÇA, D. V. B.; COSTA, C. M.; SANTANA, R. G.; MACIEL, D. S. Morfometria da drenagem e a ocorrência de inundações na Ilha do Maranhão. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 2, n. 2, 15 de dezembro de 2021, p. 1-22.

RANIERI, C. L. W.; SOUZA, D. J. C.; COSTA, L. A.; ROSA, P. V. C.; SILVA, C. F. L. Análise das áreas suscetíveis a enchentes e inundações pelo Rio Tocantins no município de Tucuruí-PA. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**. São Paulo, v. X. n. X. XX. 2022.

REZENDE, G. B. de M.; ARAÚJO, S. M. S. de. As cidades e as águas: ocupações urbanas nas margens de rios. **Revista de Geografia (Recife),** v. 33, n°. 2, p. 119-135, 2016.

RICCOMINI, C.; GIANNINI, P. C. F.; MANCINI, F. Rios e processos aluviais. In: TEIXEIRA, W. et al.(org.). **Decifrando a Terra**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2008.

RODRIGUES, C. A urbanização da metrópole sob a perspectiva da geomorfologia: tributo a leituras geográficas. In: CARLOS, A. F. A.; OLIVEIRA, A. U. D. **Geografias de São Paulo**: representação e crise da metrópole. São Paulo: Contexto, 2004. p. 89-114.

RUDNIAK, A.; OLIVEIRA FILHO, P. C.; ANDRADE, A. R. Aplicação de técnicas de análise espacial para mapear áreas suscetíveis a enchentes urbanas. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, n. 35. 2019.

RODRIGUES, T. S. **Situação das áreas com ocorrência de enchentes e inundações no médio curso do rio Santo Antônio, Ilha do Maranhão** (Relatório de Iniciação Cientifica) Universidade Estadual do Maranhão. São Luís, 2021.

SANDER, C.; WANKLER, F. L; EVANGELISTA, R. A. DE O.; DOS SANTOS, M. L.; FERNANDEZ, O. V. Q. Intervenções antrópicas em canais fluviais em áreas urbanizadas: rede de drenagem do igarapé Caranã, Boa Vista-RR. **Acta Geográfica**, v. 6, n. 12, 2012.

SANTOS, V. J.; PESSOA, N. M. M.; BERLANDA, A.; BECEGATO, V. A. Estudo morfométrico e de susceptibilidade à enchentes e inundações com o auxílio de geotecnologias na bacia hidrográfica do rio desquite, Otacílio Costa – SC. **GEOAMBIENTE ON-LINE - Revista Eletrônica do Curso de Geografia Graduação e Pós-Graduação**. Jataí-GO, n°46, Maio - Agos/2023.

SANTOS, T. G.; VENTORINI, S. E. Mapeamento digital das áreas propícias às enchentes e inundações na bacia do Córrego do Lenheiro em São João del-Rei – MG. **Revista PerCursos,** Florianópolis, v. 18, n.36, p. 95 – 124, jan./abr. 2017.

SANTOS, C. L. dos. **Análise da suscetibilidade a ocorrência de enchentes e inundações na bacia do rio Jaguaribe–João Pessoa/PB**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. 2016.

SERVIDONI, L. E.; MIRANDA, A. E.; MINCATO, T. R. L.; SANTOS, C. A. Avaliação de risco a enchentes e inundações por krigagem ordinária em sistemas de informação geográfica. **Caderno de Geografia**, v.29, Número Especial 1, 2019.

TOMINAGA, L. K., SANTORO, J., AMARAL, R. (Org.) **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. 3. Ed. São Paulo: Instituto Geológico. São Paulo, p.196, 2015.

TUCCI, C. E. M., PORTO, R. L. L., BARROS, M. T. **Drenagem urbana**. Porto Alegre:

Universidade Federal do Rio Grande do Sul/ABRH. Rio Grande do Sul, p.428, 1995.

THOMAZINI, L. S. **Proposta metodológica de orientação à expansão urbana sob o viés geomorfológico: o caso da bacia do córrego Pau d'alho, Bauru (SP).** (Tese de Doutorado). Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro (SP). 2018.

VALDATI, J.; FERREIRA, D. R.; GOMES, M. C. V. Determinação do perigo de inundação a partir do mapeamento geomorfológico de detalhe. **Geosul,** Florianópolis, v. 36, n. 78, p. 496-515, jan./abr. 2021.

VIEIRA, M. R. S.; VINAGRE, M. V. A.; LOBO, M. A. A.; LIMA, A. C. M.; PONTE, M. J. M. Mapeamento de áreas de risco a inundações com imagens alos palsar: estudo de caso em Belém (PA). **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 16, n. 40, jan./abr. 2022. Pp. 47-63.

ZANANDREA, F.; MICHEL, G. P.; ESPINOSA, H. R. M. Análise de frequência de volumes, durações e picos de inundações na bacia do rio Mearim-MA. **Anais**... XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Florianópolis, 2017.

Perigo de Inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão - PE

Risk of Flooding in the Jaboatão River Basin - PE

William Arthur Francelino Filardi
Instituto Federal de Pernambuco
waff@discente.ifpe.edu.br

Marcelo Ricardo Bezerra de Miranda
Instituto Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-5782-3126
marcelomiranda@recife.ifpe.edu.br

Manuella Vieira Barbosa Neto
Instituto Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-1859-6183
manuellaneto@recife.ifpe.edu.br

Resumo: Inundações são classificadas como desastre naturais. O Brasil figura entre os países mais afetados por esse fenômeno, municípios da Região Metropolitana de Recife têm sofrido com eventos de caráter hidrometeorológico. Jaboatão dos Guararapes banhado pela bacia hidrográfica do Rio Jaboatão sofre com inundações. Com o objetivo de analisar a suscetibilidade natural de perigo de inundação desta bacia, foi realizada análises de atributos como declividade do relevo, proximidade entre os canais e quantidade de canais a montante, através de álgebra de mapas processados no software Arcgis 10.5, após processamento os dados foram reclassificados em 3 classes: alto, médio e baixo perigo de inundação. Foi produzido o mapa de perigo de inundação da bacia. Constatou-se duas áreas muito significativas para ocorrência desses fenômenos. A análise apontou áreas densamente povoadas com perigo de inundação, é esperado que o estudo contribua para geração de políticas públicas que ajude essas comunidades.

Palavras-chave: Álgebra de Mapas. Desastres Naturais. Inundações

Abstract: Floods are classified as natural disasters. Brazil is among the countries most affected by this phenomenon, municipalities in the Metropolitan Region of Recife have suffered from hydrometeorological events. Jaboatão dos Guararapes, bathed by the Jaboatão River basin, suffers from flooding. In order to analyze the natural susceptibility of this basin to flooding, analyzes of attributes such as relief slope, proximity between channels and number of upstream channels were carried out, through algebra of maps processed in the Arcgis 10.5 software, after processing the data were reclassified into 3 classes: high, medium and low flood hazard. A flood hazard map of the basin was produced. Two very significant areas for the occurrence of these phenomena were found. The analysis pointed to densely populated areas at risk of flooding, it is expected that the study will contribute to the generation of public policies that help these communities.

Keywords: Algebra of Maps. Natural Disasters. Floods.

Introdução

O fenômeno de inundação resultante da dinâmica climática associada ao relevo e a ocupação urbana gera problemas de interesse geral em várias cidades brasileiras. Os impactos causados por esses eventos podem levar a perdas incalculáveis do ponto de vista econômico, social e até mesmo humano. O estudo dessas áreas tem se mostrado um importante meio para compreender os mecanismos e sistemas que os influenciam, seja por ordem natural ou antrópica, de tal forma que seja possível identificar áreas suscetíveis e

difundir os resultados compreendendo sua importância para o planejamento de cidades, condição crucial para o estabelecimento sustentável e vivência harmônica do homem com o meio.

Compreender os mecanismos que influenciam eventos como terremotos, atividades vulcânicas, tsunamis, secas e inundações são cruciais, pois, os cenários que estão sendo traçados para o futuro, estão prevendo a ocorrência de mais catástrofes, e consequente, maiores prejuízos e riscos de perdas humanas.

O município de Jaboatão dos Guararapes tem enfrentado graves eventos naturais de caráter hidrometeorológico, com chuvas cada vez mais intensas e consequente inundações. A presente pesquisa buscou analisar os aspectos morfométricos e morfodinâmicos da bacia em questão, e verificar se as condições perturbadoras que resultam em inundações têm a ver com as condições naturais dessa bacia hidrográfica. Tendo por objetivo analisar a suscetibilidade natural de perigo de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão - PE através de dados de geoprocessamento realizando uma análise via sensoriamento remoto e averiguação *in loco*.

O estudo sobre bacia hidrográfica perpassa não apenas pela análise do recurso hidrometeorológico, mas também das atividades socioeconômicas e culturais que podem se desenvolver em sua área. As pesquisas sobre elas podem ajudar a compreender e diferenciar a dinâmica natural de uma bacia, de acordo com as características que ela apresenta e o que pode ser ocasionado por intervenções antrópicas, ou até mesmo problemas de natureza geoambiental.

A demanda sobre estudos de bacias hidrográficas estabelece necessariamente contextos que norteie temas que abordem, sobretudo, a questão morfodinâmica e geoestrutural da localidade. Esses estudos além de reconhecimento das dinâmicas naturais, ele precisa considerar não apenas o presente e nem o futuro, mas analisar o passado desse local, buscando elucidar os eventos do presente.

Para Machado e Torres (2012), a bacia Hidrográfica é apontada como a unidade físico-territorial básica para uma série de intervenções, especialmente as relativas à gestão dos recursos hídricos. É inegável a convergência de inúmeras pesquisas em diversos campos do saber que definem e utilizam a bacia hidrográfica como unidade de estudo, gerenciamento, pesquisa, análise, planejamento, intervenção, gestão, desenvolvimento e manejo dos recursos.

O estudo sobre inundações quase sempre conduz a análise da dinâmica natural buscando revelar se são resultados de eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d’água, se são frequentemente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração, e se está aliada a certas características de bacias. Segundo Tominaga *et al.*

(2009) podemos encontrar diversos conceitos envolvendo problemas geoambientais derivados de fenômenos de caráter hidrometeorológico ou hidrológico, ou seja, aqueles de natureza atmosférica, hidrológica ou oceanográfica, podendo resultar na categorização de processos designados como: inundação e enchente.

De acordo com Castro (2003); Tucci (2005) e Tominaga *et al*. (2009) o evento de inundação é caracterizado pelo transbordamento das águas de um curso d'água atingindo a planície de inundação ou área de várzea. E as enchentes seriam definidas pela elevação do nível d'água no canal de drenagem devido ao aumento da vazão, atingindo a cota máxima do canal, porém, sem extravasar.

Segundo Porto (2006), as bacias hidrográficas têm uma grande variedade de formas, que refletem o comportamento hidrológico da bacia, podendo se apresentar com formas circulares, alongadas ou ramificadas. Em uma bacia circular, por exemplo, toda a água escoada tende a alcançar a saída da bacia ao mesmo tempo, favorecendo a ocorrência de inundação. Uma bacia alongada, tendo a saída na ponta do maior eixo e, mesmo sendo a área igual à de uma bacia circular o escoamento será mais distribuído no tempo, produzindo, portanto, uma menor capacidade de inundação (CHRISTOFOLETTI, 1980).

As bacias do tipo radiais ou ramificadas são formadas por conjuntos de sub-bacias alongadas que convergem para um mesmo curso principal. Nesse caso, uma chuva uniforme em toda a bacia, origina cheias nas sub-bacias, que vão se somar, mas não simultaneamente, no curso principal. Portanto, a cheia crescerá, estacionará, e gradualmente diminuirá na medida em que for se fazendo sentir as condições das diferentes sub-bacias (CHRISTOFOLETTI, 1980).

A declividade de uma bacia constitui o mais importante parâmetro para identificar as áreas mais suscetíveis à atuação de processos erosivos e de inundações (MACHADO e TORRES, 2012). A declividade controla a velocidade que se dá o escoamento superficial, afetando assim a maior ou menor infiltração da água, oportunizando picos de inundação ou a maior suscetibilidade de erosão dos solos (CHRISTOFOLETTI, 1980).

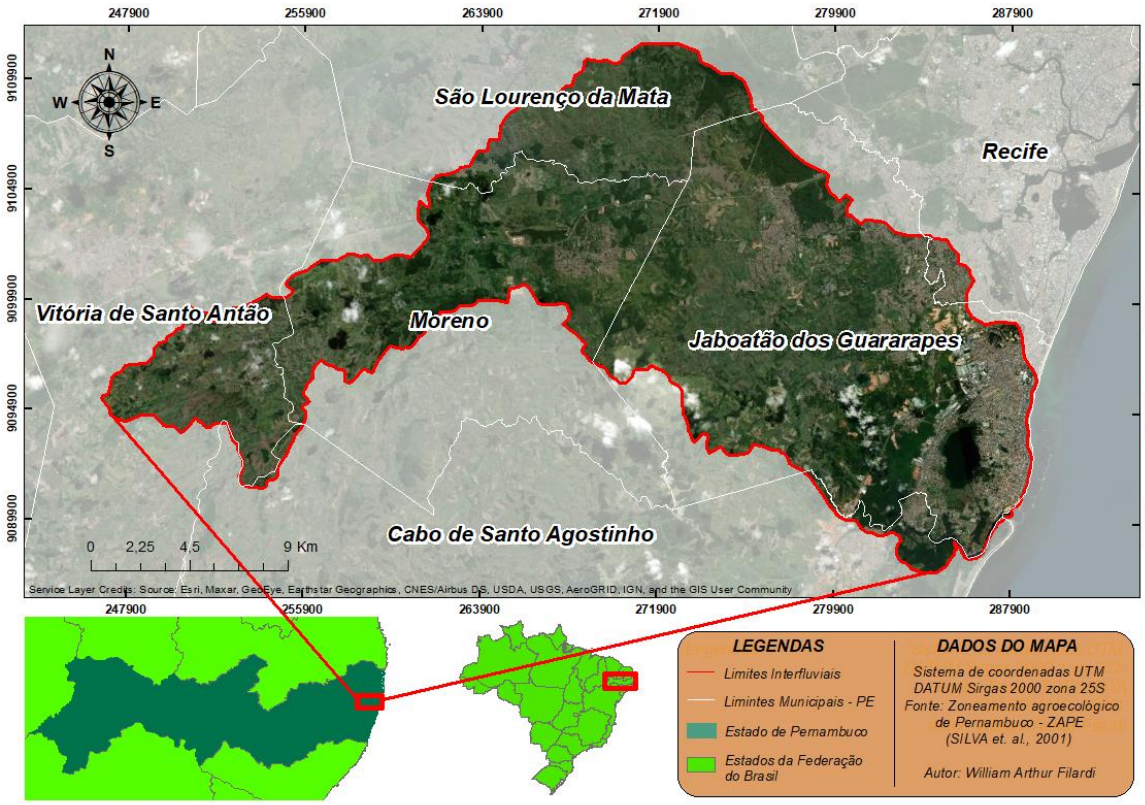
Materiais e Métodos

Localização da área de estudo

A bacia hidrográfica do Rio Jaboatão integra o grupo de bacias de pequenos rios litorâneos - GL2 no Estado de Pernambuco, localizada na Zona da Mata. Drena uma área de 422 Km² que abrange áreas dos seguintes municípios: Cabo de Santo Agostinho (27 Km²), Jaboatão dos Guararapes (225 Km²), Moreno (98 Km²), Recife (4 Km²), São Lourenço da Mata (46 Km²) e Vitória de Santo Antão (42 Km²) (CPRH, 2016).

Nesta área ocorre inúmeros fatores que influenciam o clima. Os fenômenos atmosféricos que se destaca de maneira sazonal são o El Niño, La Niña e o Dipolo do Atlântico Sul; e os sistemas atmosféricos que se manifestam em curto período e espaço de tempo, têm como os mais representativos: a ZCIT (zona de convergência intertropical), DOLs (distúrbios ondulatórios de Leste) e VCANs (vórtices ciclônicos de altos níveis).

Figura 01. Localização da Bacia Hidrográfica do rio Jaboatão – PE



Fonte: Filardi (2020)

Para analisar o perigo de inundação da bacia hidrográfica do Rio Jaboatão, esta pesquisa, propôs uma adaptação do modelo conceitual da metodologia proposta por Alves *et al.* (2012), que representa a suscetibilidade à inundação, construído a partir de álgebra de mapas e modelagem numérica do terreno. Esse modelo após a adaptação do estudo concebido por Alves *et al*. (2012) leva em conta os seguintes parâmetros:

- Áreas com baixa declividades possuem maior probabilidade de inundação;
- Canais com maior número de contribuintes (magnitude Shreve) possuem maior potencial de inundação;
- Canais próximos possuem maior probabilidade de potencializar os efeitos de suas inundações, deste modo, áreas com maior densidade de canais por km² são suscetíveis a inundações de maiores proporções.

Para fins de uso metodológico na análise de perigo de inundação foi adotado os conceitos de Castro (2003) onde:

- Perigo diz respeito às condições naturais de uma área sujeita a eventos.
- Risco é definido como produto do perigo e da suscetibilidade a eventos naturais, mas envolvendo agentes socioeconômicos em vulnerabilidade.

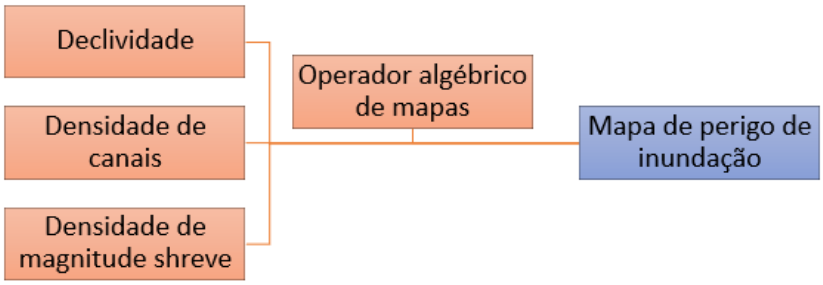
O software utilizado foi o Arcgis 10.5 com licença gentilmente cedida pelo Laboratório de Geotecnologias do IFPE. Inicialmente, foi compilada a base de dados temáticos como: Arquivo *shapefile* dos limites interfluviais da bacia, dados de elevação e declividade em imagens SRTM, estes dois últimos obtidos do projeto TOPODATA (VALERIANO, 2008). Esses dados foram recortados com base nos limites da bacia. Em seguida, a partir dos dados altimétricos da imagem SRTM com resolução espacial de 30 metros, foi extraída a rede de drenagem através do pacote de ferramentas “Hidrology” e “Conditional” do plugin “ArcToolbox” do Arcgis10.5 com valor de fluxo acumulado superior a 100 células produzindo uma malha de canais bastante densa, refletindo assim as áreas mais suscetíveis a ocorrência de fluxo canalizado (ALVES *et al*., 2012).

A partir disso foi gerado um arquivo com a magnitude (Shreve) da rede de drenagem, onde segundo Alves *et al*. (2012) a magnitude de um canal é definida pelo número de contribuintes que estão a montante. Este arquivo foi submetido a um estimador de densidade Kernel, que superestima valores de densidade quanto maior for a proximidade entre os canais, representando o fato de que o transbordamento de canais próximos pode ocupar áreas mais rápido do que canais que estejam mais distantes (SILVERMAN, 1986).

O arquivo de drenagem comum também foi submetido a um estimador de densidade linhas que, ao contrário do estimador Kernel, não superestima valores de densidade com base na proximidade entre os canais. O arquivo de declividade foi classificado em seis classes, seguindo a metodologia da Embrapa para avaliação de terras descrita em (LEMOS e SANTOS, 1996).

Seguindo a metodologia de Alves *et al*. (2012) os dois arquivos de densidade foram classificados em cinco classes. Os arquivos de densidade de drenagem e o de declividade foram reclassificados utilizando a ferramenta “Reclassify” do Arcgis 10.5. Os valores da declividade foram reclassificados em seis classes, onde o valor 6 é atribuído para a declividade mais baixa e o valor 1 para a declividade mais alta. Os valores Kernel-Shreve foram agrupados em 5 classes reclassificados da menor magnitude (1) para a maior magnitude (5). Os valores de densidade de drenagem foram agrupados em 5 classes. Onde os valores de maior densidade receberam o valor 5 e os valores de menor densidade receberam o valor 1. Eles representam o fato de que canais mais próximos possam gerar uma área de inundação com mais eficiência que canais mais distantes entre si.

Figura 02 - Fluxograma da metodologia de modelagem do perigo de inundação.



Fonte: Filardi (2020)

Os três arquivos resultantes da reclassificação foram submetidos a uma álgebra de mapas com a utilização do conjunto de ferramentas “math” do Arcgis 10.5. A partir das etapas descritas foi gerado um cenário de perigo de inundação com base nas relações entre a topografia e as características de magnitude e densidade da rede de drenagem com 3 classes constando as unidades de instabilidade até estabilidade, seguindo as classes de baixo, médio e alto perigo de inundação.

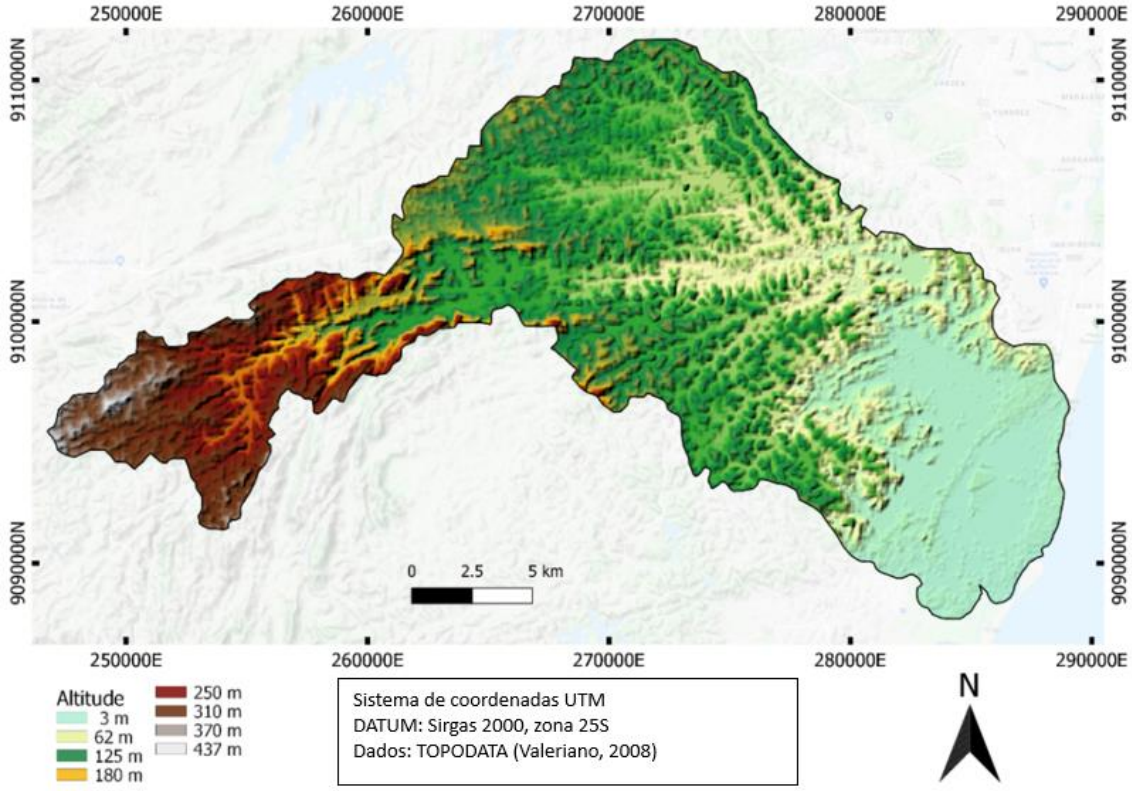
Resultados e Discussões

É importante considerar que não é tão e somente as altas pluviosidades que provocam as inundações em determinadas áreas de acordo com Miranda *et al*. (2017). É preciso considerar o argumento de Christofoletti (1980) quando afirmam que existe uma correspondência entre as características físicas de uma bacia e o regime hidrológico, pois através de relações e comparações entre esses elementos pode-se determinar, indiretamente, valores hidrológicos que apontem se a área é suscetível a perigo de inundações, por motivações morfológicas.

Análise da estrutura natural da bacia.

Para gerar o mapa de perigo de inundação foram utilizados três atributos na análise: a declividade, a rede de drenagem, e a magnitude da rede de drenagem (shreve) sendo preciso se debruçar sobre os resultados para compreender o comportamento desses elementos nos eventos de inundação. Ao compilar os dados de elevação para melhor visualização constata-se que a bacia apresenta parâmetros altimétricos que vão de 0 até 437 m de altitude (figura 3), sendo as áreas mais elevadas na porção ocidental, as altitudes médias ficam em torno dos 35 m na parte baixa e 110 m na alta, os diferentes valores de altitude expressam as formas de relevo observadas na superfície. As características morfológicas da bacia expressam um relevo de baixa altitude caracterizando formas colinosas e de planícies.

Figura 3 - Hipsometria da Bacia Hidrográfica do rio Jaboatão

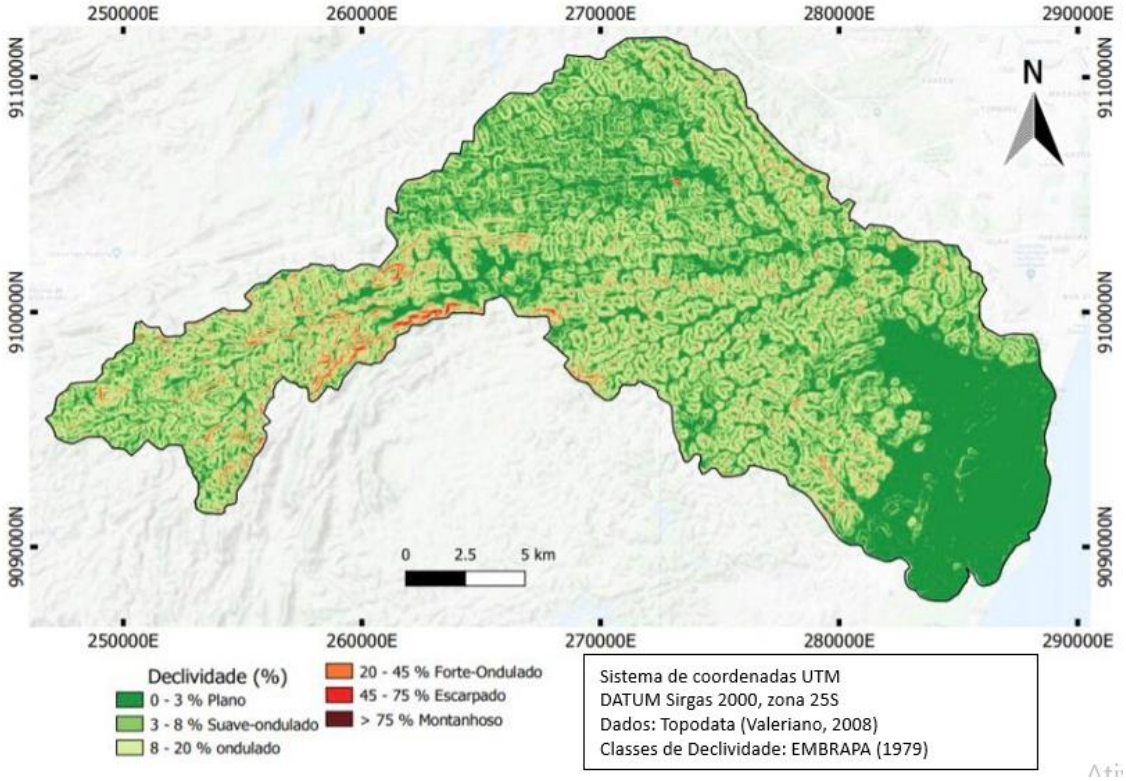


Fonte: Filardi (2020)

Segundo Porto (2006) o tempo de deslocamento do escoamento em uma bacia é um dado de extrema importância para estudos da drenagem, influenciado principalmente pela declividade sendo este o indicador das características do escoamento de uma precipitação. E considerando a afirmação de Machado e Torres (2012) de que a declividade constitui o mais importante parâmetro para identificar áreas suscetíveis a ocorrência de processos erosivos e de inundações, foi enfatizado a etapa de análise constando-se que a maior parte da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão está classificada dentro do relevo ondulado com cerca de 43,31% da área total, sucessivamente, suave ondulado ocupando 24,76%, forte ondulado com 16,78%, plano com 14,79%, Montanhoso com 0,34% e forte montanhoso com 0,02%.

Destaca-se assim, de acordo com as análises visuais e estatísticas obtidas, que a bacia tem como característica patamares ondulados no trecho ocidental e com áreas bem planas em sua porção oriental, fator esse de importância para compreender a dinâmica do fluxo da água e a influência nos pesos estabelecidos na modelagem do perigo de inundação.

Figura 4 - Declividade da Bacia Hidrográfica do rio Jaboatão – PE



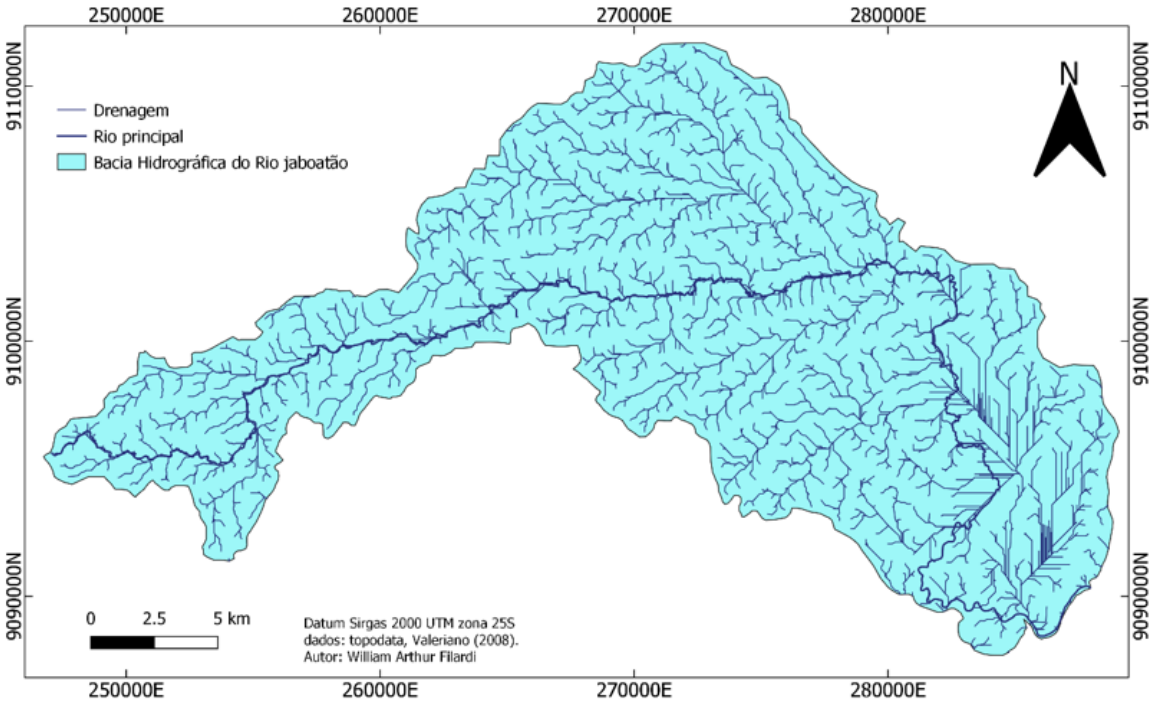
Fonte: Filardi (2020)

Ao realizar a análise da densidade de drenagem da bacia hidrográfica optou-se por considerar o estudo produzido por Silva (2018) que se debruçou na mesma área e obteve o resultado de 1,62 km^2. Segundo Christofoletti (1980), os valores de densidade de drenagem indicam o grau de desenvolvimento de um sistema fluvial, devido à relação entre a extensão de todos os canais com a área total da bacia. A partir desse argumento e considerando o valor da densidade de drenagem para esta bacia pôde-se caracterizar que a drenagem é considerada como boa ou mediana, conforme pode ser verificado na figura nº 05.

A bacia do Rio Jaboatão apresenta uma hierarquização de 5° ordem, uma vez que o Rio Jaboatão e o Rio Duas Unas configuram-se como rios de 5° ordem e a ordenação dos canais demonstra a extensão da ramificação na bacia, esse processo contribui na classificação da mesma, como também para associar-se ao processo de modificação do relevo (SILVA, 2018).

Importante ponderar esses dados com a afirmativa de Christofoletti (1980), quanto maiores os percentuais de canais de primeira ordem, maior também será a dissecação do relevo. Pôde-se analisar por meio deste, que a bacia apresenta em sua maioria canais de primeira e segunda ordem, sobretudo nas áreas de alto e médio curso, principalmente por ser um ambiente colinoso, configurando-se em áreas de cabeceiras de drenagem, o que contribui também no maior processo erosivo nestes ambientes.

Figura 05 - Drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão – PE

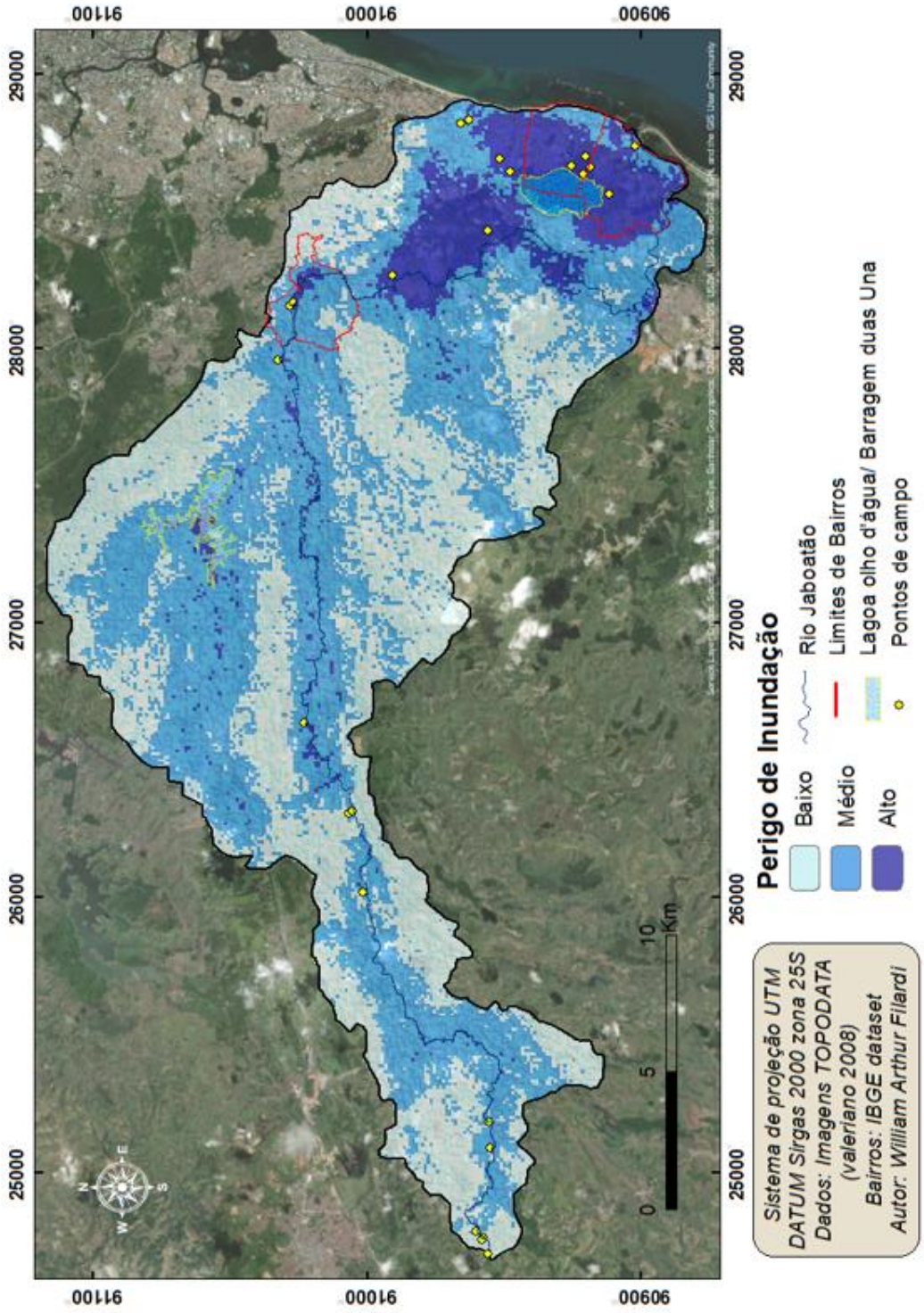


Fonte: Filardi (2020)

Análise do perigo de inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão

A elaboração do mapeamento de estimativa de perigo a inundação se deu após a extração de todos os dados necessários, declividade, densidade de drenagem (arquivo comum de linhas) e densidade de magnitude Shreve (drenagem com valores de ordenação), é possível visualizar a distribuição espacial destes, gerando um mapa (figura 06) com três unidades que vão de níveis de estabilidade até a instabilidade em classes de baixo, médio e alto perigo de inundação.

Figura 06 – Perigo de Inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão – PE



Fonte: Filardi (2020)

Verificou-se a predominância de ocorrência da classe de alto perigo de inundação de maior expressão no baixo curso da bacia. É importante destacar no médio curso a existência do represamento do Rio Duas Unas (Barragem Duas Unas) o que explica a ocorrência de alguns valores de alto perigo nesse trecho da bacia ainda que localizado mais à montante.

As áreas destacadas como alto perigo responderam coerentemente com as áreas suscetíveis a inundação de acordo com as constantes chamadas e notificações de alagamentos ou inundações na bacia, além de abranger as áreas de imóveis cadastrados em áreas inundáveis na prefeitura de Jaboatão dos Guararapes analisadas por França *et al.* (2016), que analisou os bairros de Barra de Jangada, Guararapes e Marcos Freire.

Foram plotados alguns pontos visitados em campo a título de verificação dos resultados obtidos, caracterizando a análise do geógrafo. Verificou-se pontos específicos do curso principal da bacia do Rio Jaboatão indo do alto curso até sua foz, constatando a modelagem e mudança na dinâmica da bacia como um todo, desde a sua área de domínio de morfogênese onde prevalece a erosão e arraste de material até uma área onde predomina a pedogênese, nessa área ocorre bastante deposição de sedimentos.

Constata-se que a espacialização da classe de alto perigo de inundação se dá com abrangência de 11,15% da área total, ocupando cerca de 47,06 km², a classe de Médio Perigo abrangendo 48,82% ocupando 206,04 km² sendo a de menor abrangência, na classe de Baixo perigo com 40,03% cobrindo uma área de 168,87 km².

Ao analisar o resultado do mapa de Perigo de Inundação optou-se pela escolha dos pontos onde foi verificada maior relevância e apresenta maior abrangência para o perigo de inundação sendo três áreas distintas nas quais se localizam os bairros de Socorro, Santana, Dois Carneiros, depois nos bairros de Marcos Freire, Muribeca, e, finalmente, nos bairros de Barra de Jangada e Candeias. Constatou-se, nestes trechos da bacia, alguns fatores naturais que influenciam na dinâmica da drenagem do Rio Jaboatão, devido, sobretudo, as características de declividade, trechos meandrante e adensamento de canais, reforçando os argumentos da metodologia como parâmetro de análise sobre os eventos de inundações sinalizados no mapa.

Ao visitar os bairros de Socorro e Dois Carneiros, com o objetivo de investigar os resultados obtidos no mapa de perigo de inundação, moradores relatam ser cada vez mais frequente a ocorrência de inundação. É possível compreender esse fato, pois neste trecho, o rio apresenta meandros figura n° 07 e 08 revelando uma diminuição da declividade longitudinal, condição em que numa situação de maior fluxo acumulado, o rio sofre uma redução na velocidade do escoamento da água gerando a suscetibilidade natural à inundação diagnosticado no mapa figura nº 11.

Figuras 07 e 08 – Meandro em trecho do rio Jaboatão no bairro de Socorro

Fonte: o autor, 2010.

Fonte: o autor, 2010.

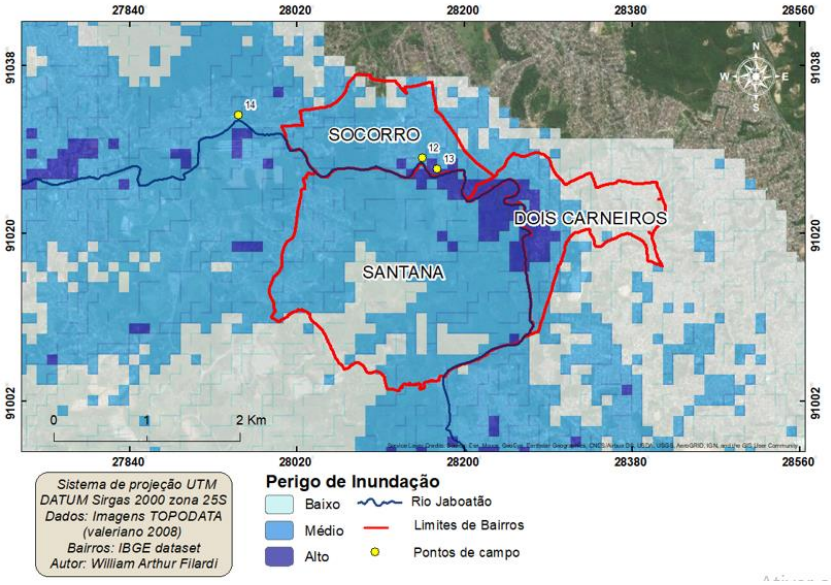
Visando constatar a suscetibilidade de ocorrência de inundação nas localidades apontadas no mapa, a visita *in loco* foi bastante elucidativa, pois além do rio apresentar meandro, as construções das casas próximas do Rio Jaboatão foram adaptadas sob pilastras, e conforme relato dos residentes, era a única maneira de conviver com as constantes inundações. Também foi verificada a ocorrência de inúmeros canais nas margens do rio, conforme as figuras 09 e 10. Reforçando a metodologia que trata da quantidade e proximidade de canais como fator de influência de inundação.

Figuras 09 e 10 – Canais paralelos ao rio Jaboatão no bairro de Socorro

Fonte: o autor, 2010.

Fonte: o autor, 2010.

Figura 11 – Alto Perigo de Inundação entre os bairros de Socorro, Santana e Dois Carneiros



Fonte: Filardi (2020)

A segunda área de interesse para verificação dos resultados apontados no mapa de perigo de inundação foram as localidades que abrange os bairros de Marcos Freire e Muribeca (figura 8), a visita *in loco* trouxe informações sobre a topografia, uma vez que a altitude nesse trecho varia entre 3m a 60m, e a parte sinalizada como área de perigo de inundação caracterizada na parte está na mais plana.

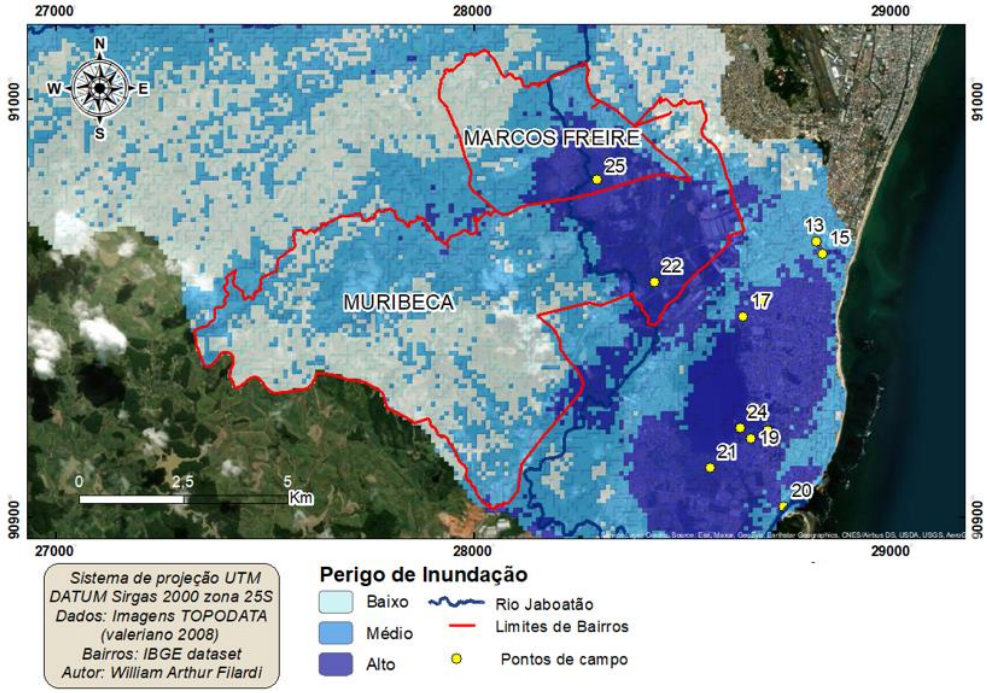
Figuras 12 e 13 – Trecho do rio Jaboatão em área plana no bairro de Marcos Freire

Fonte: Autor, 2020.

Fonte:autor 2020

Ainda sobre a análise *in loco* dos pontos destacados nos bairros de Marcos Freire e Muribeca, percebe-se que o Rio Jaboatão mostra-se bastante caudaloso. Esta condição é resultado da grande contribuição de fluxo dos afluentes do rio ao longo em todo o seu curso que aumentou significativamente o volume de água se comparado com o trecho a montante.

Figura 14 – Alto perigo de inundação no bairro de Marcos freire e Muribeca



Fonte: Filardi (2020)

Visando tornar mais clara a espacialidade das classes de perigo de inundação para a área do bairro de Marcos Freire esse apresentou o resultado de 32,2% como alto perigo de inundação 43,1% para médio perigo e 24,7% com baixo perigo. Referente ao bairro da Muribeca obteve-se os seguintes resultados 18,8% como alto perigo de inundação, 44,3% médio perigo e 36,9% como baixo perigo. Embora os dados estatísticos referentes a classe de alto perigo de inundação no bairro de Muribeca apresente menor índice percentual que Marcos Freire, esse abrange uma maior área.

No baixo curso da bacia consta a maior abrangência de áreas com o alto perigo de inundação, bairros como Candeias e Barra de Jangada que são bastante habitados, apresentam mais de 80% de sua área dentro da classe de alto perigo de inundação. Esta localidade apresenta um histórico de inundações e alagamentos, onde a necessidade de ações como a construção do canal olho d'água comprovam essa necessidade, confirmando assim, a suscetibilidade de acordo com os reusltados obtidos. O bairro de Barra de Jangada detém o maior número de imóveis registrados na prefeitura de Jaboatão dos Guararapes em áreas alagáveis e inundáveis de acordo com FRANÇA *et al.* (2016).

Nesses dois bairros percebe-se a importância da análise metodológica adaptada de Alves *et al.* (2012) por ela relevar a área com grande perigo de inundação na localidade, ainda esse resultado corrobora com o que afirmou Machado e Torres (2012) de que a declividade é um dos mais importantes parâmetro para identificar áreas mais suscetíveis a atuação de processos erosivos e de inundações, e nesse caso a baixa cota altimétrica apresentada na topografia dos bairros de Candeias e Barra de Jangada confirma tudo que já foi descrito pelos

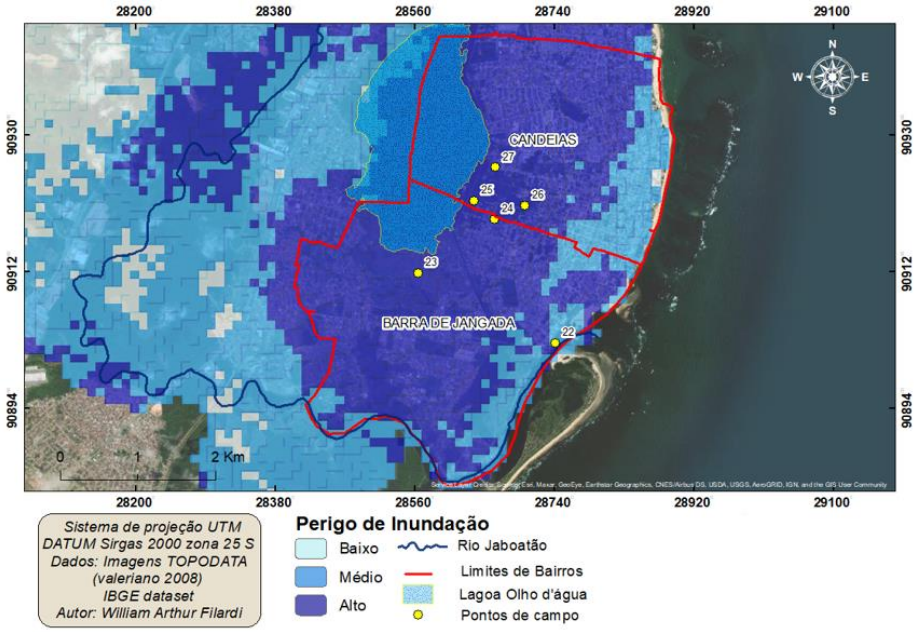
autores, uma vez que essa localidade não ultrapassa 10 metros de altitude e em alguns lugares eles apresentam altitudes próxima do nível do mar.

Figuras 15 e 16 – Trecho com canais retificados em área plana no bairro de Barra de Jangada e Piedade, ambos desaguando na Lagoa Olho D'água

Fonte: o autor (2020)

Fonte: o autor (2020)

Figura - 17 Alto Perigo de Inundação no baixo Curso da Bacia



Fonte: Filardi (2020)

A importância da apresentação desses dados estatísticos são evidenciados quando são analisados dados como de Candeias e Barra de Jangada, ao observar os resultados esses dois bairros dentro da área do baixo curso da bacia apresentam índices estatísticos alarmantes, pois para o bairro de Candeias as classes de análise entre alto, médio e baixo apresenta 81,8 % como alto perigo de inundação e 18,2% como médio perigo, não sendo registrado o baixo perigo. Referente ao bairro da Barra de Jangada obteve-se os seguintes

resultados 88,6% de área com alto perigo de inundação e 17,4% de médio perigo, como aconteceu com Candeias também não foi registrado índice para a classe de baixo perigo.

É importante ressoltar que os bairros de Barra de Jangada e Piedade não são cortados pelo Rio Jaboatão, mas encontram-se no domínio de sua bacia e apresentam muitos canais que desaguam no referido rio, além de apresentar a Lagoa Olho D'água que fica paralela ao rio. Ademais, as condições topográficas extremamente baixa e o grande adensamento de canais, revela o motivo para essa área apresentar índices tão alto de perigo de inundação na BHRJ.

Como pode ser observado nos resultados a Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão apresenta importantes trecho de perigo de inundação em sua área, com algumas delas inflingindo graves perdas para a população residente na área. Foi crucial analisar as condições naturais dessa bacia e observar que suas condições naturais apresenta suscetibilidade para os eventos de inundações.

Considerações Finais

Ao realizar a análise desse estudo foi constatado através dos resultados apresentados pelo Mapa de Perigo de Inundação da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão, que ela apresenta importantes áreas suscetíveis a inundações, sobretudo, na área do município de Jaboatão dos Guararapes. É relevante considerar que essa análise se debruça apenas sobre os aspectos de atributos naturais e, ainda assim foram reveladas áreas superiores a 80% nos bairros de Candeias e Barra de Jangada com condição favorável a inundação. Essa situação só tende a piorar quando adicionado a esses resultados, estudos sobre atributos socioeconômicos como análise do uso e ocupação do solo, urbanização etc.

Esse estudo comprova a viabilidade da análise metodológica desenvolvida por Alves *et al*. (2012) em revelar as regiões com perigo de inundação a partir do uso dos atributos de declividade, densidade e a magnitude dos canais, embora tenha sido necessário promover adaptação da proposta metodológica visando corrigir o entendimento de conceitos sobre o papel do fluxo da água na declividade.

Finalmente, é esperado que a partir da publicação desses resultados eles possam auxiliar o desenvolvimento do conhecimento comum para os membros pertencentes a essas comunidades destacadas nesse estudo, e que os gestores públicos ligados a bacia hidrográfica do Rio Jaboatão possam utilizar-se dos conhecimentos científicos produzidos para nortear ações e políticas públicas em benefício da população comumente atingida por esse problema de inundação.

Referências

ALVES, K. M. A. da S.; CAVALCANTI, L. C. de S.; NÓBREGA, R. S. Eventos Extremos e Risco de Inundação: Uma Análise do Comportamento Evolutivo dos Distúrbios Ondulatórios de Leste em Junho de 2010 sobre a Bacia do Rio Uma – Pernambuco. Revista Geonorte. Edição Especial 2, V1 – 2012.

CASTRO, A. L. C. Manual de desastres: desastres naturais. Brasília, Ministério da Integração Nacional, 2003. 174p.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia, São Paulo, SP. Editora Edgard Blucher – 1980.

CPRH, Agência Estadual de Meio Ambiente. Grupo de pequenos rios litorâneos – GL2 in: Relatório de monitoramento de qualidade de água de bacias hidrográficas do estado de Pernambuco. Diretoria de gestão territorial e recursos hídricos, governo de Pernambuco, 2016.

FRANÇA, R. C.; GIRÃO, O.; MIRANDA, M. R. B.; RAFAEL, L. M. Identificação de Áreas Inundáveis no Município de Jaboatão Dos Guararapes – Região Metropolitana Do Recife/Pe. Revista Okara. V 10. P.3-22, 2016.

LEMOS, R. C. & SANTOS, R. D. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 3.ed. Campinas, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 83p

MACHADO, P. J. de O. e TORRES, F. T. P. Introdução à Hidrogeografia. São Paulo – SP – Editora CENGAGE Learning, 2012.

MIRANDA. M. R. B; BARBOSA NETO, M. V.; MENEZES JUNIOR, E. M; GIRÃO, O. Análise do Perigo de Inundação da Bacia do Rio Tapacurá – PE. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, I Congresso Brasileiro de Geografia Física: Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. UNICAMP – Campinas –SP junho de 2017. DOI – 10.20396/sbgfa.vli2017.1781 – ISBN 978-85-85369-16-3

PORTO, R. de M. Hidráulica Básica. Escola de Engenharia de São Carlos – EESC São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo – EDUSP, 4ª Edição – 2006.

SILVA et al., Diferentes modelos digitais de elevação na caracterização física da bacia hidrográfica do Rio Nandico, MT, Brasil. Revista Scientia Plena, vol. 11, n. 05, São Paulo, 2018

SILVERMAN, B. W. Density Estimation for Statistics and Data Analysis. New York: Chapman and Hall, 1986.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J. e AMARAL, R. Desastres Naturais: conhecer para prevenir, 1ª Edição, Instituto Geológico, Governo do Estado de São Paulo, 2009.

TUCCI, C. E. M. Gestão de Inundações urbanas Ministério das cidades secretaria nacional de saneamento ambiental, Porto Alegre. 2005.

VALERIANO, M. de M. TOPODATA: guia para utilização de dados geomorfológicos locais. Ministério de Ciências e Tecnologia – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE, São José dos Campos, SP, 2008.

Estrutura DPSIR e serviços ecossistêmicos em uma nascente da Bacia Hidrográfica do Rio Trairi (RN)

DPSIR structure and ecosystem services in a spring of the Trairi River Watershed (RN)

Yuri Gomes de Souza
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-4198-0004
yurigomes.s28@gmail.com

Denise Santos Saldanha
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0003-0259-3228
denisesaldanha.lama@gmail.com

Emanoel Souza da Silva
Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN
https://orcid.org/0009-0007-3898-2547
emanoel1jpp@gmail.com

Jonas Valdevino de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0009-0000-0919-2414
jonaslima.geo@gmail.com

Diógenes Félix da Silva Costa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-4210-7805
diogenes.costa@ufrn.br

Resumo: A presente pesquisa teve como objetivo identificar a prestação de serviços ecossistêmicos e os indicadores ambientais em uma nascente da Bacia Hidrográfica do Rio Trairi (RN). Para a avaliação das características ambientais e da prestação dos serviços ecossistêmicos na nascente, utilizou-se a *Common International Classification of Ecosystem Services* – CICES 5.1 e a matriz *DPSIR (Driver – Pressure – State – Impact – Response)*. Os resultados observados indicam a presença de duas principais tipologias de serviços na área, os de provisão e regulação e manutenção, a saber: dessedentação animal, captura de carbono, conservação da biodiversidade e nutrição inorgânica do solo. Por se tratar de uma nascente inserida em um contexto com ausência de cobertura vegetal e atuação de atividade agropecuária, acredita-se que a execução de Projetos de Recuperação de Área Degradada (PRAD) demonstra ser uma alternativa inadiável para a sustentabilidade hídrica local.

Palavras-chave: Áreas Úmidas Interiores, Recursos Naturais, Indicadores ambientais.

Abstract: The present research aimed to identify the provision of ecosystem services and environmental indicators in a spring in the Trairi River watershed (RN). To assess the environmental characteristics and the provision of ecosystem services at the source, the Common International Classification of Ecosystem Services – CICES 5.1 and the DPSIR matrix (Driver – Pressure – State – Impact – Response) were used. The observed results indicate the presence of two main typologies of services in the area, those of provision and regulation and maintenance, namely: animal watering, carbon capture, biodiversity conservation and inorganic soil nutrition. Because it is a spring inserted in a context with no vegetation cover and agricultural activity, it is believed that the execution of Degraded Area Recovery Projects (PRAD) proves to be an urgent alternative for local water sustainability.

Keywords: Inland Wetlands, Natural Resources, Environmental indicators.

Introdução

As Áreas Úmidas (AUs) continentais podem ser compreendidas pelo seu fluxo permanente ou temporário, de água doce, salina ou salgada, mas que não apresentam interferência direta ou indireta de aporte hídrico oceânico (JUNK *et al*., 2014). A ocorrência destes ecossistemas, em escala global, representa cerca de 92,8% das AUs (DAVIDSON *et al*., 2018), e a sua distribuição, em morfologias de bacias hidrográficas, acontece em áreas sob características declivosas a rebaixadas, muita das vezes sob influência das conexões entre os fluxos hídricos superficiais e subterrâneos (TINER, 2009).

Embora esses ecossistemas historicamente forneçam insumos vitais ao ser humano, como a água, o seu uso insustentável ao longo dos séculos tem desencadeado preocupações a respeito do funcionamento, especialmente porque, dados recentes, têm indicado o desaparecimento de muitas das suas áreas, em virtude das ações antrópicas degradantes e das mudanças de ordem climática (DE GRAAF *et al*., 2019; XI *et al*., 2020).

Assim, as nascentes, por se caracterizarem como um afloramento de água alimentado por recursos subterrâneos originários de aquíferos fraturados ou porosos, possuem condições hidrogeológicas e ecológicas essenciais à produtividade das redes fluviais iniciais (rios, riachos) (GLAZIER, 2009). Apesar desses ambientes terem assumido um protagonismo no equilíbrio do ciclo hidrológico, na manutenção da biodiversidade local e no sustento de muitas comunidades rurais e urbanas, o risco de comprometimento das suas funções ecológicas nas últimas décadas tem aumentado pelo uso e manejo inadequado de suas áreas: desmatamento, agropecuária e urbanização (CANTONATI *et al*., 2020).

Nesse contexto, a avaliação de Serviços Ecossistêmicos (SE) à luz da estrutura DPSIR (*Driver/*força motriz – *Pressure/*pressão – *State/*estado – *Impact/*impacto – *Response*/resposta) como possibilidade teórico-metodológica para a compreensão das relações de causa e efeito entre as condições dos ecossistemas e a sua capacidade de fornecer recursos naturais ao homem, tem demonstrado ser um caminho promissor para a conservação de nascentes, especialmente quanto à sua capacidade de retroalimentação hídrica contínua (BORISOVA; HODGES; STEVENS, 2014; ZHANG *et al*., 2022).

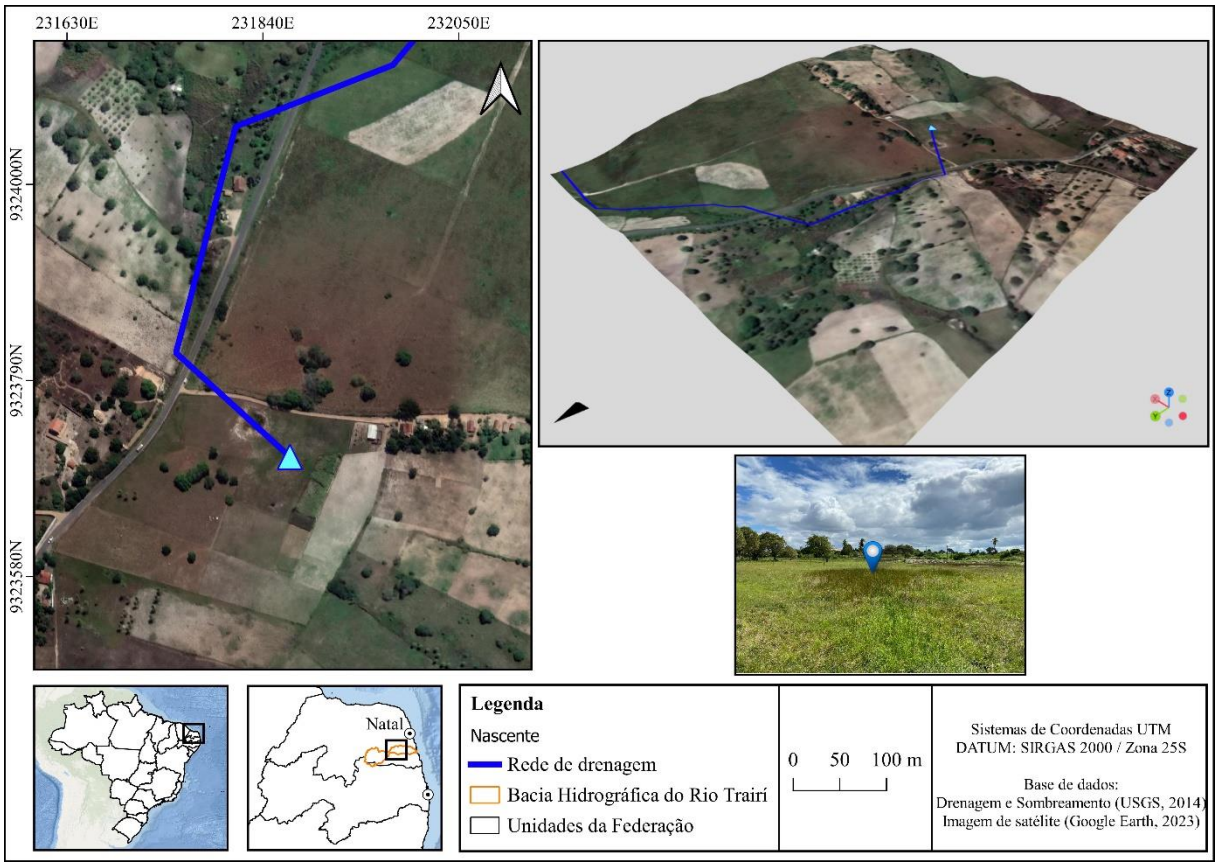
Considerando a inadiável necessidade de tornar sustentável essas Áreas de Preservação Permanentes (APP) (BRASIL, 2012), esta pesquisa tem como objetivo identificar a prestação de serviços ecossistêmicos e os indicadores ambientais em uma nascente da Bacia Hidrográfica do Rio Trairi (RN).

Metodologia

Área de estudo

A nascente da pesquisa localiza-se no sistema de drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Trairi, precisamente no município de Monte Alegre, porção oriental do estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). Em termos das outras características fisiográficas, a área de estudo, conforme a classificação de Köppen, insere-se na zona de influência climática do tipo As (tropical quente-úmido), com chuva média anual entre 700 e 1.500 mm entre os meses de maio a julho (ALVARES, 2013). Além disso, encontra-se alocada a uma altitude de 84 m acima do nível do mar, sob a formação da Depressão Sertaneja (Piemonte Oriental do Planalto da Borborema), com presença de solo do tipo Argissolo Amarelo Distrófico (PAd) (IBGE, 2022).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

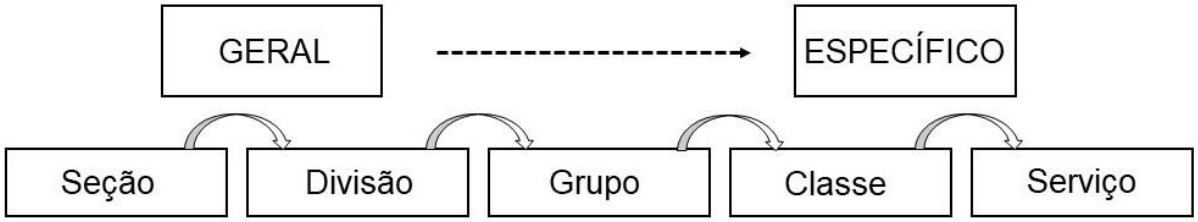
Procedimentos metodológicos

Classificação dos serviços ecossistêmicos

Para a avaliação dos Serviços Ecossistêmicos (SE), foi utilizado a base de classificação da *Common International Classification of Ecosystem Services* - CICES 5.1 (https://cices.eu/), a qual estabelece uma categorização em níveis hierárquicos – do geral (ex.

sessão) ao específico (ex. serviço) (Figura 2). Considerando as tipologias de serviços para a nascente em questão, optou-se por trabalhar apenas duas categorias principais: provisão e regulação e manutenção, uma vez que, nesta pesquisa, não se pretende realizar uma identificação dos serviços culturais (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018).

Figura 2: Estrutura hierárquica da classificação CICES.



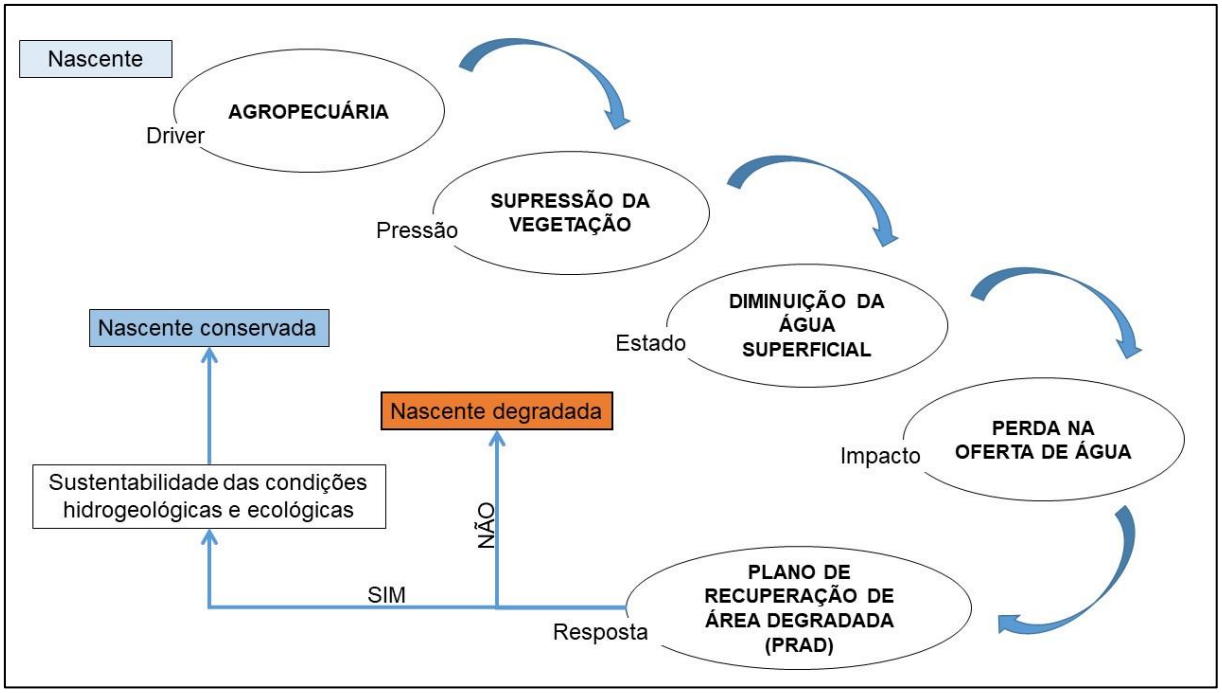
Fonte: Haines-Young e Potschin (2018).

Estrutura DPSIR (Driver – Pressure – State – Impact – Response)

A matriz DPSIR - *Driver-Pressure-State-Impact-Response* (KRISTENSEN, 2004) foi empregada com o intuito de analisar, de maneira integrada, a relação das atividades humanas com o ambiente, isto é, buscando analisar os indicadores ambientais, visualizado em campo, que influenciam a oferta de serviços ecossistêmicos na área da pesquisa.

Assim, esquematicamente, há uma cadeia de relações causais que inicia com os “Drivers/forças motrizes” (D), referentes às demandas humanas no ambiente, seguidas das “Pressões” (P), isto é, ações geradas a partir dessas demandas, que ocasionam “Estados” (E), sejam de ordem socioeconômica ou ambiental, desencadeando “Impactos” (I) nos recursos naturais. Esses impactos suscitam perdas na oferta de serviços, que, por sua vez, dependem de “Respostas” (R) para tornar sustentável o uso e cobertura na nascente e seu entorno (BURKHARD; MÜLLER, 2008). A relação entre a classificação dos serviços ecossistêmicos e a identificação dos indicadores ambientais, na área da pesquisa, pode ser exemplificada por meio da Figura 3.

Figura 3 – Relação integrada entre a matriz DPSIR e os serviços ecossistêmicos na área de estudo.



Fonte: Elaborado com base em Haines-Young e Potschin (2010) e Müller e Burkhard (2012).

Em se tratando da representação dos dados, os mesmos foram tabulados e organizados por meio de quadros e gráficos, a partir dos *softwares* Microsoft Excel e Word (Licença: Microsoft® HomeStudent2019) e a plataforma *online RAWGraphs* 2.0 (https://app.rawgraphs.io/) (MAURI *et al*., 2017).

Resultados

Foram classificados quatro serviços prestados pela área de estudo. Em termos do contexto abiótico, observou-se a ocorrência de duas seções principais. Na primeira, seção provisão, foi identificado apenas a classe “água de superfície/subterrânea como material (para fins não potáveis)”, referente ao serviço dessedentação animal. Na segunda, de “Regulação e manutenção”, aparece a classe “mediação por outros meios químicos e físicos (por exemplo, via filtração, sequestro, armazenamento ou acumulação)”, cujo serviço encontra-se representado pela captura de carbono orgânico. Quanto ao serviço biótico, esse se apresentou a partir das classes de “manutenção de população e habitats de berçário (incluindo proteção do pool genético)” e “processos de intemperismo e seus efeitos na qualidade do solo”, os quais seus serviços consistem na capacidade de conservação da biodiversidade e na nutrição inorgânica do solo, respectivamente (Quadro 1).

Quadro 1 – Classificação dos serviços ecossistêmicos na nascente.

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	SERVIÇO
Abiótico				
Provisão	Água	Água de superfície/ subterrânea usada para nutrição, materiais ou energia	Água de superfície/ subterrânea como material (para fins não potáveis)	Dessedentação animal
Regulação e Manutenção	Transformação de insumos bioquímicos ou físicos em ecossistemas	Mediação de resíduos, tóxicos e outros incômodos por processos não vivos	Mediação por outros meios químicos e físicos (por exemplo, via filtração, sequestro, armazenamento ou acumulação	Captura de carbono orgânico
Bióticos				
Regulação e Manutenção	Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Manutenção do ciclo da vida, habitat e proteção do pool genético	Manutenção de população e habitats de berçário (incluindo proteção do pool genético)	Conservação da biodiversidade
		Regulação da qualidade do solo	Processos de intemperismo e seus efeitos na qualidade do solo	Nutrição inorgânica do solo

Fonte: Elaborado com base em Haines-Young e Potschin (2018).

As ofertas de serviços ecossistêmicos estão condicionadas não apenas aos fatores ambientais da área de estudo, mas também à capacidade de retroalimentação dos seus recursos naturais, especialmente seu aporte hídrico. Nessa perspectiva, mediante a aplicação da matriz DPSIR, foi possível perceber os indicadores que ocorrem na nascente e seus efeitos diante da iminente necessidade de sua conservação.

Dessa forma, foram identificados três drives (D), três pressões (P), quatro estados (E), três impactos (I) e apenas uma resposta (R), a saber: consumo hídrico, agricultura e pecuária; redução do aporte hídrico, supressão da cobertura vegetal e perda superficial do solo; redução da umidade, diminuição da água superficial, perda da biodiversidade e modificações nas propriedades do solo; alterações das funções ecológicas, comprometimento do contexto edáfico, subtração na oferta de água; e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - PRAD, respectivamente (Quadro 2).

Quadro 2 – Descrição dos principais serviços ecossistêmicos gerados pela nascente e analisados na estratégia do DPSIR.

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PRESTADOS PELA NASCENTE (SE)
SE1 – Dessedentação animal
SE2 – Captura do carbono
SE3 – Conservação da biodiversidade
SE4 – Nutrição inorgânica do solo
DRIVES - D
D1 – Consumo hídrico
D2 – Agricultura
D3 – Pecuária
PRESSÃO - P
P1 – Redução do aporte hídrico
P2 – Supressão da cobertura vegetal
P3 – Perda superficial de solo
ESTADO - E
E1 – Redução da umidade
E2 – Diminuição da água superficial
E3 – Perda da biodiversidade
E4 – Modificações nas propriedades do solo
IMPACTO - I
I1 – Alteração das funções ecológicas
I2 – Comprometimento do contexto edáfico
I3 – Subtração na oferta de água
RESPOSTA - R
R1 – Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD

Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

A partir da interação de todos os indicadores supracitados, foi possível verificar que o consumo hídrico (D1) pode interferir na redução do aporte hídrico (P1), ocasionando redução da umidade (E1), diminuição da água superficial (E2) e perda da biodiversidade (E3),

responsável por gerar alterações das funções ecossistêmicas (I1), comprometimento do contexto edáfico (I2) e subtração na oferta de água (I3).

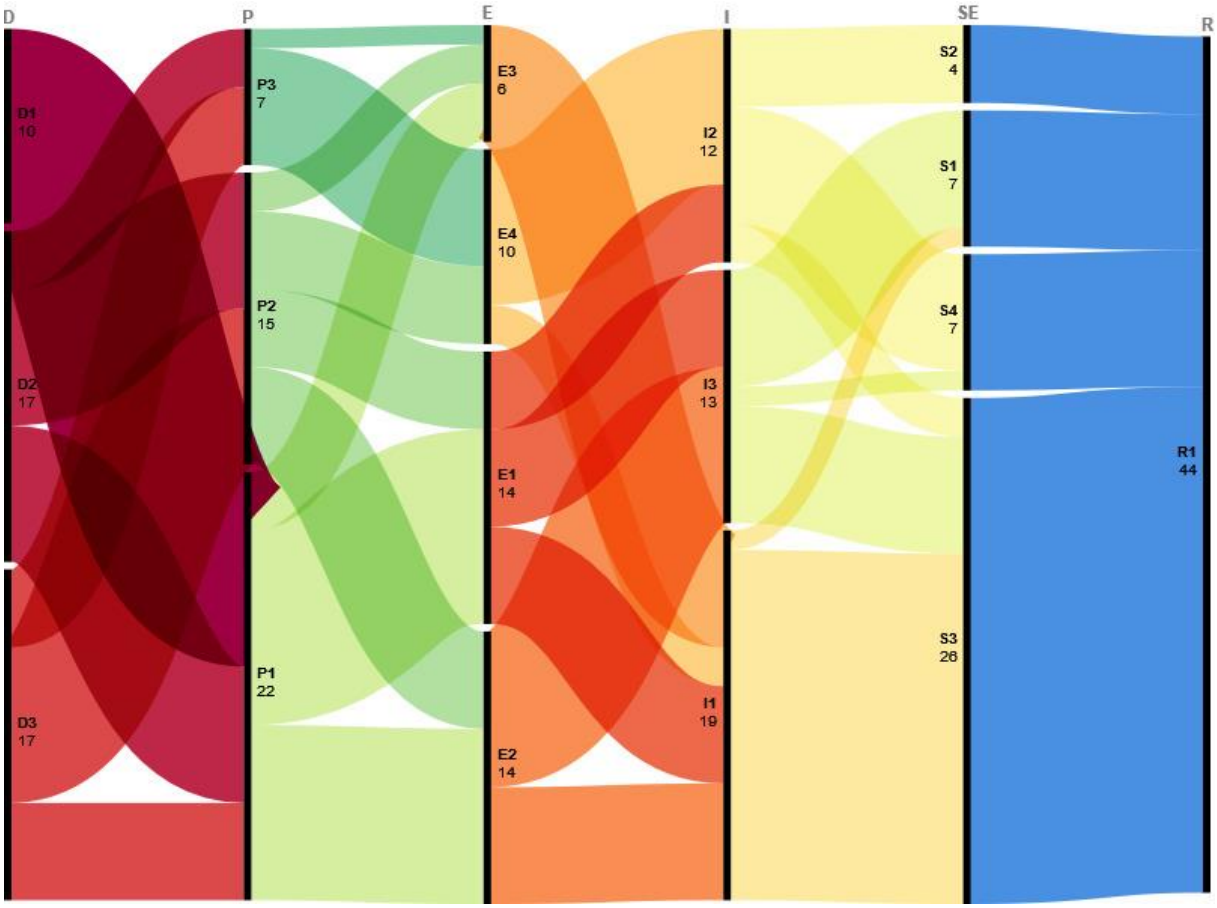
Em relação à agricultura (D2), as pressões podem ser identificadas por meio da redução no aporte hídrico (P1), na supressão da cobertura vegetal (P2) e na perda superficial de solo (P3). P1, pode influenciar a diminuição da água superficial (E2) e a perda da biodiversidade (E3), alterando as funções ecológicas (I1) e a subtração na oferta de água (I3). P2, essa pode interferir na redução da umidade (E1), na diminuição da água superficial (E2), na perda da biodiversidade (E3) e nas modificações da propriedade do solo (E4), afetando as funções ecológicas (I1), o contexto edáfico (I2) e a oferta de água (I3). P3, pode reduzir a umidade (E1), a água superficial (E2), a biodiversidade (E3) e as propriedades do solo (E4), impactando nas alterações ecológicas (I1), o contexto edáfico (I2) e a subtração da oferta de água (I3).

A pecuária (D3), por sua vez, pode ocasionar redução do aporte hídrico (P1), supressão da cobertura vegetal (P2) e perda superficial do solo (P3). P1, pode influenciar a redução da umidade (E1), a diminuição da água superficial (E2) e a perda da biodiversidade (E3), alterando as funções ecológicas (I1) e a oferta de água (I3). P2, por outro lado, pode afetar a redução da umidade (E1), a oferta da água superficial (E2), a perda da biodiversidade (E3) e as modificações das propriedades do solo (E4), gerando impactos nas funções ecológicas (I1), comprometimento do contexto edáfico (I2) e subtração na oferta de água (I3). P3, pode influenciar na perda da biodiversidade (E3) e nas modificações das propriedades do solo (E4), interferindo nas funções ecológicas (I1) e nas mudanças edáficas (I2).

Considerando a interrelação de cada um desses elementos, a matriz DPSIR permite uma avaliação integrada dos seus componentes, ao possuir, em sua categoria “resposta”, a possibilidade de sugerir medidas mitigadoras diante do impacto ocorrido. Assim, para todos os indicadores nesta nascente, foi assinalado como alternativa o Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD, visto que, por se tratar de uma diretriz sistematizada para a conservação, este pode gerenciar atividades de reflorestamento com espécies nativas, auxiliar o monitoramento da qualidade hídrica, assim como orientar momentos destinados à educação ambiental com o público local.

A Figura 4 representa a relação desses indicadores na matriz DPSIR com os serviços ecossistêmicos da área de estudo, exemplificando e maximizando os benefícios que podem ser afetados, direto ou indiretamente, com os efeitos da intervenção humana.

Figura 4 – Representação dos indicadores ambientais e os serviços ecossistêmicos na nascente.



Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

Considerações Finais

A metodologia empregada na pesquisa permitiu atingir a plena organização dos resultados. Observou-se a relevância da área de estudo na oferta de serviços ecossistêmicos, principalmente com a ocorrência das tipologias de provisão e regulação/manutenção. Considerando o contexto em que a nascente se apresenta, sobretudo pela ausência de cobertura vegetal densa e presença de atividade agropecuária, entende-se que alternativas como a execução de Projetos de Recuperação de Área Degradada (PRAD), a partir do plantio

de espécies nativas, monitoramento da qualidade da água e conscientização ambiental, aparecem como uma diretriz central e inadiável para a sustentabilidade hídrica local.

Vale ressaltar, portanto, que, embora esta pesquisa esteja embasada em uma avaliação preliminar, acredita-se que os resultados encontrados já demonstram indicativos fundamentais para contribuir com a discussão relacionada à conservação de áreas úmidas de nascentes. Além disso, admite-se que novas pesquisas ainda necessitam ser realizadas, especialmente com o intuito de tornar ainda mais robusto o prognóstico das condições destes ecossistemas. Nessa perspectiva, algumas interrogações podem ser levantadas: quais características sedimentológicas e hidrogeoquímicas são encontradas na nascente? Ocorreu regeneração de vegetação nativa? Esses e outros questionamentos podem orientar definitivamente planos de manejo locais.

Agradecimentos

O primeiro e segundo autor agradecem ao programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGE/UFRN e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (Código de Financiamento 001), a partir da concessão de bolsa de pesquisa Doutorado.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE; J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 1 dez. 2013.

BORISOVA, T.; HODGES, A. W.; STEVENS, T. J. **Economic Contributions and Ecosystem Services of Springs in the Lower Suwannee and Santa Fe River Basins of North-Central Florida**. Estados Unidos: University of Florida Food & Resource Economics Department, 29 mai. 2014.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 04 ago. 2023.

BURKHARD, B.; MÜLLER, F. Driver–Pressure–State–Impact–Response. In: JORGENSEN, S.E.; FATH, B, D. **Ecological Indicators**. Alemanha: Elsevier, 2008, p. 967-970.

CANTONATI, M.; FENSHAM, R. J.; STEVENS, L. E.; GERECKE, R.; GLAZIER, D. S.; GOLDSCHEIDER, N.; KNIGHT, R. L.; RICHARDSON, J. S.; SPRINGER, Abraham E.; TOCKNER, Klement. Urgent plea for global protection of springs. **Conservation Biology**, v. 35, n. 1, p. 378-382, 2 set. 2020.

DAVIDSON, N. C.; FLUET-CHOUINARD, E.; FINLAYSON, C. M. Global extent and distribution of wetlands: trends and issues. **Marine and Freshwater Research**, v. 69, n. 4, p. 620-627, 2018.

GLAZIER, D. S. Springs. **Encyclopedia of Inland Waters**, p. 734-755, 2009.

GRAAF, I. E. M.; GLEESON, T.; VAN BEEK, L. P. H.; SUTANUDJAJA, E. H.; BIERKENS, M. F. P. Environmental flow limits to global groundwater pumping. **Nature**, v. 574, n. 7776, p. 90-94, 2 out. 2019.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES).** Guidance on the Application of the Revised Structure. Nottingham, UK: Fabis Consulting Ltd./European Environment Agency, v. 5, n. 1, p. 1- 10, jan. 2018.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. **Ecosystem Ecology**, p. 110-139, 4 mar. 2010.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Informações Ambientais**: um novo instrumento para organização e preservação. Um novo instrumento para organização e preservação. 2022. Disponível em: https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home. Acesso em: 27 abr. 2023.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; LOURIVAL, R.; WITTMANN, F.; KANDUS, P.; LACERDA, L. D.; BOZELLI, R. L.; ESTEVES, F. A.; CUNHA, C. Nunes da; MALTCHIK, L. Brazilian wetlands: their definition, delineation, and classification for research, sustainable management, and protection. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, v. 24, n. 1, p. 5-22, 15 ago. 2013.

KRISTENSEN, P. **The DPSIR framework**. Denmark: National Environmental Research Institute, 2004.

MAURI, M.; ELLI, T.; CAVIGLIA, G.; UBOLDI, G.; AZZI, M. **RAWGraphs**: A visualisation platform to create open outputs. Proceedings of the 12th Biannual Conference on Italian SIGCHI Chapter - CHItaly ’17. 18 set. 2017, 5 p.

MÜLLER, F.; BURKHARD, B. The indicator side of ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 1, n. 1, p. 26-30, jul. 2012.

TINER, R. W. Ecology of Wetlands: classification systems. **Encyclopedia of Inland Waters**, p. 516-525, 2009.

XI, Y.; PENG, S.; CIAIS, P.; CHEN, Y. Future impacts of climate change on inland Ramsar wetlands. **Nature Climate Change**, v. 11, n. 1, p. 45-51, 2 nov. 2020.

Rios Amazônicos Maranhenses: Análise Ambiental das Áreas de Preservação Permanente da Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré

Amazônicos Maranhenses Rivers: Environmental Analysis of Permanent Preservation Areas in the Pindaré River Basin

Débora Frazão Ferreira
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0001-6890-934
ferreiradeboraa05@gmail.com

Luiz Carlos Araújo dos Santos
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0001-5713-0269
luizcarlos.uema@gmail.com

Rafael Brugnolli Medeiros
Universidade Federal da Grande Dourados
0000-0003-0419-655
rafael_bmedeiros@hotmail.com

Resumo: A exploração dos recursos naturais para atender as necessidades humanas, tornou-se cada vez mais frequente, principalmente as pressões sobre os recursos hídricos, tornando-se necessário abordar os estudos que integram as bacias hidrográficas enquanto unidades territoriais de planejamento e gestão. A partir disso, vislumbrou-se analisar as Áreas de Preservação Permanente do rio Pindaré, por integrar a bacia hidrográfica do rio Pindaré e paralelamente a Amazônia Maranhense. Os resultados obtidos, evidenciaram que a região compreende uma área de expansão agrícola bastante dinâmica e com extensas áreas desmatadas, seja para atividades econômicas ou para ocupações antrópicas. Constatou-se que a vegetação da área de estudo é em sua maior parte antropizada, apresentando vestígios de vegetação e floresta ombrófila densa. Consequentemente, as APP´S encontram-se em sua maior parte degradada. Em contrapartida, as áreas de preservação permanente que integram o limite da terra indígena, são os únicos que se ainda mantém conservado, contribuindo para o equilíbrio ambiental da região. Por fim, as informações geradas pelo referido estudo objetivam contribuir para a elaboração de medidas preventivas pelos órgãos gestores responsáveis pelo planejamento estadual e municipal, frente aos possíveis danos ambientais integrados.

Palavras-chave: Rio Pindaré; APP; Degradação.

Summary: The exploitation of natural resources to meet human needs has become increasingly frequent, especially pressure on water resources, making it necessary to address studies that integrate river basins asterritorial units for planning and management. With this in mind, the Permanent Preservation Areas of the Pindaré River were analyzed, as they are part of the Pindaré River basin and parallel to the Maranhão Amazon. The results obtained showed that the region is an area of very dynamic agricultural expansion with extensive deforested areas, whether for economic activities or for human occupation. It was found that the vegetation in the study area is mostly anthropized, with traces of vegetation and dense ombrophilous forest. Consequently, the APP's are mostly degraded. On the other hand, the permanent preservation areas that make up the boundary of the indigenous land are the only ones that are still preserved, contributing to the environmental balance of the region. Finally, the information generated by this study aims to contribute to the development of preventive measures by the management bodies responsible for state and municipal planning, in the face of possible integrated environmental damage.

Keywords: Pindaré River; APP; Degradation.

Introdução

A partir do Século XX a criação de espaços territoriais especialmente protegidos tornou- se necessária e com isso, firmou-se no Brasil e no mundo como a principal e mais amplamente disseminada estratégia de proteção da natureza (AZEVEDO, B. R. M.; PIGA, F. G.; RODRIGUES, T. C. S.; AZEVEDO, R. R, 2020). No Brasil, este instrumento foi instituído em 1981, pela Política Nacional de Meio Ambiente e, posteriormente, em 1988 pela Constituição Federal, configurando como umas das principais ferramentas para proteção da paisagem e da biodiversidade.

De acordo com o Código Florestal Lei n.º 12.651/2012, às áreas especiais de proteção ambiental classificam-se em: I) áreas de preservação permanente; II) apicuns e salgados; III) reserva legal, IV) unidades de conservação, áreas ambientais municipais e V) áreas de uso restrito.

Por área de preservação permanente – APP, ainda segundo a lei, entenda-se como "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas" (art. 3º da Lei n.º 12.651/2012), com a obrigação da lei, as áreas de preservação permanente, estabeleceu uma limitação de natureza administrativa sobre uso e gozo da propriedade. Desta forma, essas áreas tornam-se restritas para a intervenção humana, uma vez que qualquer interferência, altera o modo significativos da dinâmica sistêmica existente na natureza.

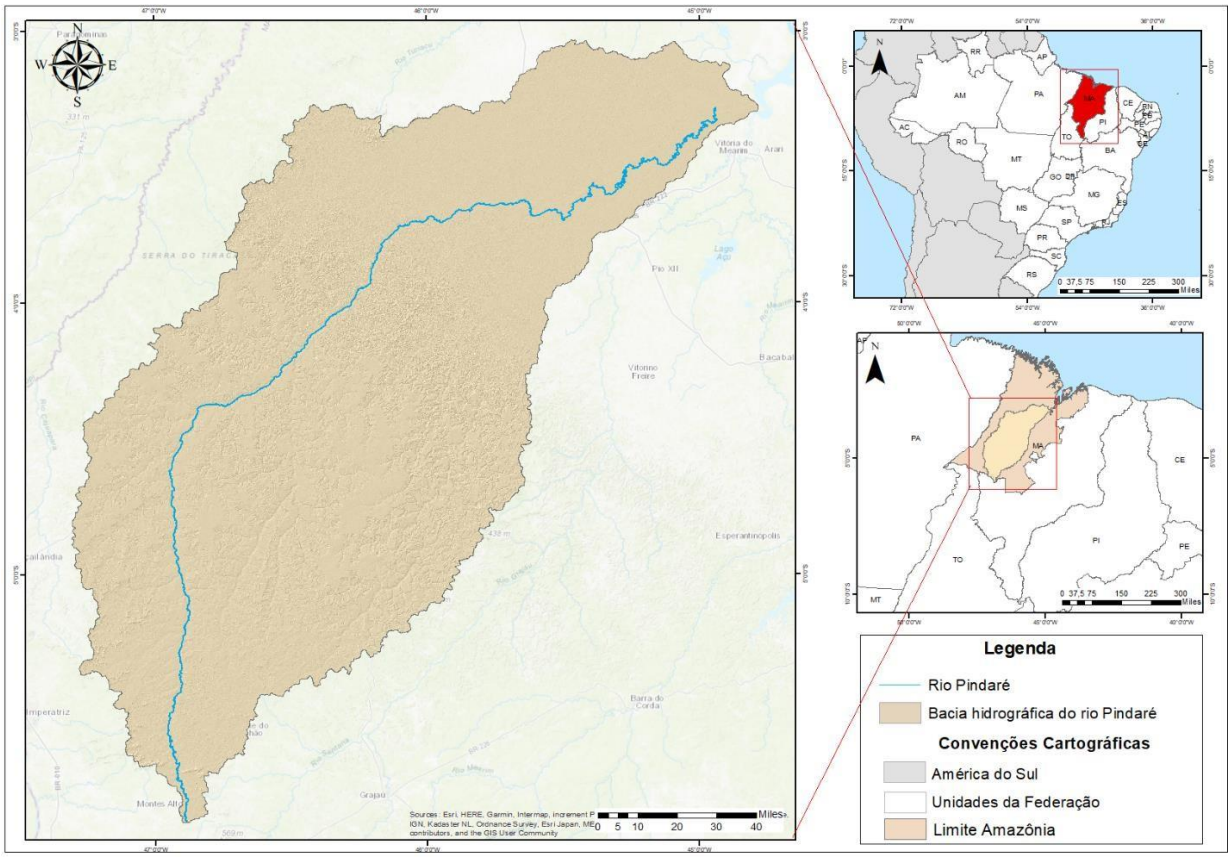
Nesse enfoque, a teoria proposta por TRICART (1977) sobre os sistemas ambientais e o equilíbrio dinâmico, torna-se fundamental para entender a configuração ambiental de uma área completamente alterada por ações antrópicas, alterando os seus padrões naturais, sendo o caso da Amazônica Maranhense. O autor menciona que o equilíbrio dinâmico depende das trocas que a natureza executa através da energia e matéria, na qual originam relações de um equilíbrio dinâmico. Todavia, através das intervenções antrópicas no ambiente, resulta na fragilidade de um ambiente, proporcionando um estado de desequilíbrio, sendo temporários e até mesmo permanentes (TRICART, 1977). Portanto, qualquer alteração nos componentes naturais, tais como, solo, relevo, vegetação, recursos hídricos e clima, provocam o rompendo no equilíbrio dinâmico.

Assim sendo, com a exploração dos recursos naturais para atender as necessidades humanas, tornou-se cada vez mais frequente, principalmente as pressões sobre os recursos hídricos. E é nessa relação que vislumbrou-se abordar o rio Pindaré, por estar localizado na porção Oeste do estado, e paralelamente integrar toda a Amazônia maranhense, um setor do Estado em que há uma inserção massiva de atividades que alteram de modo significativo a dinâmica e as inter-relações dos componentes de suas bacias hidrográficas. Pois a região

compreende uma área de expansão agrícola bastante dinâmica, sofrendo constantes supressões florestais para mais diversos usos. Abreu (2013) descreve a cobertura e seus diferentes usos na bacia do rio Pindaré, a autora afirma que a vegetação da bacia hidrográfica é em sua maior parte antropizada, em decorrência as atividades econômicas desenvolvidas na região, apresentando vestígios de vegetação e floresta ombrófila densa, como também a vegetação ciliar marginal apresenta baixos índices de conservação, uma vez que a grande parte da vegetação ciliar são suprimidas para a inserção de novas classes, podendo ocasionar uma série de impactos, alguns já sendo visíveis.

Mediante o exposto, esta pesquisa vislumbra realizar uma análise ambiental das áreas de preservação permanente, a fim de monitorar as mudanças ocorridas no padrão florestal em um dos locais mais impactados pelo avanço antrópico na região Amazônica.

Figura 1 - Localização da Bacia Hidrográfica do rio Pindaré



Elaboração: FERREIRA, 2023.

Materiais e Métodos

I) Região de estudo

O rio Pindaré localiza-se na porção Oeste do Maranhão, é componente da Bacia Hidrográfica do rio Pindaré (Figura 1), parte fazendo parte da borda oriental da Amazônia

Legal. Seu manancial apresenta cerca de 620,87 km de extensão, sendo um rio caudaloso, com alta piscosidade e navegável, importante nos aspectos social, econômico e ambiental dessa região oeste do Estado do Maranhão. Sua nascente localiza-se próximo a cidade de Montes Altos e Amarante do Maranhão, na serra do Gurupí, como também em uma área indígena chamada Krikati. Percorrendo cerca de 466,3 km até atingir a sua foz, no rio Mearim. Vale ressaltar que o rio apresenta uma grande quantidade de afluentes. Sendo eles, Buriticupu, Negro, Paragominas, Zutiua, Timbira, Água Preta e Santa Rita.

II) Mapeamentos

A base que se deu para iniciar os procedimentos vincula-se à definição da área de estudo e escala. Adotou-se uma escala de 1:100.000 até 1:1.000.000, compatível com os dados que serão levantados, bem como com a abrangência espacial das bacias hidrográficas A partir disso, avançou-se para o levantamento das primeiras informações sobre a área de estudo (informações cartográficas). Posteriormente, foi realizado a delimitação e extração da drenagem, através do Modelo Digital de Elevação – SRTM, disponível no site da NASA/Alos Parsar (resolução de 12,5 metros), e posteriormente validados nos trabalhos de campo.

As Áreas Preservação Permanente, foram mapeadas de acordo com Código Florestal de 2012, o art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I – As faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

Para tal realização, foi gerado o buffer de 100m a 30m, desenvolvidos no software Qgis 3.16.

III) Mapeamentos

Afim de validar tais informações fornecidas através do trabalho de gabinete, realizou-se o trabalho de campo para identificar a degradação nas APP´s do rio Pindaré. O trabalho consistiu na visita de 3 municípios que integram a região, sendo o município de Pindaré Mirim, Cajari e Viana.

Para realizar a identificação das APP´s, foi efetivado um sobrevoo com o auxílio do Drone DJI MAVIC 3, no intuito de realizar o registro fotográfico dos principais locais.

Resultados e Discussão

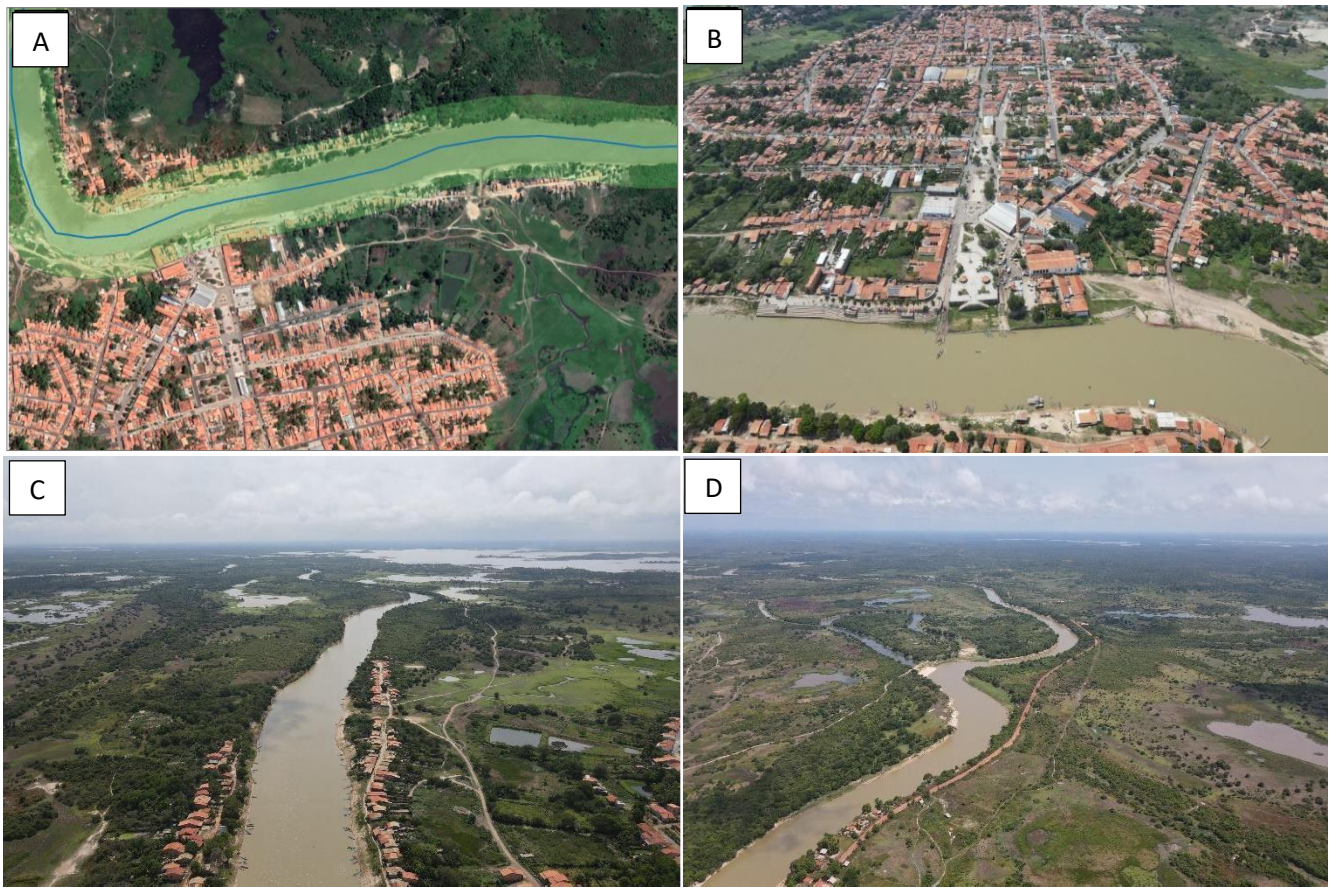
Lemos Filho et al. (2017) evidenciam que o uso dos recursos naturais é cada vez mais crescente em bacias hidrográficas, ocasionando a aceleração dos processos de degradação ambiental em diversos elementos que compõem o sistema hidrográfico. As degradações das redes de drenagem podem ocorrer em dois ambientes, sendo eles urbanos e rurais.

No ambiente urbano, as degradações costumam ocorrer majoritariamente pela poluição, ou seja, através da deposição de lixos e afluentes lançados nos canais fluviais. Cunha (2010), descreve que devido a intensidade do desmatamento, atrelado com o crescimento de áreas urbanas, isto é, sem as mínimas condições de saneamento (lixo, sedimentos e esgotos) alteram não só equilíbrio do ciclo hidrológico, mas também a qualidade da água, a biodiversidade local, a vazão do leito do rio, dentre outros, resultando assim em uma série de impactos para os canais fluviais, o mais frequente consiste no assoreamento dos canais.

Em consonância, na figura 2 utilizou-se o limite de 100m para a zona de limites da APP, levando em consideração a lei n.º 12.651/2012. A partir disso, observou-se que a APP do rio Pindaré, situada no município de Pindaré- Mirim, apresenta um alto grau de interferência antrópica, em decorrência das ocupações urbanas inseridas dentro da limitação das áreas de preservação permanente (Pontos A e B). Este fenômeno ocorre, devido ao município contar com 31.384 habitantes, sendo 72% residentes da zona urbana (IBGE, 2010). Isto posto, o desenvolvimento da cidade voltou-se para as proximidades do rio Pindaré.

Nos pontos C e D, é possível observar extensas áreas de solo exposto ao longo da paisagem, apresentando apenas alguns resquícios de vegetação ciliar e de floresta ambrófila. A partir dessa perspectiva, os impactos provenientes dessa ocupação são os mesmos destacados por Cunha (2010), tais como a deposição de lixo e lançamento de afluentes nas águas superficiais, assim como a retirada da vegetação ciliar para a construção de moradias, esse processo de destruição das margens altera significativamente a profundidade do rio, pois promove o assoreamento, dificultando a navegabilidade, favorecendo enchentes e diminuindo a piscosidade (evidenciados na figura 3).

Figura 2 - APP do rio Pindaré, no município de Pindaré- Mirim – MA.



Fonte: Google Satélite, 2021 e Registros da autora, 2022.

Figura 3 - APP do rio Pindaré, no município de Pindaré- Mirim - MA

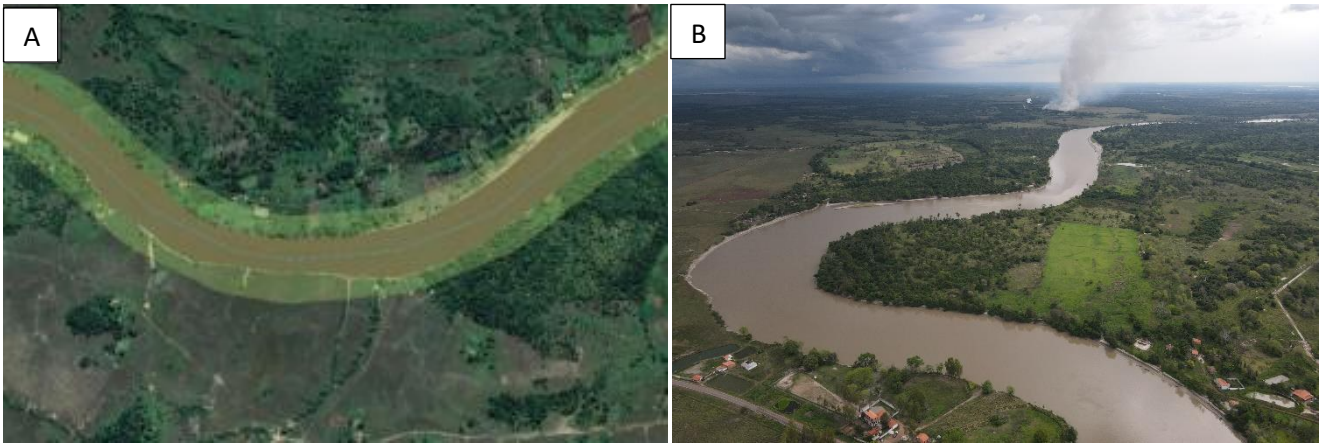
Fonte: G1 Maranhão, 2021.

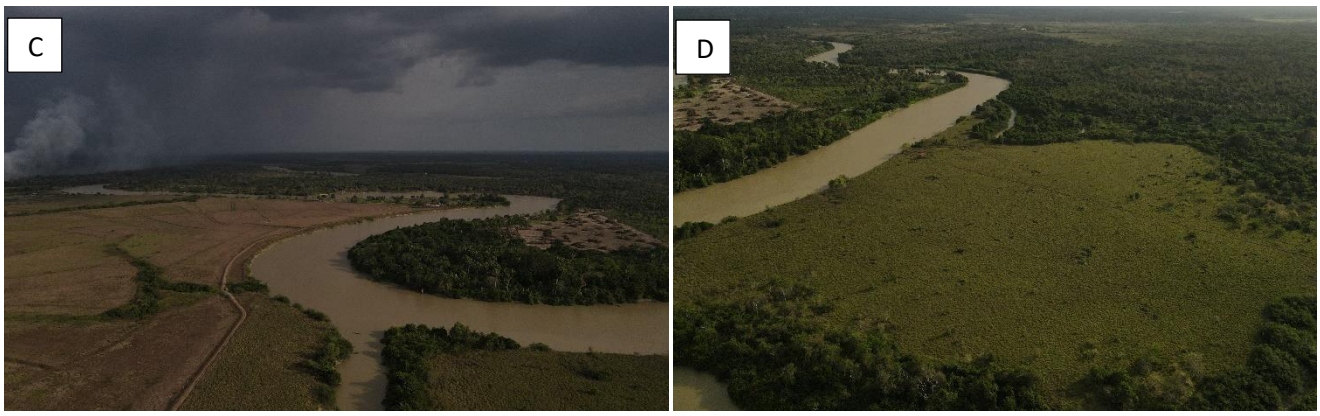
No ambiente rural, os processos de degradação costumam ocorrer, normalmente, pelas práticas agropecuárias, ou seja, através da supressão da vegetação para as atividades de plantio e pastagens, como também a excessiva deposição de agrotóxicos, atividades de mineração e a retirada ilegal de madeira. Ocasionando grandes consequências para a

manutenção do equilíbrio dinâmico, principalmente ao ciclo hidrológico, resultando na transformação dos rios perenes em intermitentes, a extinção de diversos cursos d'água e outros diversos impactos.

Considerando o exposto, é possível observar, no município de Cajari e Viana, a fragmentação da paisagem próximo ao leito do rio Pindaré (Figura 4). Nessa localidade, foram encontradas extensas áreas de solo exposto após o desmatamento concentrado na região, principalmente tratando-se das margens que integram as APP´s. Também é possível observar um foco de calor ocorrendo em tempo real (Pontos B e C). A causa do incêndio não foi identificada, porém fica evidente a relação das queimadas aliada às práticas de desmatamento ocorrendo próximo aos ao leito do rio, ocasionando cada vez mais a destruição da vegetação ciliar e consequentemente a vulnerabilidade dos canais fluviais aos processos de sedimentação, pois segundo Guerra (2010) afirma que a remoção da vegetação por agentes antrópicos, geralmente resulta na aceleração dos fenômenos erosivos, com isso, o rio torna-se cada vez mais impactado pela erosão nas margens ou de suas áreas de entorno, causando danos aos cursos d'água, os mais recorrentes são os alargamento desmoderado do leito, a formação de bancos de areia, o assoreamento e até mesmo a extinção dos próprios (CECONI, 2010) . Também é possível constatar o desenvolvimento das atividades de piscicultura dentro das app´s (Ponto B). A partir disso, nota-se a influência das atividades econômicas na região e como estas podem ocasionar impactos para os recursos hídricos, uma vez que grande parte da cobertura vegetal é suprimida e destinada para a abertura de novas formas de uso, incluindo a vegetação ciliar, que tem um papel fundamental quanto a proteção e equilíbrio ambiental de um rio.

Figura 4 - APP do rio Pindaré, no município de Cajari e Viana – MA.





Fonte: Google Satélite, 2021 e Registros da autora, 2022.

Para evidenciar tais impactos, a figura 5 mostra uma nascente de um afluente do rio Pindaré, localizada no município de Santa Luzia, completamente assoreada. A razão da ocorrência do assoreamento é devido a erosão fluvial, no qual estão sempre relacionados com a supressão e deteoriazição da mata ciliar existente, ou seja, a cobertura vegetal que protege os rios. Sem elas os impactos das águas pluviais sobre o solo tornam-se maiores, resultando nas erosões, isto é, transporte e acúmulo de sedimentos. Pois o papel da vegetação é frear o escoamento sedimentar provindo de outras regiões, fazendo com que o processo seja lento e cause menos impacto aos rios. Conforme Cunha (2007):

> Vale lembrar que a mata ciliar tem algumas funções primordiais (Lima e Zakia, 2000): função protetora (diminui a erosão das margens e os impactos, permite maior infiltração e a recarga de aquíferos), influência no manejo da água dentro da bacia hidrográfica, evita assoreamento do canal e reduz a chegada de produtos químicos, além de manter a fauna (aves e peixes) como o fornecimento de alimentos e sombra. (CUNHA, 2007, p. 228).

Desta forma, é notório os impactos provenientes do mau uso do solo dentro de BHRP, uma vez que a mesma se configura como um sistema aberto, logo toda alteração nos elementos naturais causará impactos.

Figura 5 - Nascente impactada pelo assoreamento.

Fonte: Registro da autora, 2022.

Em contrapartida, a figura 6 destaca uma área de APP notadamente preservada, apresentando um alto teor da cobertura vegetal, conforme dispõe a lei n.º 12.651/2012. Isto ocorre em devido ao rio está situado próximo à terra indígena do Caru. Por esse fator, a APP configura-se em um estado de alta cobertura florestal, sem interferências antrópicas ou áreas de solo exposto. Portanto, nota-se a importância das terras indígenas para os recursos hídricos. Tendo em vista que essas áreas garantem um equilíbrio ambiental em dos locais mais impactado pela ação antrópica na região amazônica.

Figura 6 - APP do rio Pindaré próxima a terra indígena do Caru.

Fonte: Google Satélite, 2021 e Registro da autora, 2022.

Conclusão

Portanto, diante dos pressupostos apresentados, analisando a bacia hidrográfica como um sistema aberto, constatou-se que a região possui intensas atividades antrópicas nos componentes naturais, principalmente tratando-se da supressão da vegetação para o plantio de lavouras, o que deixa os solos vulneráveis aos processos erosivos, em especial se essa supressão ocorrer nas regiões próximas às matas ciliares, ocasionando o assoreamento, desequilibrando a fauna e flora e outros diversos impactos para a região. Portanto, qualquer alteração nos componentes naturais, tais como, solo, relevo, vegetação, recursos hídricos, provocam desequilíbrios nestes sistemas ambientais.

Mediante o exposto, comprovou-se que o rio Pindaré e seus afluentes se encontram em um estado crítico de degradação, uma vez que grande parte da vegetação ciliar encontram- se suprimidas para a inserção de novas classes, bem como, o plantio de monoculturas, ocupações irregulares e focos de queimadas ocorrendo próximo ao seu leito menor, podendo ocasionar uma série de impactos, alguns já sendo visíveis, como é o caso de nascente assoreadas e problemas relacionados à qualidade das águas. Descumprindo a Lei n.º 12.651/2012 que trata da restrição de uso nas limitações das APPs. Todavia, as terras indígenas tornaram-se os únicos territórios que ainda se apresentam em um bom estado de conservação, sendo de suma importância para o equilíbrio ambiental na bacia hidrográfica, principalmente para a manutenção dos recursos hídricos.

Por fim, as informações geradas pelo referido estudo objetivam contribuir para a elaboração de medidas preventivas pelos órgãos gestores responsáveis pelo planejamento estadual e municipal, frente aos possíveis danos ambientais integrados. Ressalta-se a importância dos recursos hídricos para a região, visto que o mesmo carrega um papel primordial não só pelo ponto de vista ambiental, mas também social, uma vez que a população local necessita da pesca para a movimentação da economia. Por isso, as medidas protetoras tornam-se de suma importância para a manutenção do rio e seus afluentes.

Referências

ABREU, Beatriz Ventura. ESTUDOS HIDROLÓGICOS DA BACIA DO RIO PINDARÉMIRIM - Rio de Janeiro: UFRJ / ESCOLA POLITÉCNICA, 2013.

AZEVEDO, B. R. M.; PIGA, F. G.; RODRIGUES, T. C. S.; AZEVEDO, R. R. Análise temporal da cobertura da terra em unidade de conservação no município de São Luís, Maranhão, Brasil. Formação (Online), v. 27, n. 51, p. 209-230, 2020.

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre o novo código florestal. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2012.

Lei Nº 9.985, de 1 de Julho de 2000. Dispõe sobre o sistema nacional de unidades de conservação da natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2000.

CECONI, Denise Ester. Diagnostico e Recuperação da Mata Ciliar da Sanga Lagão do Ouro na Microbacia Hidrográfica do Vacacai – Mirim, Santa Maria-RS. 2010. 132 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo. Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2010.

CUNHA, S. B; A Questão Ambiental: Diferentes Abordagens. Rio de Janeiro, 2007.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

GUERRA, Antônio José Texeira. Início do processo erosivo. In: GUERRA, LEMOS FILHO, L. C. A; FERREIRA, L. L. N.; LYRA, D. L. Variabilidade espacial de atributos do solo indicadores de degradação ambiental em microbacia hidrográfica. Revista agro@mbiente on-line, v. 11, n. 1, p. 11-20, 2017.

TRICART, Jean. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE/SUPREN, 1977. 97 p.

Abordagem geossistêmica para recuperação de nascentes

Geosystemic approach to spring restoration

Yuri Gomes de Souza
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-4198-0004
yurigomes.s28@gmail.com

Rodrigo de Freitas Amorim
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0001-8282-6903
rodrigo.freitas@ufrn.br

Diógenes Félix da Silva Costa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-4210-7805
diogenes.costa@ufrn.br

Resumo: A presente pesquisa busca contribuir com o desenvolvimento de uma metodologia para diagnóstico e recuperação de nascentes degradadas, ancorada na abordagem geossistêmica. A identificação das nascentes pautou-se na extração de cabeceiras de drenagem, a partir de Modelo Digital de Elevação e de informações contidas no banco de dados de imóveis rurais do município de São José do Mipibu (RN). A construção do modelo para nascentes respaldou-se nos preceitos do método geossistêmico e na linguagem gráfica do diagrama Forrester. Em termos dos resultados, observou-se que as nascentes necessitam, eminentemente, não apenas de manutenção em suas APP's, mas também de propostas que visem o adensamento florestal em suas áreas de entorno, mitigando eventos erosivos e compactação do solo. A apresentação de um modelo, voltado ao diagnóstico e à recuperação de nascentes, representa um instrumento teórico fundamental para a construção de planos de manejo locais.

Palavras-chave: Áreas úmidas, Conservação ambiental, Bacia Hidrográfica.

Abstract: This research seeks to contribute to the development of a methodology for the diagnosis and recovery of degraded springs, anchored in the geosystemic approach. The identification of the springs was based on the extraction of drainage headwaters, from the Digital Elevation Model and information contained in the database of rural properties in the municipality of São José do Mipibu (RN). The construction of the model for springs was supported by the precepts of the geosystemic method and the graphic language of the Forrester diagram. In terms of the results, it was observed that the springs need, not only maintenance in their APP's, but also proposals aimed at forest density in their surrounding areas, mitigating erosion events and soil compaction. The presentation of a model, aimed at the diagnosis and recovery of springs, represents a fundamental theoretical instrument for the construction of local management plans.

Keywords: Wetlands, Environmental conservation, Watershed.

Introdução

A forma como interpretamos os elementos da paisagem e suas interações, com fluxos de matérias e energia, buscando estabelecer uma visão de totalidade, pode estruturar o pensamento sobre a ideia de recuperação e conservação do meio ambiente. Onde, os elementos funcionais da paisagem permitem representar, desde a sua gênese, os consecutivos estágios de evolução e transformação em compartimento da superfície terrestre, isto é, o próprio geossistema. As combinações entre os aspectos bióticos, abióticos e sociais,

fundamentam a abordagem geossistêmica, possibilitando integrar não apenas à perspectiva diagnóstica, mas, sobretudo, auxiliar intervenções que visem tornar sustentável seus componentes naturais (CHRISTOFOLETTI, 1979; BERTRAND, 2004).

No que tange ao sistema hidrológico, um dos seus principais subcomponentes são as nascentes, também denominadas de áreas úmidas continentais ou interiores, onde há o afloramento da água subterrânea. Elas representam um importante recurso para inúmeras comunidades ecológicas e sociais, sendo apontadas como algumas das unidades ambientais comprometidas pelas ações degradantes do homem (STEVENS et al., 2022). Conforme define a Lei Federal nº 12.651/2012, em seu Art. 3º, inciso XVII - nascente é o “afloramento natural do lençol freático que apresenta perenidade e dá início a um curso d’água”.

Dessa forma, muitos são os mecanismos institucionais e instrumentos jurídicos que visam a segurança hídrica em escala nacional, regional e local. Em relatório recente, as Nações Unidas alertam para a iminente necessidade de atividades de manejo e do pleno conhecimento das condições hídricas em ecossistemas com surgência subterrânea, como é o caso das nascentes (United Nations, 2022). No Brasil, o Código Florestal, estabelecido por meio da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, e complementado pela Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, enquadra esses ecossistemas como Área de Preservação Permanente (APP), cuja zona de amortecimento deve possuir um raio mínimo de 50 m (BRASIL, 2012).

Partindo-se da premissa de pensar uma proposta para diagnóstico, recuperação e proteção de nascentes, englobando as diferentes nuances que envolvem os ambientes continentais: áreas naturais, agropecuárias, moradias, recreação, é necessário considerar esses elementos dentro de uma visão de totalidade, ou seja, o Geossistema. Nessa perspectiva, propor alternativas voltadas ao plantio e crescimento da vegetação nativa, à contenção de erosão, bem como atividades onde leve em consideração, por exemplo, a possibilidade de continuidade de usos em suas áreas de amortecimento, demonstra ser mecanismos inadiáveis para a manutenção sustentável desses ecossistemas.

Assim, dado o nível de degradação que as áreas úmidas de nascentes têm sido submetidas ao longo do tempo, especialmente no que tange à remoção da sua cobertura vegetal e introdução de espécies exóticas: animais e vegetais, o presente trabalho busca contribuir com o desenvolvimento de uma metodologia para diagnóstico e recuperação de nascentes degradadas, ancoradas na abordagem geossistêmica.

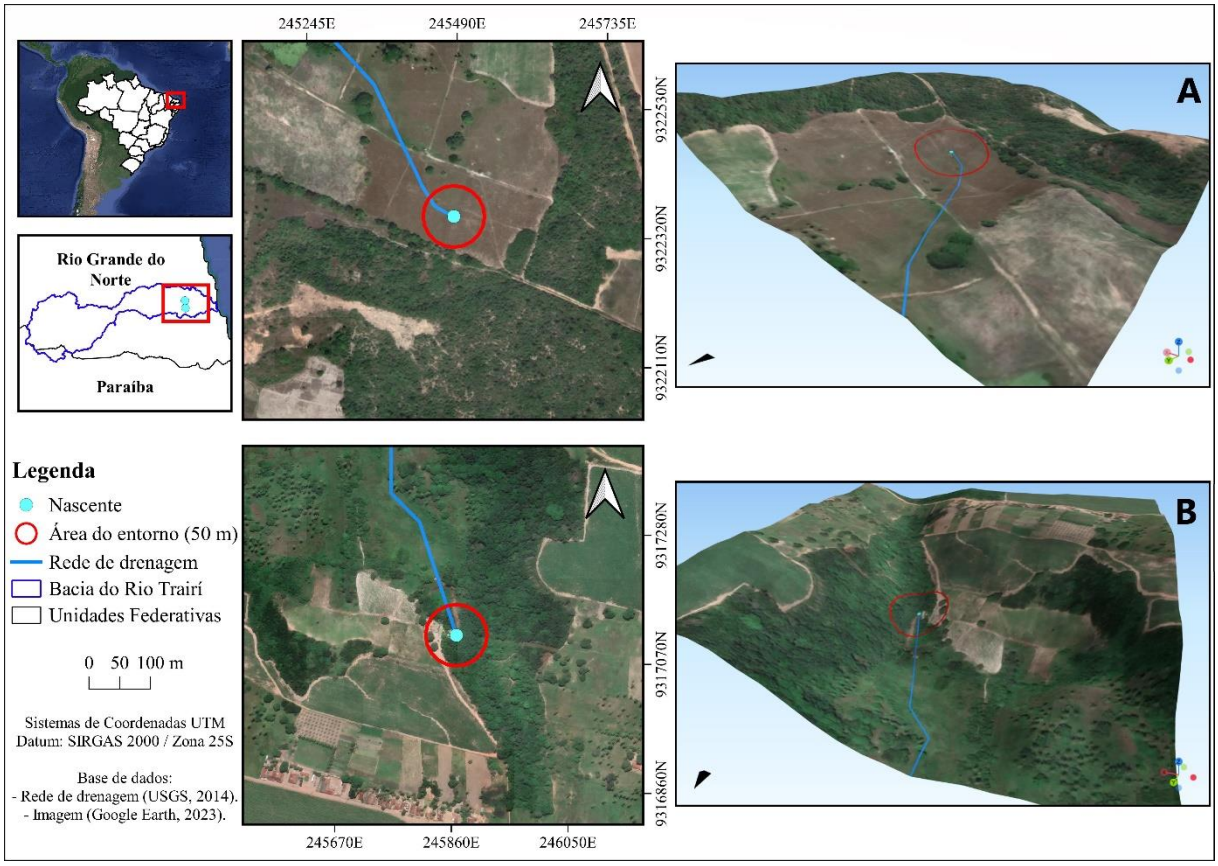
Metodologia

Área de estudo

A pesquisa possui como área de estudo duas nascentes inseridas na Bacia Hidrográfica do Rio Trairi, nomeadas como Nascente da Fazenda Paraíso (A) e Nascente da

Bica (B), as quais encontram-se situadas no município de São José do Mipibu, no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). As mesmas estão encaixadas na morfologia da formação Barreiras, com uma altimetria de 53 m e 83 m, respectivamente. Em se tratando dos solos, em A ocorre especialmente o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico (PVAd) e em B, Latossolo Amarelo Distrófico (LAd) (IBGE, 2022). Segundo a classificação de Köppen, a região possui o clima tropical quente-úmido (As), com precipitação média anual variando entre 700 e 1.500 mm (ALVARES, 2013).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Acervo da pesquisa (2023).

Procedimentos metodológicos

Identificação das nascentes

Para o mapeamento das nascentes amostrais, foi utilizado, inicialmente, um Modelo Digital de Elevação (MDE) SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) de 30 m de resolução espacial, que permitiu, a partir do conjunto de algoritmos *hydrology*, disponível para o ArcMap/ARCGIS (ESRI®, licenciado para o Programa de Pós-Graduação em Geografia da

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – PPGE/UFRN), a extração da rede de drenagem e suas respectivas cabeceiras de drenagem (BAJJALI, 2018). Adicionalmente, objetivando facilitar a identificação durante as atividades de campo, foi adquirido, no banco de dados do Cadastro Ambiental Rural (CAR) (MMA, 2022), a *shapefile* referente aos pontos de nascentes catalogadas para o município da pesquisa.

Em se tratando das prospecções de campo, essas foram realizadas nas datas 07/03/2023 e 02/08/2023, auxiliadas por receptor GNSS (*Sistema Global de Navegação por Satélite*) e aplicativo do Google Earth Pro® para geolocalização, bem como por celular para registro fotográfico.

Método geossistêmico e a construção de modelos

Considerando os preceitos que regem à análise integrada da paisagem, para a compreensão das interrelações sistêmicas das nascentes da pesquisa, foi utilizado o método geossistêmico a partir da sua tríade de elementos da superfície terrestre, a saber: potencial ecológico (clima, hidrologia, geomorfologia), exploração biológica (vegetação, solo, fauna) e ação antrópica (agricultura, pecuária, área urbanizada) (BERTRAND, 2004).

Tomando como base os levantamentos de campo, os fundamentos para a construção de modelos capazes de descrever fluxos e processos que ocorrem nas duas áreas de estudo, foram adotados os componentes e a linguagem gráfica baseados no diagrama de Forrester (CHRISTOFOLETTI, 1999). De acordo com esse autor, esse procedimento metodológico permite representar sistemas dinâmicos, suas interações e transformações, de modo que, por se tratar de um modelo conceitual, com entradas e saídas, as variáveis internas buscam indicar, sistematicamente, as respostas para cada mudança da realidade.

Resultados e discussões

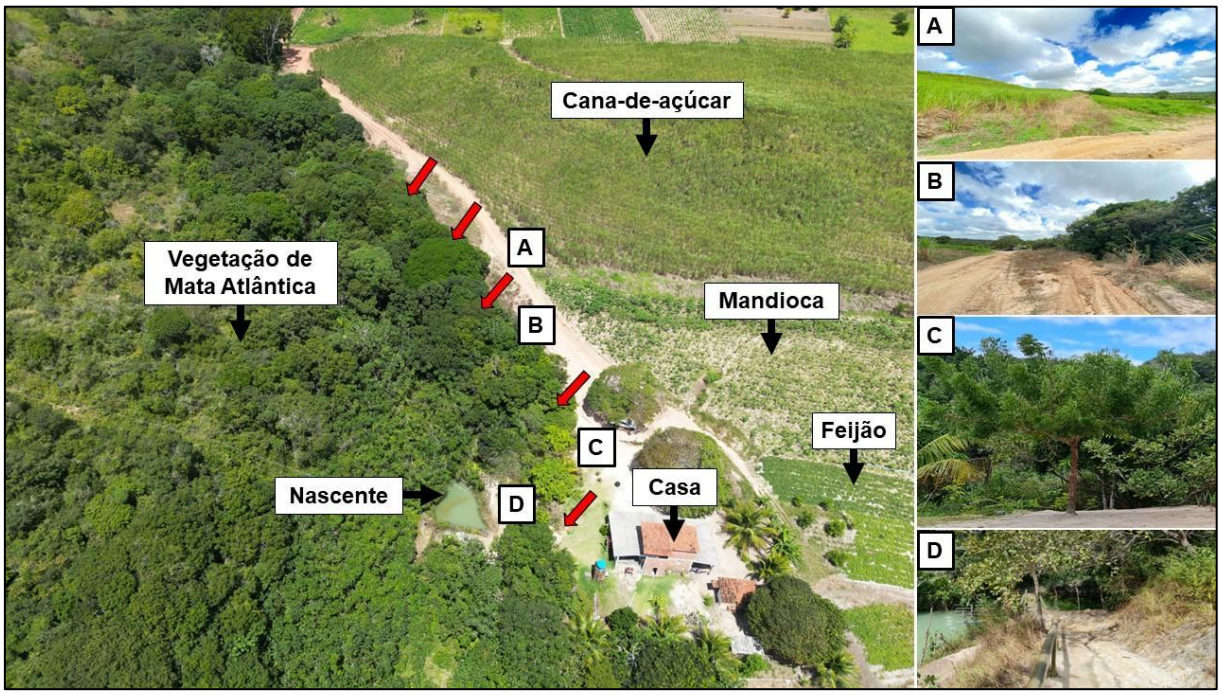
As duas nascentes usadas paras as análises aqui apresentadas são representativas para compreensão da dinâmica de transformações e usos em áreas úmidas na bacia do Rio Trairi, seja na prestação de benefícios à comunidade, a partir da oferta hídrica para sustento familiar e agropastoril, ou simplesmente, por meio da sua contribuição na forma de oásis para a recreação da sociedade local. Contudo, embora essas áreas úmidas tenham sido enaltecidas historicamente pelo seu papel regulador na provisão de água para o sustento familiar, observou-se, em prospecções de campo, que ambas têm indicado perdas em suas condições ecológicas, edáficas e fitogeográficas.

Em se tratando da Nascente da Bica, foi possível perceber que a mesma se apresenta sob condições “conservadas”, principalmente pela sua porção oriental possuir um importante e extenso fragmento de Mata Atlântica. Contudo, ressalta-se que a encosta

ocidental, por não ter uma cobertura vegetal acentuada e ser pressionada pela atividade agrícola adjacente, tem indicado uma tendência à atuação de processos erosivos, a curto/médio prazo.

Isso por que, como essa área se apresenta em uma morfologia de anfiteatro, o material arenoso da vertente, submetido naturalmente à influência das chuvas, do vento e ao pisoteio humano, tem sido carreado para a base da encosta, desencadeando a formação de sulcos e influenciando negativamente a manutenção interna deste ecossistema (deposição de sedimentos). Além disso, identificou-se não apenas a colonização de espécies exóticas na área, como a planta Nim (*Azadirachta indica* A. Juss/ Meliaceae), mas também a presença de construções civis na zona de entorno da área de estudo (Figura 2).

Figura 2 – Representação espacial da Nascente da Bica.



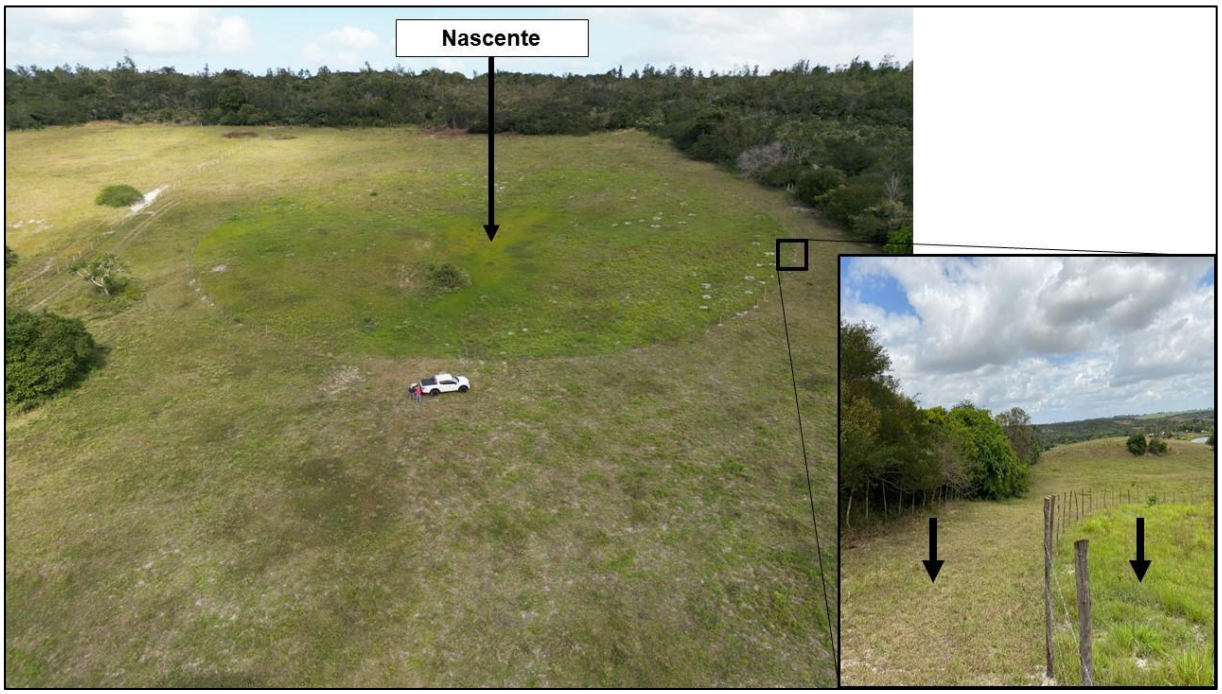
Fonte: Acervo da pesquisa (2023). Descrição: A) Produção agrícola próximo à nascente; B) Área de encosta erodida e sem cobertura vegetal; C) Presença da espécie exótica Nim (*A. indica*) no entorno da nascente; D) Vertente da encosta em processo de erosão (abertura de sulcos).

Na Nascente da Fazenda Paraíso, foi possível identificar que a área possui cercamento em sua Área de Preservação Permanente – APP (raio de 50 m), objetivando a execução do processo de recuperação ambiental. Assim, observou-se que embora nesta nascente não ocorra vegetação natural conservada, apenas herbáceas para uso majoritário da pecuária, a utilização de medidas mitigadoras, como o reflorestamento e a proteção contra o avanço de pastoreio animal, pode reverberar o princípio para a reconstrução das condições ecológicas e das características fitogeográficas. O primeiro resultado, após o cercamento da

área, foi o pleno reaparecimento das cores verdejantes, isto é, ocorrência de ervas, com ampla presença de clorofila, e algumas espécies pioneiras nativas como a jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir/Fabaceae), colonizando o trecho de APP (Figura 3).

Destaca-se que a presença de cobertura vegetal pode ser fundamental na busca pelo equilíbrio nestes ambientes, conforme estabelece os preceitos integrados de Bertrand (2004, p.147), o qual já alertava do papel essencial da vegetação na conservação dos recursos hídricos. Segundo este autor, “a destruição de uma floresta pode contribuir para a elevação do lençol freático ou desencadear erosões susceptíveis de transformar radicalmente as condições ecológicas”.

Figura 3 – Representação espacial da Nascente da Fazenda Paraíso.



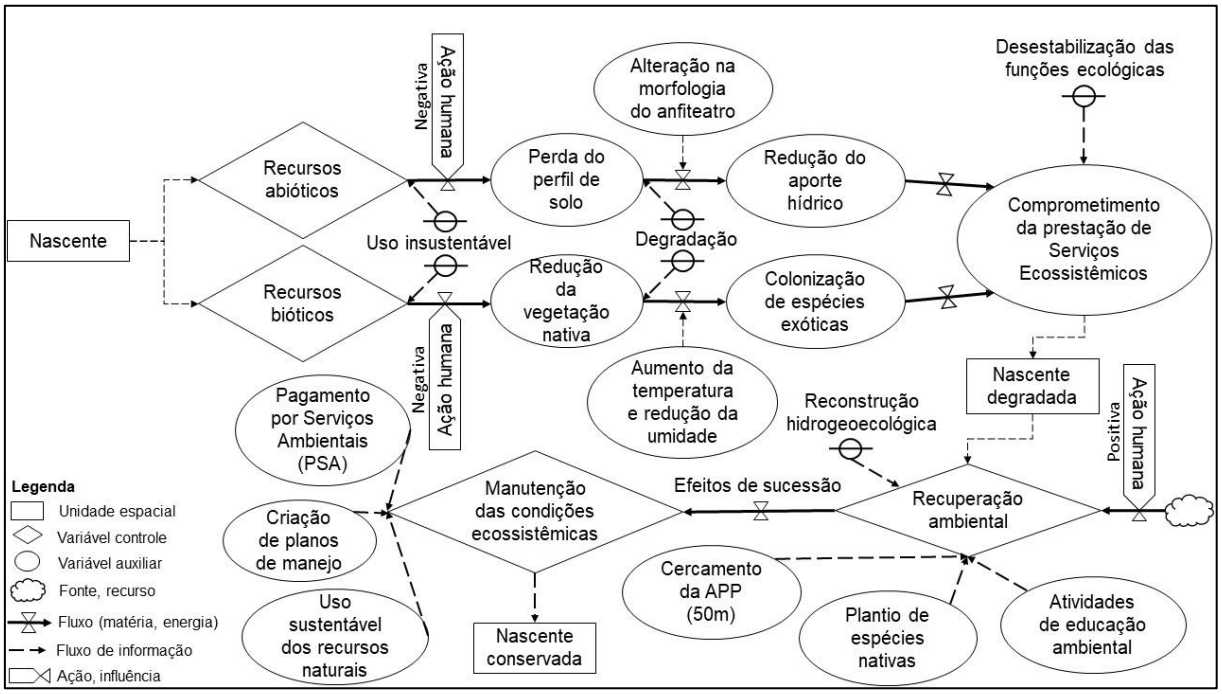
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Diante disso, amparado nas prospecções de campo e buscando contribuir para o diagnóstico e recuperação de nascentes degradadas, a construção de um modelo teórico da realidade (protótipo) aparece como um auxílio às alternativas de conservação desses ecossistemas essenciais ao sustento direto ou indireto da biodiversidade e dos seres humanos.

Assim, um diagrama conceitual foi pensado a partir do contexto sistêmico e integrado que as nascentes, sobretudo do Nordeste, podem ser encontradas (Figura 4). Nessa perspectiva, por se tratar de áreas úmidas interiores constituídas pela dinâmica biótica e abiótica regional, essas áreas podem ser submetidas às ações humanas degradantes, muitas das vezes sendo utilizadas de maneira insustentável. Desse modo, algumas consequências

podem ser representadas pela perda do perfil de solo, a partir da erosão, e redução da vegetação nativa, em virtude de desmatamento para fins essencialmente agropecuários.

Figura 4 – Modelo conceitual para diagnóstico e recuperação de nascentes degradadas.



Fonte: Adaptado de Christofoletti (1999).

Esses efeitos negativos podem suscitar em alterações na morfologia do anfiteatro e, em decorrência da ausência da vegetação, haver uma tendência ao aumento da temperatura e redução da umidade local. Assim, por lograr uma diminuição no aporte hídrico, a colonização de espécies exóticas e a desestabilização nas funções ecológicas, essas áreas podem comprometer, parcial ou integralmente, a oferta de serviços ecossistêmicos, como a provisão de água. A ocorrência deste cenário pode indicar, consequentemente, no diagnóstico de degradação da nascente.

Tais indicativos reverberam em uma necessidade de recuperação ambiental nestas áreas. Pois, alternativas mitigadoras (recursos), como cercamento da APP (50 m), plantio de espécies nativas e atividades de educação ambiental, podem proporcionar o início para a reconstrução das condições hidrogeoecológica locais. Essa implementação pode contribuir na sucessão natural do ecossistema, seja do ponto de vista fitogeográfico, hidrogeológico ou simplesmente na reestruturação das condições edáficas. Com o tempo, a manutenção dessas características fará com que as nascentes estejam em plena conservação, e tenham, em seu estoque natural, a capacidade de assegurar, por mais tempo, serviços ecossistêmicos essenciais às comunidades, como a provisão hídrica.

É importante frisar, também, que para a manutenção das condições estáveis da área, algumas ações necessitam ser implementadas, a saber: fomento ao Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), criação de planos de manejo e, evidentemente, uso sustentável do estoque orgânico e inorgânico da área. Esse mecanismo de retroalimentação pode garantir a proteção e a perpetuação para as atuais e futuras gerações, nesses sistemas hidrogeológicos. Segundo Christofoletti (1979), os sistemas têm a retroalimentação como um parâmetro regulador do sistema em caso de interferência ou modificação "externa", assegurando de maneira integrada a capacidade de resiliência das condições ambientais dos ecossistemas.

Dessa forma, a utilização de diretrizes como uma gestão ambiental integrada e uma abordagem estratégica, a partir de princípios como a articulação institucional/governamental juntamente com a participação social, podem resultar na segurança sustentável dos serviços ecossistêmicos disponibilizados pelas nascentes, e permitindo que as Bacias Hidrográficas ampliem cada vez mais sua capacidade de recarga e oferta hídrica (PNRBH, 2020).

Considerações Finais

A metodologia empregada na pesquisa permitiu a plena observação das interações que ocorrem nas nascentes analisadas, a partir da utilização da modelagem conceitual.

Portanto, na Nascente da Bica, acredita-se que, caso não sejam realizadas medidas de adensamento florestal (com espécies nativas) em sua área de entorno, seu afloramento hídrico pode ser comprometido a longo prazo, em decorrência dos eventos sucessivos de erosão no topo e na base da sua encosta. A Nascente da Fazenda Paraíso, por outro lado, após o cercamento da sua APP, apresentou acréscimo na cobertura vegetal e reduziu a influência do pastoreio animal externo, o que reverberou no aumento da umidade e na maior oferta de água para a propriedade.

O modelo construído consiste em uma forma de leitura da realidade, tendo por base a consagrada metodologia do Geossistema. Inevitavelmente, pode e deve passar por aperfeiçoamentos para poder galgar a possibilidade de representar um instrumento lógico de diagnóstico, intervenção e gestão em projeto de recuperação de nascentes, em múltiplas escalas espaciais: municipal e regional. Portanto, o mesmo não tem a pretensão de substituir as alternativas metodológicas já existentes e consolidadas, mas visa contribuir e aumentar as opções para o diagnóstico, recuperação e conservação destas áreas úmidas continentais, as quais são de grande importância ecológica, social e econômica.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de pesquisa-doutorado ao segundo autor, e ao Ministério

da Integração e do Desenvolvimento Regional pelo financiamento do Projeto Nascentes, fornecendo apoio técnico e logístico, durante a realização dessa pesquisa.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 1 dez. 2013.

BAJJALI, W. **ArcGIS for Environmental and Water Issues**. Switzerland: Springer International Publishing, 2018. 353 p.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. **RAEGA**, Editora UFPR, Curitiba, n. 8, p. 141- 152, 2004.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Presidência da República, Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, Brasília, 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 04 ago. 2023.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Editora Hucitec, 1979. 106 p.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelos para a análise de processos nos sistemas. In: _____. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999. Cap. 5. p. 77-112.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de Informações Ambientais**: um novo instrumento para organização e preservação. Um novo instrumento para organização e preservação. 2022. Disponível em: https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home. Acesso em: 27 abr. 2023.

MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Cadastro Ambiental Rural (CAR)**. 2022. Disponível em: https://www.car.gov.br/publico/imoveis/index. Acesso em: 10 jun. 2022.

PNRBH - Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas. **Diretrizes e Estratégias para o Programa Nacional de Revitalização de Bacias Hidrográficas**. Projeto de Cooperação Técnica (PCT) BRA/IICA/16/002, 2020. 154 p.

STEVENS, L. E.; ALY, A. A.; ARPIN, S. M.; APOSTOLOVA, I.; ASHLEY, G. M.; BARBA, P. Q.; BARQUÍN, J.; BEAUGER, A.; BENAABIDATE, L.; BHAT, S. U. The ecological integrity of spring ecosystems: a global review. **The Encyclopedia of Conservation**, p. 436-451, 2022.

United Nations. **The Sustainable Development Goals Report**. 2022. Disponível em: https://unstats.un.org/sdgs/report/2022/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2022.pdf. Acesso em: 04 ago. 2023. 64 p.

Importância do manguezal para as comunidades no entorno do estuário do rio Mamanguape (PB)

Importance of the mangrove for communities around the estuary of the Mamanguape River (PB)

Ana Caroline Damasceno Souza
Universidade Estadual do Ceará
Identificador Orcid: 0003-1037-5685
carol.damasceno@aluno.uece.br

Lidriana de Souza Pinheiro
Universidade Estadual do Ceará, Universidade Federal do Ceará
Identificador Orcid: 0003-0863-0771
lidriana@ufc.br

Resumo: Nesta pesquisa identificou-se 31 classes de serviços ecossistêmicos (SE) nas seções provisão, regulação e manutenção e culturais no bosque de mangue do estuário do rio Mamanguape (PB). Foi realizada revisão bibliográfica, trabalhos em campo e gabinete, além da classificação dos SE de acordo com a CICES, v. 5.1. O manguezal é importante para as comunidades no quesito segurança alimentar e sobrevivência, utilizando os recursos bióticos que o ecossistema dispõe. Na seção regulação pode citar a proteção costeira, mitigação de mudanças climáticas e regulação do clima. Por fim, destaca-se a importância cultural do manguezal, e em especial sua relação com os povos originários da etnia Potiguara, contendo práticas que caracterizam a identidade das comunidades, como a mística espiritual e os encantados, guardiões das terras, ex. o Pai do Mangue. Assim, observa-se que os manguezais detêm importância local (para as comunidades) e global (regulação climática), sendo imprescindível sua conservação e preservação.

Palavras-chave: Bosque de mangue. Serviços ecossistêmicos. CICES. Indígenas Potiguaras.

Abstract: In this paper, 31 classes of ecosystem services (SE) were identified in the provision, regulation and maintenance and cultural sections in the mangrove forest of Mamanguape River estuary (PB). A bibliographical review was carried out, field and office work, and SE classification according to CICES, v. 5.1. The mangrove is important for communities in terms of food security and survival, using the biotic resources available in the ecosystem. In the regulation section you can mention coastal protection, climate change mitigation and climate regulation. Finally, the cultural importance of the mangrove stands out, and in particular its relationship with the native peoples of the Potiguara ethnic group, containing practices that characterize the identity of the communities, such as the spiritual mystique and the enchanted ones, guardians of the lands, eg. the Father of the Mangrove. Thus, it is observed that mangroves have local (for communities) and global (climate regulation) importance, and their conservation and preservation are essential.

Keywords: Mangrove forest. Ecosystem services. CICES. Potiguaras.

Introdução

Os manguezais são ecossistemas de transição entre os ambientes marinhos e terrestre, sendo localizados nas zonas tropicais e subtropicais em todo o planeta (BUNTING *et al*., 2018). Entre os anos 2000 e 2016 estima-se que mundialmente os manguezais perderam 2% de área e 62% desta perca é resultante de mudanças de uso da terra para o desenvolvimento econômico, como a implantação de áreas para aquicultura e agricultura,

além da urbanização, outros motivos de redução das áreas deste ecossistema são relacionados a processos como erosão e eventos extremos (GOLDBERG *et al*., 2020).

Alguns fenômenos como aumento do nível do mar, mudanças climáticas, alteração na dinâmica dos rios (construção de reservatórios), estiagens prolongadas, e hipersalinização são alguns dos responsáveis pelo declínios de ocupação, fragmentação e consequente perda da biodiversidade ecossistêmica (POLIDORO *et al*., 2010; DUKE *et al*., 2017; MARENGO *et al*., 2017; SAINTILAN *et al*., 2020; GOLDBERG *et al*., 2020; LACERDA *et al*., 2021). Ressalta-se que a redução da biodiversidade pode afetar negativamente as funções dos ecossistemas e comprometer o bem-estar humano (EHRLICH; EHRLICH, 1981; COSTANZA *et al.,* 1997; MEA, 2005; CAMPANHA *et al*., 2019).

Corroborando com os dados de perdas mundiais globais, o Mapeamento Anual da Cobertura Vegetal e Uso do Solo nos Biomas Brasileiros (MapBiomas) apresentou resultados sobre o monitoramento dos manguezais no Brasil entre 1985 e 2021. Constatou-se que houve ondulações quanto ao acréscimo e perda de área das florestas de mangue em todo o país, com aumento de 9% (100 mil ha) e perda de 6% (65 mil ha) nos últimos 37 anos, havendo tendência de perda de aproximadamente 2% nas últimas duas décadas (DINIZ *et al*., 2019).

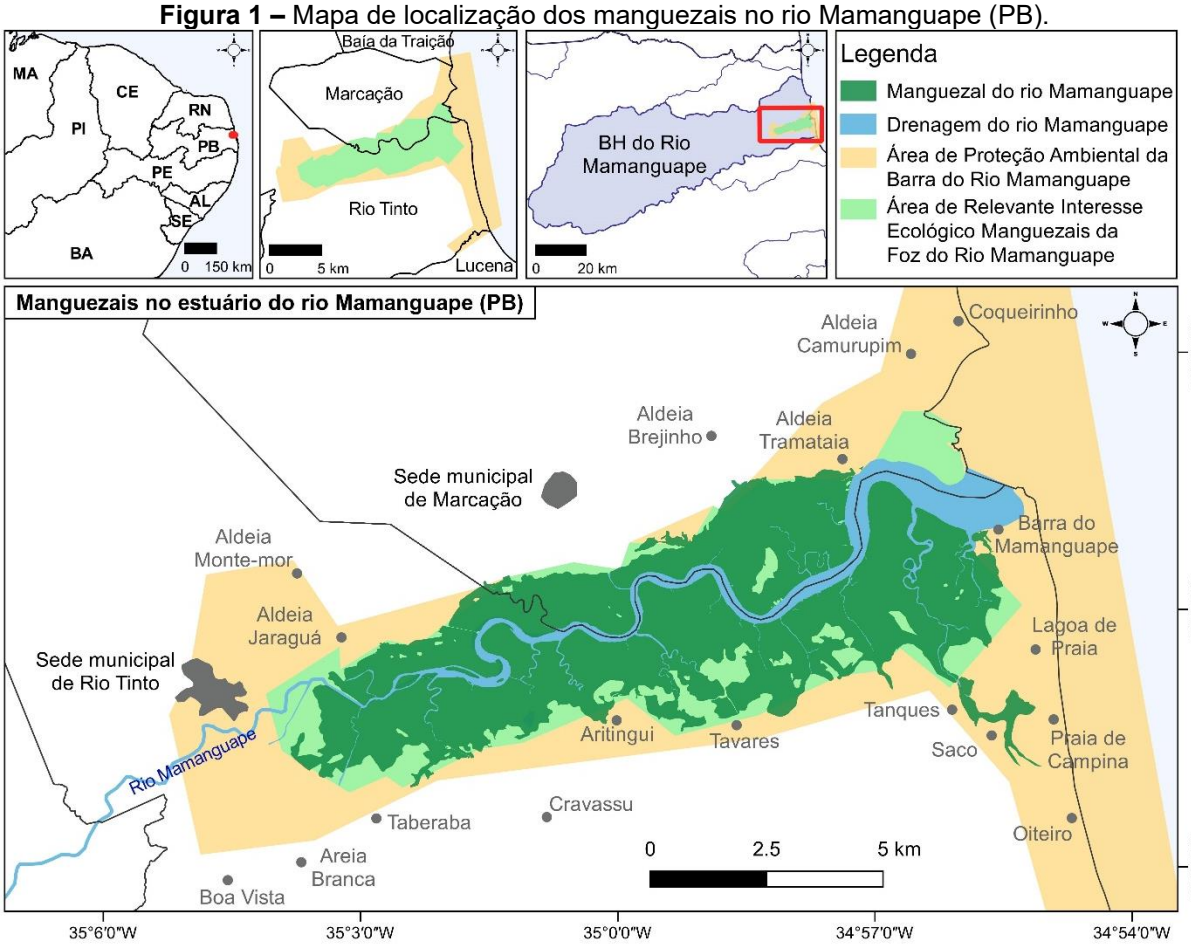
Mesmo com a supressão de muitas dessas áreas, os manguezais são reconhecidos internacionalmente pela sua importância na prestação de serviços ecossistêmicos e na estabilidade da biodiversidade da zona costeira (LEE *et al*., 2014; QUEIROZ *et al*., 2017; COSTA *et al*., 2022; PINHEIRO *et al*., 2023). Portanto, diante da importância dos manguezais, objetivou-se identificar os serviços ecossistêmicos de provisão, regulação e manutenção e culturais dos bosques de mangue no estuário do rio Mamanguape, nos municípios de Marcação e Rio Tinto, estado da Paraíba.

Metodologia

Área de estudo

No Litoral Nordeste Oriental, chamado de Costa dos Recifes, localiza-se o estuário do rio Mamanguape, nos municípios de Rio Tinto e Marcação (Figura 1), a Norte do litoral paraibano, distante 60 km da capital, João Pessoa. Foram identificadas cinco espécies de mangue, *Rhizophora mangle* Linnaeus (1753), *Laguncularia racemosa* C. F. Gaert (1807), *Avicennia germinans* Linnaeus (1764), *Avicennia schaueriana* Stapf & Leechm (1939) e *Conocarpus erectus* Linnaeus (1753).

Figura 1 – Mapa de localização dos manguezais no rio Mamanguape (PB).



Fonte: Os autores (2023).

Na foz do rio Mamanguape existem duas Unidades de Conservação, a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Manguezais da Foz do Rio Mamanguape (BRASIL, 1985), e a Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape, que inclui parte dos municípios de Lucena e Baía da Traição (BRASIL, 1993). O clima da região é caracterizado como Tropical Litorâneo do Nordeste Oriental, ou Clima Tropical do Nordeste Oriental, e subtipo climático úmido, isoietas de precipitação entre 1.750 e 2.000mm/anuais, com 3 meses secos (DINIZ *et al.*, 2016).

Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi realizada com base na revisão de literatura mundial e local sobre o manguezal, observações em campo e trabalhos em gabinete concomitantes (Figura 2). Para a elaboração cartográfica foi utilizado o *software* QGIS 3.10.14, no sistema de referência de coordenadas SIRGAS 2000 / UTM zona 25S, vetorizando manualmente as feições bosque de mangue [de acordo com Schaeffer-Novelli, Vale e Cintrón (2015)] em escala de 1:10.000 com a imagem do satélite Sentinel-2B de 26/06/2021, adquirida no Serviço Geológico dos Estados

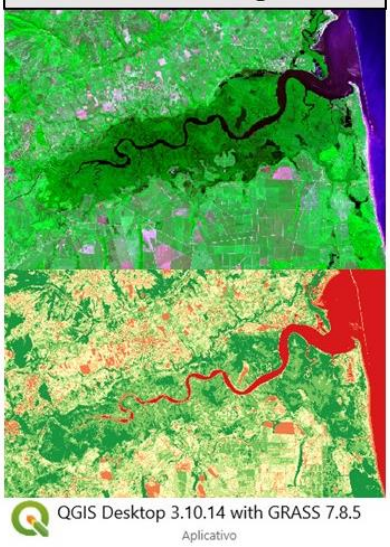
Unidos (USGS, 2021). Foi realizada a composição (08)NIR(04)R(03)G para a imagem, e aplicado o Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (IVDN) – (*Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI) para diferenciação entre a vegetação de mangue e do entorno. No campo foi possível a validação do mapeamento com auxílio do drone DJI Mini 2, em junho de 2023.

Figura 2 – Procedimentos metodológicos para desenvolvimento da pesquisa.

Revisão bibliográfica

Quantitativo de trabalhos analisados sobre os manguezais do rio Mamanguape (PB)	
Artigos em revistas internacionais	28
Artigos em revistas nacionais	26
Teses	6
Dissertações	15
Trabalhos de conclusão de curso	4
Livros e capítulos de livro	7
Outros	9
Total	**95**

Elaboração cartográfica



Trabalhos de campo

Fonte: Os autores (2023).

Para a finalização do mapa temático, o sistema de coordenadas foi convertido em coordenadas geográficas SIRGAS 2000, e utilizadas malhas digitais do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) para os limites das sedes municipais, dos municípios e dos estados do Brasil; com auxílio de um morador de Rio Tinto e também condutor local no seguimento de ecoturismo, Welando Costa, foram delimitados os pontos das comunidades no entorno do estuário do rio Mamanguape; os *shapefiles* das unidades de conservação foram adquiridos no site do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO, 2019), e, o *shapefile* das bacias hidrográficas do estado da Paraíba na Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA, 2020).

Para a identificação dos serviços ecossistêmicos foram realizados trabalhos *in situ* de observações em janeiro de 2022, junho de 2023 e revisões bibliográficas. A classificação foi realizada utilizando como base a metodologia *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) - Classificação Internacional Comum de Serviços Ecossistêmicos (CICES), versão 5.1 de 2018 (HAYNES-YOUNG; POTSCHIN-YOUNG, 2018; CICES, 2022).

Resultados e discussão

Como resultados, foram identificadas no bosque de mangue do estuário do rio Mamanguape (PB) 31 classes de serviços ecossistêmicos bióticos, sendo 7 de provisão, 12 de regulação e manutenção e 12 culturais, classificados no quadro 1. É evidente o uso dos recursos naturais do manguezal pelas populações no entorno do estuário do rio Mamanguape (PB). Foram catalogadas 18 comunidades em um raio de 3km do manguezal, dentre elas, seis aldeias indígenas da etnia Potiguara, que têm em sua história um vínculo muito forte com o ecossistema.

Quadro 1 – Serviços ecossistêmicos identificados no estuário do rio Mamanguape (PB).

Seção	Divisão	Grupo	Classe	Código
Provisão	Biomassa	Animais criados para nutrição	Animais criados para fins nutricionais	1.1.3.1
		Plantas silvestres (terrestres e aquáticas) para nutrição, materiais ou energia	Plantas silvestres (terrestres e aquáticas, incluindo fungos, algas) utilizadas para nutrição	1.1.5.1
			Fibras e outros materiais provenientes de plantas silvestres para utilização direta ou transformação (excluindo materiais genéticos)	1.1.5.2
			Plantas silvestres (terrestres e aquáticas, incluindo fungos, algas) utilizadas como fonte de energia	1.1.5.3
		Animais silvestres (terrestres e aquáticos) para nutrição, materiais ou energia	Animais silvestres (terrestres e aquáticos) utilizados para fins nutricionais	1.1.6.1
	Material genético de toda a biota (incluindo a produção de sementes, esporos ou gametas)	Material genético de plantas, algas ou fungos	Sementes, esporos e outros materiais vegetais recolhidos para a manutenção ou estabelecimento de uma população	1.2.1.1
			Plantas superiores e inferiores (organismos inteiros) usadas para criar novas cepas ou variedades	1.2.1.2
Regulação e Manutenção	Transformação de insumos bioquímicos ou físicos em ecossistemas Transformação de insumos bioquímicos ou físicos em ecossistemas	Mediação de resíduos ou substâncias tóxicas de origem antropogênica por processos vivos	Biorremediação por microrganismos, algas, plantas e animais	2.1.1.1
			Filtragem/sequestro/armazenamento/acumulação por microrganismos, algas, plantas e animais	2.1.1.2
	Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Regulação dos fluxos basais e dos eventos extremos	Controle das taxas de erosão	2.2.1.1
			Atenuação do movimento de massas	2.2.1.2
			Ciclo hidrológico e regulação do fluxo de água (incluindo controle de inundações e proteção costeira)	2.2.1.3
			Proteção contra o vento	2.2.1.4
		Manutenção do ciclo de vida, proteção do habitat e do pool genético	Polinização (ou dispersão de "gametas" em um contexto marinho)	2.2.2.1
			Dispersão de sementes	2.2.2.2
			Manutenção das populações e habitats (incluindo a proteção do pool genético)	2.2.2.3
		Regulação da qualidade do solo	Processos de decomposição e fixação e seus efeitos na qualidade do solo	2.2.4.2
		Condições da água	Regulação da condição química das águas salgadas por processos vivos	2.2.5.2
		Composição atmosférica e condições	Regulação da temperatura e umidade, incluindo ventilação e transpiração	2.2.6.2
Cultural	Interações diretas, *in situ* e externas com sistemas vivos que dependem da presença no ambiente	Interações físicas e experienciais com o ambiente natural	Características dos sistemas vivos que permitem atividades que promovem a saúde, a recuperação ou o prazer através de interações ativas ou imersivas	3.1.1.1
			Características dos sistemas vivos que permitem atividades que promovem a saúde, a recuperação ou o prazer por meio de interações passivas ou observacionais	3.1.1.2
		Interações intelectuais e representativas com o ambiente natural	Características dos sistemas vivos que permitem a investigação científica ou a criação de conhecimentos ecológicos tradicionais	3.1.2.1
			Características dos sistemas vivos que permitem a educação e a formação	3.1.2.2

			Características dos sistemas vivos que ressoam em termos de cultura ou patrimônio	3.1.2.3
			Características dos sistemas vivos que possibilitam experiências estéticas	3.1.2.4
	Interações indiretas, remotas, muitas vezes internas com sistemas vivos que não exigem presença no ambiente	Interações espirituais, simbólicas e outras com o ambiente natural	Elementos de sistemas vivos que têm significado sagrado ou religioso	3.2.1.1
				3.2.1.2
			Elementos de sistemas vivos utilizados para entretenimento ou representação	3.2.1.3
		Outras características bióticas que têm um valor não utilizado	Características de sistemas vivos que têm um valor de existência	3.2.2.1
			características de sistemas vivos que têm valor de legado	3.2.2.2
	Outras características dos sistemas vivos que têm significado cultural	Práticas zooterapêuticas para recuperação da saúde	Animais silvestres	3.3.1.1

Fonte: Adaptado e traduzido de CICES (2022).

Na seção provisão, foram identificados na divisão biomassa, a ostreicultura, o cultivo de ostras (*Crassostrea rhizophorae*) no bosque de mangue do estuário Mamanguape/PB, onde foram instaladas estacas e gaiolas de *Rhizophora mangle* fixando as ostras como forma de facilitar o extrativismo e preservá-las no seu habitat, que naturalmente ocorre nas raízes da *R. mangle* (CARDOSO; GUIMARÃES, 2012). O consumo de plantas do mangue é feito pelo peixe-boi (*Trichechus manatus manatus*) que se alimenta de folhas e raízes (RODRIGUES *et al*., 2021).

Quanto a segunda classe: fibras e outros materiais provenientes de plantas silvestres para utilização direta ou transformação (excluindo materiais genéticos), foi identificado o uso da madeira do mangue para estruturas tradicionais (ocas, barracão de pesca, despensas), no qual os caibros, linhas e esteios são usados das *R. mangle, L. racemosa* e *A. Schaueriana,* e (Figura 3 A e B) (RIUL, 2015). Da *R. mangle* são feitas estacas para a ostreicultura, cercas (Figura 3C), ponto de apoio para barcos (Figura 3D), cabos de enxada e machado (CARDOSO; GUIMARÃES, 2012; PALUDO; KLONOWSKI, 1999; RIUL, 2015).

Figura 3 – Utilização de recursos naturais do manguezal no Mamanguape (PB)

Fonte: A, B, D, E. Autoria própria, 2022 e 2023. C. Cardoso e Guimarães (2012).

Antigamente era comum os indígenas Potiguaras e a população no entorno do estuário utilizarem para a construção de suas casas e fabricar canoas de *L. Racemosa,* vistas hoje em dia com menor frequência (CORTEZ, 2010; PALUDO; KLONOWSKI, 1999). Outra ação que ocorre com menor intensidade nos dias atuais é a utilização da casca do tronco da *R. mangle* para aumentar a vida útil e pigmentar as redes de pesca, na figura 3E é possível observar a espécie *R. mangle* sem parte da casca do seu tronco (RIUL, 2015).

Os pescadores utilizam os galhos e as raízes da *R. mangle* na captura do *Ucides cordatus* para fixar a redinha (NASCIMENTO *et al*., 2012, 2016, 2017), também são utilizados os galhos para a captura do aratu de pedra (*Aratus pisoni*), e aratu de mangue (*Goniopsis cruentata*). Para a produção dos Covos (armadilha de pesca para peixes) são usadas a *R. mangle* e *L. racemosa* (RIUL, 2015). Nos dias atuais ocorre a queima da casca de plantas do mangue e gravetos como repelente natural contra insetos, para espantar os maruins.

A terceira classe plantas silvestres (terrestres e aquáticas, incluindo fungos, algas) utilizadas como fonte de energia, destaca-se a madeira como combustível com produção de carvão (CARDOSO; GUIMARÃES, 2012) e lenha (PALUDO; KLONOWSKI, 1999), utilizado cada vez menos pela população.

No grupo animais silvestres (terrestres e aquáticos) para nutrição, materiais ou energia, como alimentos provenientes de animais silvestres, são realizados coleta do caranguejo-uçá (*U. cordatus*), siri açu (*Callinectes exasperatusm*), o siri pontinha (*C. danae*), siri nema (*C. bocourti*), aratu de pedra (*Aratus pisoni*), o aratu de mangue (*Goniopsis cruentata*), ostras (*Crassostrea rhizophorae*), sururu (Mytella guyanensis) (ALVES; NISHIDA, 2002, 2003; BRAGA, 2019; CARDOSO; GUIMARÃES, 2012; CORTEZ, 2010; FERREIRA, 2010; MOREIRA; ANDRADE, 2010; NASCIMENTO *et al*., 2012, 2016; ROCHA *et al*., 2012; SOARES; MIRANDA; MOURÃO, 2020; TAKAHASHI; NISHIDA, 2018). E de acordo com a cartografia social (VALENCIA, 2022) há captura do marisco (*A. Brasiliana*) no bosque de mangue as margens dos canais estuarinos.

Na seção provisão, divisão material genético de toda a biota (incluindo a produção de sementes, esporos ou gâmetas), no grupo material genético de plantas, algas ou fungos, na classe sementes, esporos e outros materiais vegetais recolhidos para a manutenção ou estabelecimento de uma população, foram identificadas o uso do estoque genético de sementes e propágulos coletados para projetos de recuperação de áreas degradadas (LAGE-PINTO *et al*., 2021; PALUDO; KLONOWSKI, 1999). No mesmo grupo supracitado, a classe plantas superiores e inferiores (organismos inteiros) usadas para criar novas cepas ou variedades, destaca o estudo fenológico reprodutivo, recomendando que os propágulos sejam coletados durante a frutificação de fevereiro a maio para *A. germinans* e de maio a junho para *L. racemosa* (LAGE-PINTO *et al*., 2021).

Os serviços ecossistêmicos de regulação e manutenção podem ser identificados em duas divisões, sendo a primeira que elementos do ecossistema realizam biorremediação por bactérias, a partir da hipótese confirmada pela pesquisa de Bezerra (2015), que encontrou similaridade significativa da comunidade bacteriana de sedimentos associados a *R. mangle* em manguezais do Norte, Nordeste e Sul do Brasil com características abióticas distintas, identificando a degradação e decomposição de compostos orgânicos, além da identificação de Unidades Taxonômicas Operacionais (bactérias classificadas de *Delta* e *Gammaproteobacteria*) relacionadas ao ciclo do enxofre e do ferro em manguezais de diferentes regiões geográficas, além de identificar bactérias com atividade biossurfactante, que podem acelerar a biodegradação de óleo derramado em água, por exemplo.

Já a classe Filtragem/sequestro/armazenamento/acumulação por microrganismos, algas, plantas e animais foi identificada por Queiroz *et al*. (2018) e Silva (2015). Os bosques de mangue atuam como um filtro geoquímico, devido a sedimentação, em geral, deste ecossistema, obterem altos teores de partículas finas como silte e argila, que tem uma elevada capacidade de adsorção de metais pesados, havendo desta forma o acúmulo desses elementos nos sedimentos (MOREIRA, 2014; SILVA, 2015). Na área foi identificado o

sequestro de carbono por macroalgas (BORBUREMA *et al*., 2022a). No Brasil, de acordo com Rovai *et al* (2022), o manguezal é o ecossistema que detém o maior depósito de carbono, considerando o acúmulo de carbono no solo e na biomassa acima e abaixo do solo. Embora os manguezais ocupem pequenas porcentagens de áreas em habitats costeiros, são componentes muito relevantes para o ciclo do carbono regional e global (ALONGI, 2014).

Na divisão regulação das condições físicas, químicas e biológicas, no grupo regulação dos fluxos basais e dos eventos extremos, são identificados na literatura mundial e nacional as classes controle das taxas de erosão, atenuação do movimento de massas e regulação do fluxo de água, incluindo controle de inundações e proteção costeira e proteção contra o vento (DUARTE *et al.*, 2013; MUKHERJEE *et al*., 2014; HUTCHISON *et al*., 2014; ALCOFORADO, 2017; BESERRA; GALVANI, 2018; ZAMBONI *et al.*, 2022).

No grupo manutenção do ciclo de vida, proteção do habitat e do pool genético, as classes polinização (ou dispersão de "gametas" em um contexto marinho), dispersão de sementes e manutenção das populações e habitats (incluindo a proteção do pool genético), são apontadas em pesquisas nos manguezais do Nordeste Brasileiro (MEIRELES; CAMPOS, 2010; SALDANHA, 2020). No grupo regulação da qualidade do solo, na classe processos de decomposição e fixação e seus efeitos na qualidade do solo, são identificados a ciclagem de nutrientes por bactérias nos ciclos do Enxofre, Ferro e Nitrogênio (BEZERRA *et al*., 2022; COLARES, 2014; NOGUEIRA *et al*., 2015).

No grupo condições da água, classe regulação da condição química das águas salgadas por processos vivos, foram consideradas na busca bibliográfica pesquisas realizadas no estuário, considerando que periodicamente ocorrem mudanças na hidrodinâmica do manguezal, a qual a água do estuário inunda o ecossistema. Foram identificados bioindicadores de qualidade da água diatomáceas[3] (MOURA, 2016), macroalgas (comumente estão aderidas em pneumatóforos de *R. mangle*) (BORBUREMA *et al*., 2022b) e peixes-boi (*Trichechus manatus*) que vivem no estuário (ANZOLIN, 2011). Finalizando a classificação dos SE de regulação e manutenção (bióticos), a classe regulação da temperatura e umidade, incluindo ventilação e transpiração (DIAS, 2005; BESERRA; GALVANI, 2018).

Na seção Cultural, divisão interações diretas, *in situ* e externas com sistemas vivos que dependem da presença no ambiente, no grupo interações físicas e experienciais com o ambiente natural, classe características dos sistemas vivos que permitem atividades que promovem a saúde, a recuperação ou o prazer através de interações ativas ou imersivas, pode ser considerado o esforço realizado pelos pescadores e catadores no bosque de

[3] “Diatomáceas formam um grupo de organismos unicelulares e autotróficos, que possuem formas solitárias ou coloniais, distribuídas em amplas áreas geográficas, [...] atuam como bioindicadoras quando associadas à presença de nutrientes e metais pesados” (MOURA, 2016, p. 51-52)

mangue, gerando pelo trabalho a ser realizado, uma atividade física que auxilia a manter em forma. Outro serviço identificado nesta classe são os prazeres imersivos no ecossistema através dos passeios ao bosque de mangue, onde os condutores locais levam os turistas a trilhas ecológicas (Figura 4 A e B) com diversos níveis de dificuldade, *cross adventure* (com maior dificuldade), trilhas para iniciantes e crianças, sendo curtas e de fácil acesso, para as pessoas terem uma experiência ativa com o ambiente. Pode ser identificado neste estuário também registros do tradicional banho de lama (Figura 4 C).

Figura 9 - Experiências ativas no manguezal do Mamanguape/PB.

Fonte: A e C: Welando Costa (2023). B: Ana Caroline Damasceno Souza (2022).

Na classe características dos sistemas vivos que permitem atividades que promovem a saúde, a recuperação ou o prazer por meio de interações passivas ou observacionais, (BARBOSA; CRISPIM, 2015; BARBOSA; SILVA, 2011; BARBOSA, 2012; CRUZ, 2015; SANTOS; MENEZES; LUM, 2022; VALENCIA; GALINDO; MIRANDA, 2021), para a observação das paisagens dos manguezais, geralmente são utilizados barcos para locomoção no estuário, além da possibilidade de visualizar indivíduos da espécie em extinção peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*).

No grupo interações intelectuais e representativas com o ambiente natural, classe características dos sistemas vivos que permitem a investigação científica ou a criação de conhecimentos ecológicos tradicionais, foram identificadas 95 pesquisas científicas (Figura 2), destacando artigos científicos, teses, dissertações, trabalhos de conclusão de curso e publicações em eventos, tratando do bosque de mangue do rio Mamanguape.

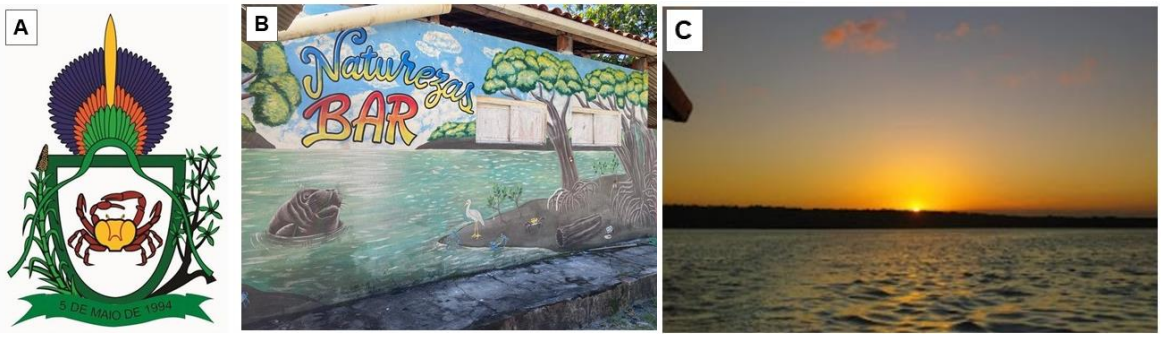
Quanto a classe características dos sistemas vivos que permitem a educação e a formação, foram identificados em todas as áreas o uso do ecossistema para atividades de campo, sendo um ponto de visitas para aulas de educação ambiental (COSTA; SILVA;

MENESES, 2012). Existem diversos projetos com fins de educação ambiental realizados através de instituições como as Universidades Federal e Estadual da Paraíba (UFPB e UEPB) e o Instituto barra viva promovendo projetos socioculturais, ambientais e de incentivo ao turismo (PAOLO, 2018), projetos de extensão como o Iandé Guatá: vivências de estudantes de Medicina com indígenas Potiguara (LUNA *et al*., 2019). O projeto de apoio à expressão juvenil: Se Sabe De Repente, promovido pela Secretaria Estadual de Educação da Paraíba, com estudantes indígenas da Escola Estadual Indígena Cacique Domingos Barbosa dos Santos (SILVA, 2017), além de projetos formulados pelo ICMBio para reflorestamento do manguezal, coleta de resíduos e conscientização ambiental nas comunidades. Existe também o Projeto Viva o Peixe-Boi Marinho, realizado pela Fundação Mamíferos Aquáticos em parceria com a Petrobras, desde 2013, com o objetivo de evitar a extinção da espécie (PEREIRA, 2012; PROJETO VIVA O PEIXE-BOI-MARINHO, 2023).

Na classe características dos sistemas vivos que ressoam em termos de cultura ou patrimônio, podem ser identificadas as coisas na natureza que ajudam as pessoas a se identificarem com a história ou a cultura de onde vivem ou vêm como por exemplo os costumes e práticas tradicionais como as técnicas de pesca e captura de caranguejo-uçá e ostras passadas de pais para filhos (CORTEZ, 2010; FERREIRA, 2010; VALENCIA, 2022). Podem ser considerados também as recordações das pessoas que fazem a atividade da coleta de animais no mangue, como relatado que as marisqueiras levam seus filhos e familiares para ajudar na coleta na área (CORTEZ, 2010).

Já a classe características dos sistemas vivos que possibilitam experiências estéticas, podem ser elencadas as belezas da natureza (ANZOLIN, 2011; VALENCIA; GALINDO; MIRANDA, 2021). Na classe elementos de sistemas vivos que têm significado simbólico, destaca-se a identidade cultural relacionada ao bosque de mangue (COSTA, 2022). Em relação a utilização de elementos bióticos do manguezal como um emblema, o brasão do município de Marcação/PB retrata o Caranguejo-uçá (*U. cordatus*) e o cocar dos indígenas da etnia Potiguara (Figura 5A) e as paisagens do manguezal retratada na parede do restaurante Naturezas, na Aldeia Tramataia (Figura 5B).

Figura 5 – Exemplos de serviços ecossistêmicos culturais.



Fonte: A. Prefeitura de Marcação/PB. B. Ana Caroline Damasceno Souza, 2023. C. Leo Deickers, 2021

Na classe elementos de sistemas vivos que têm significado sagrado ou religioso, o manguezal é visto pelas comunidades como sagrado, com a prática indígena de banhar-se da energia da natureza e invocar espíritos (as forças dos ancestrais) no referido ecossistema (COSTA, 2022). A mística espiritual também encontra-se muito forte (COSTA, 2022; MARQUES; SIMAS; SILVA, 2019; SANTOS; MENEZES; LUM, 2022), onde são contadas histórias nas quais há o guardião do manguezal chamado de Pai do Mangue, "os Encantados[4]", sendo comum os pescadores deixarem oferendas como fumo, bebidas e roupas. Algumas pessoas relatam histórias de que canoas viram, desaparecem, e quando alguém se perde na mata, tem relação com o Pai do Mangue. Costa (2022, p. 138) aponta o respeito dos indígenas com o ecossistema e o sagrado,

> Se a gente vai para o mangue, seja para pegar caranguejo ou coletar algum benefício, pedimos licença ao Pai do Mangue, para que possamos entrar e sair sem se perder e sem nenhum mal acontecer. Se a gente vai fazer alguma atividade num espaço que é do reino sagrado da natureza, pedimos licença. (PAJÉ SANDERLINE, Informação Verbal, abril de 2021).

Na classe elementos de sistemas vivos utilizados para entretenimento ou representação, podem ser elencadas músicas, livros e até hinos dos municípios que representam o ecossistema. Os livros "Lendas e causos do Povo Potiguara" e "Histórias ancestrais povo potiguara" retratam a dinâmica do dia-a-dia, além dos Versos de Marinésio Cardoso, "Neguinho", relatados na epígrafe do livro "Histórias ancestrais do povo Potiguara" (MARQUES; SIMAS; SILVA, 2019) apresenta aspectos espirituais, ambientais e culturais da relação dos indígenas com a terra:

> O índio Potiguara/Nesta terra, ele nasceu/Ela é santa, ela é mãe/Ela é do índio, ela é de Deus./Olha o céu, olha a terra/Sol, estrelas e Luar/Quem fez o vento fez a chuva/Fez o índio, fez o mar./Nossa aldeia tem riqueza/Mata virgem de caçar/Mangue e lagos de água doce/E um rio para nós pescar".

No grupo outras características bióticas que têm um valor não utilizado, na classe características de sistemas vivos que têm um valor de existência, destaca-se o sentimento de topofilia, a conexão e a relação das pessoas com o lugar (CORTEZ, 2010; COSTA, 2022; SANTOS; MENEZES; LUM, 2022). Já no grupo outras características bióticas que têm um valor não mensurado, a classe características de sistemas vivos que têm valor de legado, são identificadas as coisas na natureza que queremos que as gerações futuras desfrutem ou usem, como ações de planejamento que são executadas hoje para garantir suprimentos de

[4] "Os Encantados são seres espirituais, guardiões e protetores dos espaços sagrados indígenas. Existem aqueles que já foram humanos e os que sempre foram seres de luz. São capazes de curar e de fazer adoecer, flechar as pessoas, tanto fisicamente como psicologicamente. Podem ajudar no trabalho, como guiar uma caça no meio do mato, no entanto, podem impedir, se contrariados, sua realização, fazendo com que os caçadores se percam na mata. Gostam de receber presentes, como fumo e mel, em contrapartida à proteção e à orientação prestada." (COSTA, 2022, p. 138)

estoque pesqueiro do caranguejo-uçá (*U. cordatus*), por exemplo, identificadas no plano de manejo da APA da Barra do Rio Mamanguape e da ARIE dos Manguezais da Foz do Rio Mamanguape (ICMBio, 2014 – Portaria nº 57 de 22/05/2014), a preservação de espécies como peixe-boi marinho (*Trichechus manatus*), cavalo-marinho (*Hippocampus reidi*), tartaruga verde (*Chelonia mydas*), tartaruga de pente (*Eretmochelys imbricata*), peixe mero (*Epinephelus itajara*), e a cultura dos Indígenas Potiguaras (CORTEZ, 2010; PALUDO; KLONOWSKI, 1999; RODRIGUES *et al*., 2005).

Finalizando a seção cultural, na divisão outras características dos sistemas vivos que têm significado cultural, no grupo práticas zooterapêuticas para recuperação da saúde, classe animais silvestres, foram identificados os saberes tradicionais medicinais (Quadro 2).

Quadro 2 - Saberes tradicionais: utilização das espécies da fauna do manguezal do estuário Mamanguape/PB para fins medicinais.

Espécie	Uso medicinal
Ostra do mangue (*Crassostrea rhizophorae*)	Osteoporose, pneumonia, dor de estômago, câncer, gripe, fraqueza, alívio da dor em lesões causadas pelo espinho da nadadeira dorsal de uma espécie de bagre, anemia, tuberculose
Maria farinha (*Ocypode quadrata*)	Gripe, asma, para aliviar os sintomas de intoxicação com veneno de niquim (Peixes, Batrachoididae)
Caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*)	Incontinência
Aratu do mangue (*Goniopsis cruentata*)	Doença venérea
Aratu preto (*Aratus pisoni*)	Epilepsia, para aliviar os sintomas de intoxicação com veneno de *Colomesus psittacus* (espécie de baiacu)
Marisco (*Anomalocardia brasiliana*)	Asma, gripe, dor de barriga
Sururu (*Mytella guyanensis*)	Fraqueza

Fonte: Alves e Rosa (2006, p. 263).

Considerações Finais

Portanto, foram identificados serviços de provisão, regulação e manutenção e culturais no estuário do rio Mamanguape (PB), o que destaca a importância da conservação do manguezal para que continuem existindo benefícios para as comunidades no quesito segurança alimentar e sobrevivência, que dependem diretamente de forma econômica para seu sustento. Além das diversas possibilidades da utilização dos recursos genéticos para indústria.

O manguezal é um importante ecossistema na mitigação e regulação do clima, proteção costeira, e sendo uma fonte de acúmulo de carbono e contribuição para o ciclo biogeoquímico global de outros elementos além do carbono, como o nitrogênio e enxofre. Por fim, destaca-se a necessidade da valorização dos conhecimentos tradicionais dos povos originários da etnia Potiguara, a mística espiritual, sagrada, simbólica e as práticas culturais

que caracterizam a identidade das comunidades na interação com o manguezal, principalmente pela forte relação entre os indígenas com a terra.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, destinando bolsa de doutorado para a primeira autora. Agradecemos a Welando Costa, Andressa Gomes, Thiago Sá e Jean Vilar pela ajuda durante os trabalhos de campo.

Referências

ALCOFORADO, A. V. C. **Índice de vulnerabilidade costeira e risco à inundação em cenários de mudanças climáticas no estuário do Rio Piranhas-Açu com utilização de imagens de sensores orbitais e de LiDAR aeroportado**. 2017. 121f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017.

ALONGI, D. M. Carbon cycling and storage in mangrove forests. **Annual review of marine science**, v. 6, p. 195-219, 2014.

ALVES, R. R. N.; ROSA, I. L. From cnidarians to mammals: The use of animals as remedies in fishing communities in NE Brazil. **Journal of ethnopharmacology**, v. 107, n. 2, p. 259-276, 2006.

ALVES, R. R. DA N.; NISHIDA, A. K. A ecdise do caranguejo-uçá, ucides cordatus l. (decapoda, brachyura) na visão dos caranguejeiros. **Interciencia**, v. 27, n. 3, p. 110–117, mar. 2002.

ALVES, R. R. DA N.; NISHIDA, A. K. Aspectos socioeconômicos e percepção ambiental dos catadores de caranguejo-uçá ucides cordatus cordatus (l. 1763) (decapoda, brachyura) do estuário do rio mamanguape, nordeste do brasil. **Interciencia**, v. 28, n. 1, p. 36–43, jan. 2003.

ANZOLIN, D. G. **Análise de contaminantes e biomarcadores em peixes-bois marinhos (Trichechus Manatus)**. 2011. 81 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Biologia Animal, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

ARAÚJO, E. D. S. *et al*. ANÁLISE AMBIENTAL DO ECOSSISTEMA MANGUEZAL NO ESTUÁRIO DO RIO MAMANGUAPE-PB. TERRA: Vulnerabilidades e Riscos Ecológicos. **Anais**...2021.

BARBOSA, I. K. P. **Ecoturismo e Etnoturismo na Aldeia Potiguara de Tramataia, Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape (PB)**. 2012. 97 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

BARBOSA, I. K. P.; CRISPIM, M. C. Potencialidades para o ecoturismo e etnoturismo na aldeia potiguara de Tramataia, APA da Barra do Rio Mamanguape (PB). **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)**, v. 8, n. 1, 19 fev. 2015.

BARBOSA, I. K. P.; SILVA, M. C. B. C. DA. ECOTURISMO E ETNOTURISMO NA ALDEIA POTIGUARA DE TRAMATÁIA, ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE (PB). **Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur)**, v. 4, 24 out. 2011.

BEZERRA, W. M. *et al*. Bacteriome associated with Rhizophora mangle sediments within brazil semi-arid mangroves. **Arq. Ciên. Mar**, Fortaleza, 2022, n. 55 (v. especial - 60 anos), p. 34 – 51, 2022.

BEZERRA, W. M. **Microbioma de sedimentos de manguezais brasileiros e seu potencial biotecnológico**. 2015. 137 f. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

BORBUREMA, H. D. S. *et al*. Mangrove macroalgae increase their growth under ocean acidification: A study with Bostrychia (Rhodophyta) haplotypes from different biogeographic provinces. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 552, p. 151740, 1 jul. 2022a.

BORBUREMA, H. D. S. *et al*. Photobiological and biochemical responses of mangrove-associated red macroalgae Bostrychia calliptera and Bostrychia montagnei to short-term salinity stress related to climate change. **Hydrobiologia**, 13 set. 2022b.

BRAGA, E. O. **Histórias indígenas e mitos restauradores**: os Potiguaras entre santos, festas e ruínas. 2019. Tese (Doutorado em Antropologia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

BRASIL. **Decreto nº 91.890, de 05 de novembro de 1985**. Declara como Área de Relevante Interesse Ecológico, ARIE, uma área de mangues denominada Manguezais da Foz do Rio Mamanguape, no Estado da Paraíba, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Atos/decretos/1985/D91890.html. Acesso em: ago. 2023.

BRASIL. **DECRETO N° 924, DE 10 DE SETEMBRO DE 1993**. CRIA A ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DA BARRA DO RIO MAMANGUAPE, NO ESTADO DA PARAÍBA. Cria a Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape no Estado da Paraíba e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. 1993. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1990-1994/D0924.htm. Acesso em: ago. 2023.

BUNTING, P. *et al*. The global mangrove watch - a new 2010 global baseline of mangrove extent. **Remote Sensing**, v. 10, n. 10, p. 1669, 2018.

CAMPANHA, M. M. *et al*. Serviços ecossistêmicos: histórico e evolução. *In*: FERRAZ, R. P. D.; PRADO, R. B.; PARRON, L. M.; CAMPANHA, M. M (ED.). **Marco referencial em serviços ecossistêmicos**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 37-54.

CARDOSO, T. M.; GUIMARÃES, G. C. (EDS.). **Etnomapeamento dos Potiguara da Paraíba**. Brasília, DF: FUNAI, 2012.

CICES. **CICES Version 5.1 now available**. Disponível em: https://cices.eu/ Acesso em: 03 mar. 2023.

COLARES, G. B. **Ecologia microbiana de sedimentos de manguezal do Estado do Ceará**. Fortaleza (CE), 2014. 162 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

CORTEZ, C. S. **Conhecimento Ecológico Local, Técnicas de Pesca e Uso dos Recursos Pesqueiros em Comunidades da Área de Proteção Ambiental Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil.** 2010.

COSTA, D.F.S. *et al*. Mapping and Assessment of Landscape's Capacities to Supply Ecosystem Services in the Semi-Arid Coast of Brazil—A Case Study of Galinhos-Guamaré Estuarine System. **Coasts**, v. 2, n. 3, p. 244–258, 2022. Doi: https://doi.org/10.3390/coasts2030012

CRUZ, F. T. P. **Ecoturismo de base comunitária**: diagnóstico para uma construção participativa na barra do Rio Mamanguape-PB. 2015. 161 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

DIAS, C. B. **Dinâmica do sistema estuarino Timonha/Ubatuba (Ceará - Brasil):** considerações ambientais. 2005. 146 f. Dissertação (mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

DINIZ, C. *et al*. Brazilian mangrove status: Three decades of satellite data analysis. **Remote Sensing**, v. 11, n. 7, p. 808, 2019.

DINIZ, M. T. M. *et al*. **Geografia costeira do Nordeste**: bases naturais e tipos de uso. Curitiba: CRV, 2016.

DUARTE, C. M. et al. The role of coastal plant communities for climate change mitigation and adaptation. **Nature climate change**, v. 3, n. 11, p. 961-968, 2013.

DUKE, N. C. Mangrove Coast. In: Harff, J.; Meschede, M.; Petersen. S.; Thiede, J. (eds.). **Encyclopedia of Marine Geosciences**. Berlin: Springer Science, p. 1-17, 2014.

EHRLICH, P.; EHRLICH, A. **Extinction: The Causes and Consequences of the Disappearance of Species**. New York: Random House, 1981.

FERREIRA, E. N. **Distribuição espaço - temporal e a pesca de siris (portunidae callinectes spp.) no estuário do rio mamanguape paraíba: um enfoque etnoecológico.** 2010. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br. Acesso em: 18 jan. 2023.

GODOY, M. D. P. **Alteração nas áreas de mangue em estuários no Estado do Ceará devido a mudanças nos usos do solo e mudanças climáticas.** 2015. 96 f. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

GOLDBERG, L. *et al*. Global declines in human driven mangrove loss. **Global change biology**, v. 26, n. 10, p. 5844-5855, 2020.

HAINES-YOUNG, R. H.; POTSCHIN, M. B. **Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure**. Nottingham, UK: Fabis Consulting Ltd., 2018. 53 p.

HUTCHISON, J. *et al*. Predicting global patterns in mangrove forest biomass. **Conservation Letters**, v. 7, n. 3, p. 233-240, 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha digital**. 2021. Disponível em: ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto. Acesso em: 20 abr. 2022.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Dados geoespaciais de referência da Cartografia Nacional e dados temáticos produzidos no ICMBio**. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/dados_geoespaciais/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais. Acesso em: 10 jan. 2023.

LACERDA, L. D. *et al*. 20-years cumulative impact from shrimp farming on mangroves of Northeast Brazil. **Frontiers in Forests and Global Change Tropical Forests**, v. 4, p. 653096, 2021.

LAGE-PINTO, F. *et al*. Reproductive phenology and influence of abiotic variables for two mangrove species in northeastern Brazil. **Rodriguésia**, v. 72, 2021.

LEE, S. Y. *et al*. Ecological role and services of tropical mangrove ecosystems: a reassessment. **Global Ecology And Biogeography**, [s.l.], v. 23, n. 7, p.726-743, 2014.

LIMA, N. G. B.; GALVANI, E. Interação dos atributos climáticos nos manguezais do litoral sul de São Paulo e sua relação com os controles climáticos. **Confins**, n. 36, 2018.

LUNA, W. F. *et al.* Projeto de Extensão Iandé Guatá: vivências de estudantes de Medicina com indígenas Potiguara. **Interface**, Botucatu, 2019.

MARENGO, J. A. *et al*. Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 90, p. 1973-1985, 2017.

MARIANO NETO, M.; SILVA, J. B. Análise geoambiental do Baixo Mamanguape - Paraíba, Brasil. **GeoTextos**, 20 jul. 2022.

MARQUES, C. F.; SIMAS, H. C. P.; SILVA, P. R. P. **Histórias Ancestrais do Povo Potiguara**. João Pessoa: clube de autores, 2019. 59 p.

MEIRELES, A. J. A.; CAMPOS, A. A. COMPONENTES GEOMORFOLÓGICOS, FUNÇÕES E SERVIÇOS AMBIENTAIS DE COMPLEXOS ESTUARINOS NO NORDESTE DO BRASIL. **Revista da Anpege**, v. 06, n. 06, p. 89–107, 2010.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MA). **Ecosystems and Human Well-Being**: Synthesis. Washington, D.C.: Island Press, 2005.

MORAIS, R. D. D. **ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DA VEGETAÇÃO DE MANGUE NA PARAÍBA:** SENSORIAMENTO REMOTO E GEOPROCESSAMENTO COMO FERRAMENTAS DE COLETA E ANÁLISES. 2014.

MOREIRA, C. C. L. **Valores de referência de qualidade para metais pesados em solos de mangue do Estado do Ceará:** subsídios para gestão da zona costeira. 2014. 164 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza-CE, 2014.

MOREIRA, J. F.; ANDRADE, M. O. O conflito de competências na gestão pública de uma APA: o caso da APA da Barra do rio Mamanguape-PB. **Revista Gestão Pública**: Práticas e Desafios, Recife, v. I, n. 1, fev. 2010

MOURA, L. T. L. DE. **QUALIDADE AMBIENTAL DO ESTUÁRIO MAMANGUAPE ATRAVÉS DA BIOINDICAÇÃO DE DIATOMÁCEAS (Bacillariophyta)**. 2016. 33f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

MUKHERJEE, N. *et al*. Ecosystem Service Valuations of Mangrove Ecosystems to Inform Decision Making and Future Valuation Exercises. **Plos One,** n. 9, v. 9. e107706. 2014.

NASCIMENTO, D. M. *et al*. An examination of the techniques used to capture mangrove crabs, Ucides cordatus , in the Mamanguape River estuary, northeastern Brazil, with implications for management. **Ocean & Coastal Management**, v. 130, p. 50–57, out. 2016.

NASCIMENTO, D. M. *et al*. Capture techniques' use of Caranguejo-uçá crabs (Ucides cordatus) in Paraíba state (northeastern Brazil) and its socio-environmental implications. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, p. 1051–1064, dez. 2012.

NASCIMENTO, D. M. *et al*. Commercial relationships between intermediaries and harvesters of the mangrove crab Ucides cordatus (Linnaeus, 1763) in the Mamanguape River estuary, Brazil, and their socio-ecological implications. **Ecological Economics**, v. 131, p. 44–51, 1 jan. 2017.

NOGUEIRA, V. L. R. *et al*. Microbiomes and potential metabolic pathways of pristine and anthropized Brazilian mangroves. **Regional Studies in Marine Science**, v. 2, p. 56–64, 1 nov. 2015.

PALUDO, D.; KLONOWSKI, V. S. **Estudo do impacto do uso de madeira de manguezal pela população extrativista e da possibilidade de reflorestamento e manejo dos recursos madeireiros**. São Paulo: MAB - UNESCO - MMA, n. 16, 1999. 54 p. (Série Cadernos da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica).

PEREIRA, H. M. **Percepção dos moradores sobre as atividades do projeto peixe-boi e da apa do Rio Mamanguape, PB**. 2012. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas). Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2012.

PESSOA, A. F. **Dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal na APA da Barra do Rio Mamanguape - PB.** 2016. 51 f. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Ecologia) - Departamento de Engenharia e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, Rio Tinto, 2016.

PINHEIRO, L. D. S.; MEDEIROS, D.; MORAIS, J. O. Dinâmica de manguezais associados a estuários-lagunares da Costa Oeste do estado do Ceará. 2019. Encontro da Rede BRASPOR, 9, 2019, Portugal. **Anais...** Portugal: [s.i.].

PINHEIRO, L. et al. Seascape Ethnomapping on the Inner Continental Shelf of the Brazilian Semiarid Coast. **Water**, v. 15, n. 4, p. 798, 2023.

POLIDORO, B. A. *et al*. The loss of species: mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. **Plos One**, v. 5, n. 4, p. e10095, 2010.

PROJETO VIVA O PEIXE-BOI-MARINHO. **O Projeto**. Disponível em: <https://vivaopeixeboimarinho.org/o-projeto>. Acesso em: 2 fev. 2023.

QUEIROZ, H. M. et al. Are acid volatile sulfides (AVS) important trace metals sinks in semi-arid mangroves? **Marine Pollution Bulletin**, v. 126, p. 318–322, 1 jan. 2018.

QUEIROZ, L. S. *et al*. Neglected ecosystem services: Highlighting the socio-cultural perception of mangroves in decision-making processes. **Ecosystem Services**, v. 26, p. 137-145, 2017.

RIUL, M. **Pegar e fazer**: a dinâmica da produção e dos usos de artefatos artesanais na região da Barra do Rio Mamanguape - PB e reflexões sobre design e produção do mundo artificial. 2015. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

ROCHA, M. S. P. et al. Use of fishing resources by women in the Mamanguape River Estuary, Paraíba state, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 84, p. 1189–1199, 2012.

RODRIGUES, F. M. et al. Nutritional composition of food items consumed by antillean manatees (Trichechus manatus manatus) along the coast of Paraíba, Northeastern Brazil. **Aquatic Botany**, v. 168, p. 103324, 1 jan. 2021.

RODRIGUES, G. S. et al (Eds.). **Avaliação de impactos ambientais para gestão da APA da Barra do Rio Mamanguape-PB**. Embrapa Meio Ambiente: Jaguariúna, SP, 2005

SALDANHA, D. S. **Avaliação dos serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas úmidas costeiras da zona estuarina no rio Piranhas-Açu (RN/NE - Brasil).** 2020. 138f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

SANTOS, M. L. C.; MENEZES, M. M. DE; LUM, K. D. Escrevivências: encontro negro e indígena em uma experiência de extensão universitária. **Educação Unisinos**, v. 26, p. 1–18, 2022.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; VALE, C.C.; CINTRÓN, G. Monitoramento do ecossistema manguezal: estrutura e características funcionais. In: TURRA, A.; DENADAI, M.R. (orgs).

Protocolos para o monitoramento de habitats bentônicos costeiros: rede de monitoramento de habitat bentônicos costeiros. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, 2015, p. 62-80.

SILVA, S. F. **Projeto "Se sabe de repente" jovens estudantes indígenas Potiguara da Aldeia Jaraguá visitam as dependências do Centro Cultural Potiguara (Palacete da família Lundgren)**. **EAGEO**, 14 nov. 2017. Disponível em: <http://eageo.blogspot.com/2017/11/projeto-se-sabe-de-repente-jovens.html>. Acesso em: 31 jan. 2023

SILVA, W. D. M. **Metais pesados em solos de manguezais em estuários da bacia Paraíba, Nordeste do Brasil**. 2015. 64 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

SOARES, L. M. DE O.; MIRANDA, G. E. C. DE; MOURÃO, J. DA S. Caranguejo Uçá (Ucides cordatus Linnaeus 1763): gestão sustentável do caranguejo uçá na APA/ARIE da Foz do Rio Mamanguape. **Gaia Scientia**, v. 14, n. 3, 30 set. 2020.

TAKAHASHI, M. A.; NISHIDA, A. K. Traditional knowledge and variations in capture techniques used for blue land crab (Cardisoma guanhumi>, L. 1825) along the coast of Paraíba, Brazil. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 40, p. e37743–e37743, 2018.

VALENCIA, C. A. I. **Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape**: análise das práticas tradicionais e do turismo de base comunitária. 2021. 164 f. Dissertação (Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, João Pessoa, 2021.

VALENCIA, C. A. I.; GALINDO, N. H.; MIRANDA, G. E. C. DE. Percepciones de turistas sobre bienestar y ecoturismo: el caso de una unidad de conservación en el nordeste brasileño. **Environmental Smoke**, v. 4, n. 2, p. 15–25, 31 ago. 2021.

ZAMBONI, N. S. et al. The protective role of mangroves in safeguarding coastal populations through hazard risk reduction: A case study in northeast Brazil. **Ocean & Coastal Management**, v. 229, p. 106353, 2022.

Mapeamento dos Pontos de Lançamento de Efluentes Domésticos na Rede de Drenagem Natural do Município de Soledade-PB

Mapping of Domestic Effluent Discharge Points in the Natural Drainage Network of the Municipality of Soledade-PB

Lázaro Avelino de Sousa
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-6505-1288
lazaroavelino@hotmail.com

Dalva Damiana Estevam da Silva
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-5882-3091
dalvaestevampb@gmail.com

Lucas Rodrigues Fernandes
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0009-0001-2288-2644
lucasroffer32@gmail.com

Sérgio Murilo Santos de Araújo
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-9599-4383
sergiomurilosa.ufcg@gmail.com

Resumo: O lançamento de efluentes no leito de rios e riachos urbanos é um problema ambiental comum em muitas cidades brasileiras. Na região do semiárido nordestino não é diferente. O município de Soledade, no interior da Paraíba, convive com essa realidade. Os efluentes produzidos na cidade são lançados diretamente nos leitos dos riachos Quixudi e Santa Luzia. Através de trabalho exploratório com equipamento de georreferenciamento, esta pesquisa identificou e mapeou os pontos de lançamento de efluentes nesses riachos, e mensurou o total da rede de drenagem municipal comprometida por esses poluentes. Os resultados indicam 33 pontos de lançamento, distribuídos por 4,42 km de canal fluvial, isto, considerando a distância do ponto mais a montante até o exutório de cada riacho. Essa extensão representa 1,2% da rede de drenagem principal do município. A importância deste mapeamento está em diagnosticar com dados confiáveis o problema, para que se possa planejar as intervenções cabíveis.

Palavras-chave: Efluentes domésticos, Drenagem urbana, Georreferenciamento.

Abstract: The discharge of effluents into the beds of urban rivers and streams is a common environmental issue in many Brazilian cities. In the northeastern semi-arid region, the situation is no different. The municipality of Soledade, in the interior of Paraíba, deals with this reality. The effluents produced in the city are discharged directly into the beds of the Quixudi and Santa Luzia streams. Through exploratory work using georeferencing equipment, this research identified and mapped the points of effluent discharge in these streams, and measured the extent of the municipal drainage network compromised by these pollutants. The results indicate 33 discharge points, spread over 4.42 km of river channel, taking into account the distance from the furthest upstream point to the outlet of each stream. This extent represents 1.2% of the main drainage network of the municipality. The importance of this mapping lies in diagnosing the problem with reliable data, in order to plan appropriate interventions.

Keywords: Domestic effluents, Urban drainage, Georeferencing.

Introdução

O saneamento básico é entendido como a gestão ou o controle dos fatores físicos que podem exercer efeitos nocivos aos seres humanos, prejudicando, portanto, o seu bem-estar físico, mental e social (CARCARÁ, SILVA e MOITA NETO, 2019). No Brasil, a Lei Federal nº 11.445/2007, atualizada pela Lei nº 14.026/2020, define o saneamento básico como o conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações operacionais de: i) abastecimento de água potável; ii) esgotamento sanitário; iii) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos; e iv) drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (BRASIL, 2020).

No tocante ao atendimento da população brasileira com esses serviços e infraestruturas públicas, o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS indica que, em 2021, 84,2% da população nacional era atendida com abastecimento de água em rede; 55,8% contava com rede de esgoto, e 89,9% tinha acesso ao serviço de coleta domiciliar de resíduos sólidos. Quando se trata de drenagem urbana, 83% dos municípios brasileiros contavam, em 2021, com algum tipo de sistema de drenagem, enquanto 17% não possuíam nenhum sistema. Ainda de acordo com o SNIS (2021), em todo território nacional, apenas 51,2% do esgoto produzido é tratado.

Diante da falta de sistemas de drenagem urbana, bem como de estações de tratamento de esgoto, é comum o lançamento de efluentes produzidos nas cidades diretamente nos leitos de rios e riachos, gerando graves impactos ambientais decorrentes da poluição das águas superficiais e dos lençóis freáticos por esses contaminantes.

Na Região Nordeste do Brasil, onde predomina o clima semiárido, a maior parte da rede de drenagem natural é composta por riachos temporários ou intermitentes, devido ao regime de chuvas. O lançamento de esgoto bruto nesse tipo de rios e riachos prejudica sobremaneira a já escassa disponibilidade hídrica, tanto superficial quanto subterrânea, afetando seriamente a qualidade da água. A esse respeito, Zanella (2014) já afirmava há quase dez anos que:

> Em se tratando de qualidade da água dos rios que drenam o semiárido, o principal problema é o lançamento de esgotos domésticos. Nas cidades, a ineficiência na coleta, no tratamento e na disposição final dos resíduos sólidos vem causando a poluição dos corpos d'água superficiais e subterrâneos, comprometendo o aproveitamento dos mananciais e causando problemas de saúde. Em rios com baixa disponibilidade hídrica, principalmente os que se encontram na região do semiárido, o problema de assimilação de cargas orgânicas está associado, sobretudo, às baixas vazões dos corpos d'água (ZANELLA, 2014, p. 137).

Essa realidade continua presente em muitos municípios da região semiárida brasileira. Barbosa et al. (2021) afirmam que 78,6% das sedes municipais localizadas nessa região não dispõe de serviço de coleta de esgoto sanitário. Dentre os 21,4% das sedes municipais que contam com o serviço, apenas 43,7% da população é beneficiada. Menos de

80% do volume de esgoto coletado anualmente na região semiárida é tratado antes de ser lançado à céu aberto nos corpos hídricos.

O município de Soledade, no Estado da Paraíba, é um dos muitos municípios do semiárido brasileiro que não dispõe de um sistema de drenagem urbana, muito menos de uma estação de tratamento de esgoto. A área urbana do referido município é cortada por dois trechos de riachos temporários que têm recebido ao longo dos anos toda a carga de efluentes domésticos produzida pelos seus quase 14 mil habitantes. Os denominados Riacho Quixudi e Riacho Santa Luzia pela Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba – AESA/PB, conduzem todo o fluxo de efluentes recebido para o Rio Soledade, afluente do Rio Taperoá, principal tributário do Rio Paraíba.

Por toda a extensão urbana desses riachos verifica-se pontos de lançamento de esgoto sem tratamento diretamente em seus leitos menores, contaminando toda a drenagem natural a jusante da cidade. Como a vazão dos efluentes apresenta um fluxo lento, a maior parte dos esgotos forma lagoas de água contaminada, parada, ideal para a proliferação de mosquitos, pernilongos e outros tipos de contaminação de veiculação hídrica.

Cordeiro, Silva e Almeida (2015) realizaram um estudo do uso e cobertura do solo na microbacia do Riacho Santa Luzia e verificaram que, além da remoção da mata ciliar e da contaminação do leito do riacho por diversos tipos de resíduos sólidos, o lançamento de esgoto doméstico sem tratamento é uma realidade que afeta de forma degradante o leito natural do referido riacho.

Diante desta problemática, a proposta deste trabalho é verificar e mapear os pontos de lançamento de efluentes domésticos nos leitos dos riachos Quixudi e Santa Luzia, no município de Soledade-PB, para mensurar quanto da extensão da rede de drenagem natural do município está comprometida por esse agente de contaminação.

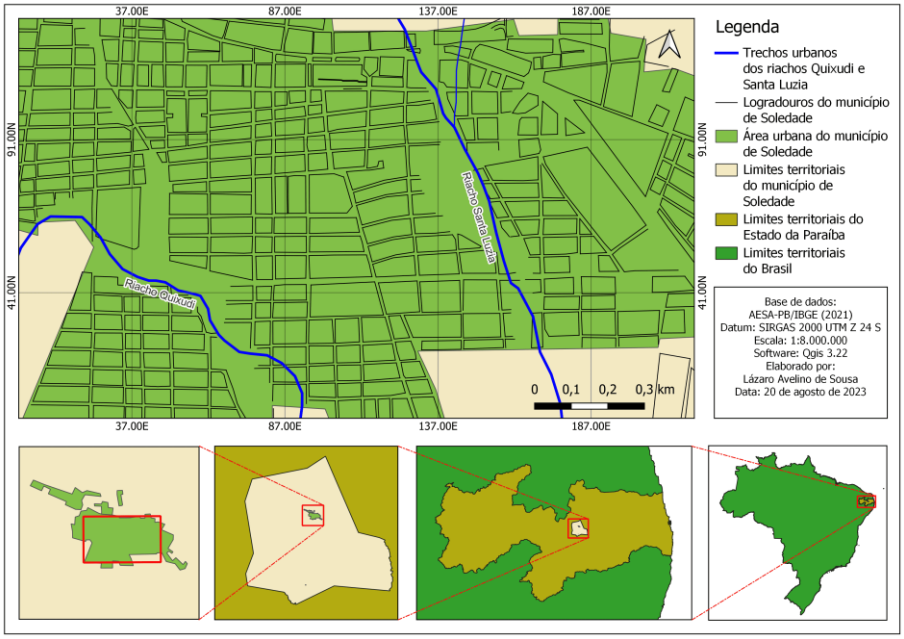
Material e Métodos

Área de estudo

A área de estudo está localizada no município de Soledade, no Estado da Paraíba (Figura 1), onde o clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo BSh-Semiárido quente, com precipitação predominantemente abaixo de 600 $mm \cdot ano^{-1}$ e temperatura mais baixa, devido ao efeito da altitude (400 a 700 m). O Mês mais chuvoso é o mês de março, com média de 100 mm, e os meses mais secos são outubro e novembro, com média de 10 mm (SOUSA, SILVA e ARAÚJO, 2022). As chuvas na região do município são influenciadas pelas massas Atlânticas de Sudeste e do Norte (FRANCISCO, MEDEIROS e SANTOS, 2018).

A vegetação desta unidade territorial é formada por florestas subcaducifólica e caducifólica, próprias das áreas agrestes (MEDEIROS, 2022).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Os autores (2023).

O município possui 13.968 habitantes, de acordo com o último censo, com densidade demográfica de 24,16hab/km^2. O número total de domicílio é de 6.429 (IBGE, 2022). A expansão urbana desconsidera as Áreas de Preservação Permanente dos riachos urbanos, desprovendo-as de mata ciliar e utilizando os leitos desses riachos para drenar esgoto doméstico à céu aberto. O total de domicílios com esgotamento sanitário adequado era de 55,4% em 2010, porém apenas 0,2% dos domicílios urbanos em via pública possuía urbanização adequada, com presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio (IBGE, 2010).

Procedimentos metodológicos

Para a realização do mapeamento foi feito trabalho de campo para a identificação e coleta das coordenadas geográficas dos pontos de lançamento de esgoto nos leitos dos riachos. Para isso foi utilizado um receptor GPS Garmin eTrex 32x, através do qual coletou-se as coordenadas de cada ponto. O tipo de conexão dos efluentes com o leito dos riachos foi fotografado em cada ponto visitado. As coordenadas de cada ponto foram exportadas para o software livre Qgis 3.22 e convertidas para o formato UTM para a confecção do mapa.

Após serem plotados no Qgis, os pontos foram sobrepostos ao traçado da rede de drenagem principal do município de Soledade, disponibilizado em formato Shapefile pela

AESA/PB, tendo como plano de fundo o gráfico da malha urbana do município, disponibilizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.

A partir da localização do ponto de lançamento de efluente mais a montante do fluxo de escoamento de cada riacho, fez-se a medição dos trechos da rede de drenagem compreendidos entre esses pontos e o exutório de cada riacho. Essa medição foi feita em quilômetros com o uso da régua do próprio Qgis, seguindo as linhas do Shapefile correspondentes aos riachos.

Em seguida fez-se a medição de toda a extensão do percurso superficial da rede de drenagem principal do município, representada no arquivo Shapefile. Essa medição foi feita em quilômetros com o uso da ferramenta Calculadora de Campo do Qgis.

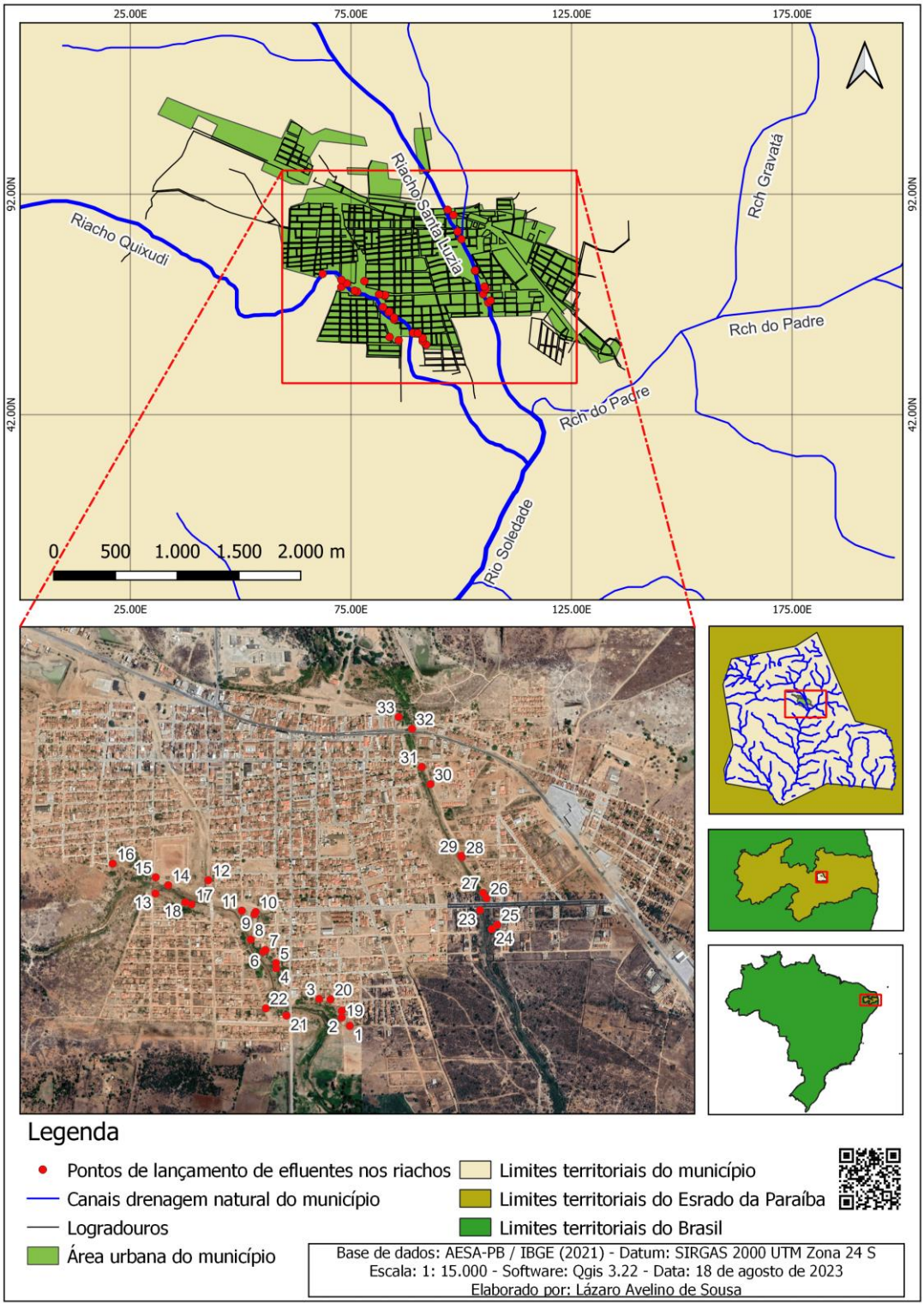
Do total da extensão do percurso superficial da rede de drenagem do município foi subtraído o total referente ao comprimento dos trechos afetados pela contaminação por efluentes, e foi calculado o valor percentual que esta medida representa em relação ao total da rede de drenagem principal do município.

Resultados e discussão

A pesquisa de campo identificou e mapeou 33 pontos de lançamento de efluentes domésticos nos leitos dos dois riachos, sendo 22 no trecho correspondente ao Riacho Quixudi e 11 no trecho correspondente ao Riacho Santa Luzia (Figura 2).

Os tipos de conexão dos efluentes com os leitos dos riachos foi identificado e fotografado na medida do possível. Em alguns dos pontos não foi possível identificar o tipo de conexão, por estarem completamente submersos. O Quadro 1 traz as coordenadas de cada ponto identificado e o tipo de conexão do efluente com o leito dos riachos.

Figura 2 – Mapa de localização dos pontos de lançamento de efluentes nos riachos



Fonte: Os autores (2023)

Quadro 1 – Tipos de conexão dos efluentes com os leitos dos riachos

Ponto	Coordenadas	Tipo de Conexão	Ponto	Coordenadas	Tipo de conexão
1*	**Long:** 791387.86 E **Lat:** 9218022.71 S	Tubo PVC 100 mm	19*	**Long:** 791359.36 E **Lat:** 9218075.67 S	Tubo PVC 100 mm
2*	**Long:** 791358.63 E **Lat:** 9218051.52 S	Tudo PVC 100 mm	20*	**Long:** 791319.81 E **Lat:** 9218115.92 S	Tubo PVC 100 mm
3*	**Long:** 791279.83 E **Lat:** 9218117.40 S	Não identificado	21*	**Long:** 791163.74 E **Lat:** 9218059.00 S	Não identificado
4*	**Long:** 791128.44 E **Lat:** 9218226.37 S	Tubo PVC 100 mm	22*	**Long:** 791090.72 E **Lat:** 9218085.81 S	Tubo PVC 100 mm
5*	**Long:** 791127.54 E **Lat:** 9218244.12 S	Não identificado	23**	**Long:** 791850.39 E **Lat:** 9218426.34 S	Galeria em alvenaria
6*	**Long:** 791082.06 E **Lat:** 9218284.25 S	Tubo PVC 100 mm	24**	**Long:** 791891.71 E **Lat:** 9218359.09 S	Tubo PVC de diâmetro não identificado
7*	**Long:** 791090.40 E **Lat:** 9218290.61 S	Tubo PVC 100 mm	25**	**Long:** 791911.22 E **Lat:** 9218374.52 S	Não identificado
8*	**Long:** 791038.97 E **Lat:** 9218327.14 S	Tubo PVC 100 mm	26**	**Long:** 791873.80 E **Lat:** 9218468.63 S	Tubo PVC 150 mm
9*	**Long:** 791052.57 E **Lat:** 9218416.68 S	Tubo PVC 150 mm	27**	**Long:** 791861.16 E **Lat:** 9218487.37 S	Tubo PVC 150 mm
10*	**Long:** 791056.46 E **Lat:** 9218424.43 S	Manilha de Cimento de diâmetro não identificado	28**	**Long:** 791787.85 E **Lat:** 9218613.93 S	Tubo PVC 100 mm
11*	**Long:** 791007.72 E **Lat:** 9218429.71 S	Não identificado	29**	**Long:** 791785.50 E **Lat:** 9218617.70 S	Tubo PVC 100 mm
12*	**Long:** 790889.60 E **Lat:** 9218537.46 S	Não identificado	30**	**Long:** 791677.51 E **Lat:** 9218870.07 S	Tubo PVC 150 mm
13*	**Long:** 790702.49 E **Lat:** 9218491.72 S	Tubo PVC 150 mm	31**	**Long:** 791647.24 E **Lat:** 9218931.73 S	Tubo PVC 200 mm
14*	**Long:** 790747.87 E **Lat:** 9218520.11 S	Não identificado	32**	**Long:** 791613.31 E **Lat:** 9219065.40 S	Tubo PVC 100 mm
15*	**Long:** 790703.07 E **Lat:** 9218548.24 S	Caixa coletora ligada ao riacho	33**	**Long:** 791566.84 E **Lat:** 9219107.90 S	Tubo PVC 150 mm
16*	**Long:** 790551.60 E **Lat:** 9218597.36 S	Não identificado			
17*	**Long:** 790829.93 E **Lat:** 9218452.30 S	Não identificado			
18*	**Long:** 790807.88 E **Lat:** 9218460.67 S	Não identificado			

Fonte: Os autores (2023) * pontos de lançamento no Riacho Quixudi; ** Pontos de lançamento no Riacho Santa Luzia

Os pontos de maior vazão aparente dos fluxos de lançamento de esgoto bruto nos leitos dos riachos foram: o ponto 10, no Riacho Quixudi, e o ponto 23, no Riacho Santa Luzia, conforme ilustrado nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 – Lançamento de efluente através de manilha de cimento de diâmetro não identificado no leito do Riacho Quixudi em Soledade-PB (2023)

Fonte: Os autores (2023)

Figura 4 – Lançamento de efluente através de galeria em alvenaria de diâmetro não identificado no leito do Riacho Santa Luzia em Soledade-PB (2023)

Fonte: Os autores (2023)

Outro ponto que merece destaque é o ponto 16, onde a lagoa de esgoto parado à céu aberto apresentava proliferação de pernilongos no dia da visita de campo (Figura 5). Esse é o ponto mais a montante localizado no Riacho Quixudi. Aqui foram vistas crianças descalças e sujas catando lixo bem próximo às lagoas de esgoto (Figura 6).

Figura 5 – Proliferação de pernilongos em lagoa de esgoto à céu aberto às margens do Riacho Quixudi em Soledade-PB (2023)

Fonte: Os autores

Figura 6 – Crianças catando lixo próximo a um ponto de lançamento de esgoto à céu aberto nas margens do Riacho Quixudi em Soledade-PB

Fonte: Os autores

Diante do quadro de degradação verificado nota-se a gravidade desse problema para a saúde e bem-estar da população soledadense. A rede de drenagem natural do município encontra-se totalmente comprometida por toda essa poluição. Esse quadro se agrava quando se verifica o crescimento desordenado das áreas residenciais para as margens dos riachos.

Entre os anos de 2010 e 2022 o IBGE registrou um aumento de 24,81% no número total de domicílios no município de Soledade, passando de 4.841 em 2010, para 6.439 em

2022. Já o crescimento populacional foi de 1,6% no mesmo período. Imagens do Google Earth ilustram esse crescimento domiciliar mostrando o surgimento de um bairro inteiro entre agosto de 2009 e agosto de 2023 na margem sul do Riacho Quixudi, conforme se vê na Figura 7.

Figura 7 – Surgimento do bairro Chico Pereira em Soledade-PB entre os anos de 2009 e 2023 na margem sul do Riacho Quixudi

Fonte: Google Earth

Toda a rede de drenagem natural do município de Soledade conduz seu fluxo de escoamento para o Rio Soledade, afluente do Rio Taperoá, sendo que este último enfrenta a mesma problemática de poluição por efluentes. Silva (2020) relata que, “o esgoto produzido na cidade de Taperoá une-se com o de várias outras cidades que estão às margens do rio de mesmo nome, sendo todo o fluxo direcionado para o leito natural do rio”.

No intuito de mensurar a extensão territorial da poluição causada por esse tipo de prática no município de Soledade, procedeu-se a medição dos trechos da rede de drenagem contaminados pelo lançamento de efluentes.

Verificou-se, de acordo com os procedimentos descritos na metodologia, que a extensão do percurso superficial da drenagem principal do município de Soledade equivale a 374,5 km. Já o trecho contaminado do Riacho Quixudi, partindo do ponto de lançamento de efluentes mais a montante, até o encontro do riacho com o Rio Soledade, mede 2,56 km de extensão. Para o Riacho Santa Luzia, essa medida foi de 1,86 km de extensão. Assim, o total geral da extensão dos trechos contaminados nos dois riachos foi de 4,42 km, equivalendo a 1,2% da extensão total da rede de drenagem principal do município.

Considerando que toda essa poluição tem o mesmo destino, ou seja, o leito do Rio Soledade, é importante observar que, embora seja um percentual pequeno da rede de drenagem que produz tal poluição no município, essa situação se agrava nos períodos de chuva, quando todo o fluxo de efluentes disposto nos leitos dos rios é carreado pelas águas pluviais. Isso conduz a poluição produzida no município de Soledade para o leito já poluído do Rio Taperoá, comprometendo toda a rede de drenagem do Rio Paraíba, por consequência.

Uma ação que poderia amenizar a poluição do Rio Soledade pelos efluentes dos riachos Quixudi e Santa Luzia é a conclusão da estação de tratamento de esgoto iniciada pela

gestão municipal de Soledade nas proximidades da zona de encontro desses canais fluviais (Figura 8).

Figura 8 – Estação de tratamento de esgoto inconcluída em Soledade-PB

Fonte: Google Earth e foto dos autores

Em visita ao local da construção da estação de tratamento verificou-se uma obra parada, com aspecto de abandono. A vegetação já se prolifera lentamente pelo leito dos tanques de decantação, reocupando o seu espaço. Não há sinal de obra em andamento, pois não se verifica trabalhadores no local, nem mesmo material de construção ou maquinário.

Considerações Finais

A situação de degradação ambiental verificada nos trechos de riachos urbanos no município de Soledade não é uma realidade apenas deste município. Como se viu no texto introdutório deste trabalho, em todo território nacional, pouco mais da metade do esgoto produzido é tratado. Este é um problema grave que afeta a saúde da população em pontos estratégicos, como o abastecimento de água potável e a salubridade do ambiente de convívio social.

O abastecimento de água potável é afetado pela contaminação das bacias hidrográficas por esses efluentes, tanto em nível superficial, quanto em nível de lençol freático. As lagoas de esgoto que fluem pelos canais fluviais são conduzidas pelas chuvas até os reservatórios de abastecimento das cidades. Dependendo do volume de esgoto lançado nesses reservatórios a capacidade de diluição desses efluentes pelas águas pode ser superada, tornando a água imprópria para o consumo. Quando permanecem paradas por um

longo período de tempo nos leitos dos rios, as lagoas de esgoto se infiltram no solo, podendo chegar ao nível do lençol freático.

No tocante a salubridade do ambiente de convívio social, a poluição disseminada ao longo dos riachos urbanos provoca mal cheiro, produz focos de proliferação de insetos, propicia a disseminação de doenças de veiculação hídrica, enfeia a paisagem urbana, etc.

Diante disso, a importância deste mapeamento reside em diagnosticar com dados confiáveis (aferidos em campo) o problema aqui relatado, para que se possa planejar as intervenções cabíveis. Dessa forma, o presente trabalho pode servir de base para trabalhos futuros, como por exemplo a verificação da vazão desses efluentes para a mensuração dos atributos necessários para o seu devido tratamento e reaproveitamento dessas águas.

Referências

CARCARÁ, M. do S. M.; SILVA, E. A. da; MOITA, J. M. Saneamento básico como dignidade humana: entre o mínimo existencial e a reserva do possível. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 24, p. 493-500, 2019.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2020.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÃO SOBRE SANEAMENTO. Painel do setor de saneamento. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel. Acesso em: 19 ago. 2023.

ZANELLA, M. E. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. *Caderno Prudentino de Geografia*, v. 1, n. 36, p. 126-142, 2014.

BARBOSA, R. B. G.; ALMEIDA, R. de S.; MEIRA, A. C. S.; SILVA, D. R. S.; MOURA, L. B.; PESSOA, T. Identificação dos impactos socioambientais decorrentes da implantação da estação de tratamento de esgoto no Semiárido Paraibano. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 10, p. e263101018678-e263101018678, 2021.

CORDEIRO, L. M. de M.; SILVA, M. D. da; ALMEIDA, N. V. Diagnóstico do uso e cobertura da terra da microbacia hidrográfica do Riacho Santa Luzia, com o uso de imagens Landsat 8. *Revista Equador*, v. 4, n. 03, p. 731-738, 2015.

SOUSA, L. A. de.; SILVA, J. B. da.; ARAÚJO, S. M. S. de. Use and occupation of the surface based on the Soil-Adjusted Vegetation Index (SAVI) in the Permanent Preservation Area (PPA) of the Santa Teresa reservoir in Soledade-PB. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 14, p. e371111436489, 2022.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M.; SANTOS, D. *Evapopluviogramas do Estado da Paraíba*: Ed. Edufcg, 2018.

MEDEIROS, R. M. Flutuabilidade pluvial e sua relação com o fenômeno La Niña entre os municípios Soledade e Juazeirinho, Paraíba, Brasil. *Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability*, v. 4, n. 1, 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=37225&t=resultados. Acesso em: 22 ago. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/soledade/panorama. Acesso em: 22 ago. 2023.

SILVA, A. M. D. Ações antrópicas no Rio Taperoá na área urbana de Taperoá-PB. 2020. 49f. Monografia (Licenciatura em Geografia) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

Capacidade Adaptativa: Metodologias Aplicadas em Diferentes Escalas

Adaptive Capacity: Methodologies Applied at Different Scales

Epaminondes Pinheiro Machado Neto
Universidade Estadual do Ceará - UECE
https://orcid.org/0000-0002-8110-5183
epaminondes7pinheiro@gmail.com

Francisca Leiliane Sousa de Oliveira
Universidade Estadual do Ceará - UECE
https://orcid.org/0000-0003-4248-4536
leila.geografia@gmail.com

Maria Lúcia Brito da Cruz
Universidade Estadual do Ceará - UECE
https://orcid.org/0000-0002-2202-923X
mlbcruz@gmail.com

Resumo: O presente artigo tem como objetivo analisar indicadores de Capacidade Adaptativa a partir de referenciais teóricos aplicados em diferentes escalas e por meio de um modelo comparativo entre metodologias utilizadas em cada recorte espacial (Global, nacional, regional e local). Assim, foram realizadas revisão bibliográfica, elaboração de modelos teóricos sobre as obras, observação dos objetivos, dos indicadores, das áreas de aplicação dos trabalhos avaliados, além de apresentar a possibilidade de comparação entre as escalas utilizadas. Os resultados gerados são apresentados em gráficos e tabelas. Nos estudos revisados por essa pesquisa, os aplicados em escala de detalhe apresentam resultados homogêneos, já em grandes escalas geram dados heterogêneos influenciando na forma de aplicação e apresentação dos resultados e nas avaliações previamente realizadas pelos pesquisadores. Quanto a obtenção dos indicadores para avaliação da Capacidade Adaptativa, foi potencializada com a validação teórica e técnica desses indicadores utilizados em conjunto com discussões qualiquatitativa dos dados.

Palavras-chave: Capacidade Adaptativa. Secas. Risco. Desastre.

Abstract: The theme addressed in this has as the main objective to analyze indicators of Adaptive Capacity from theoretical references applied at different scales and through a comparative model between methodologies used in each spatial cut (global, national, regional, and local). Thus, this study carried out a literature review, the elaboration of theoretical models on the works, the observation of the objectives, indicators, and application areas of the evaluated studies, besides presenting the possibility of comparison between the scales used. The generated results are presented in graphs and tables. In the studies reviewed by this research, those applied on a detailed scale present homogeneous results. However, the studies applied on large scales generate heterogeneous data, influencing the way in which results are applied and presented, as well as in the assessments previously carried out by the researchers. Regarding the gathering of indicators for the assessment of Adaptive Capacity, it was enhanced through a theoretical and technical validation of these indicators used in conjunction with quali-quantitative discussions of the data.

Keywords: Adaptive Capacity; Droughts; Risk; Disaster.

Introdução

A população global convive com variadas intempéries climáticas nos ambientes em que habita, possibilitando ao longo de sua evolução na história a adaptação e desenvolvimento de técnicas para sua sobrevivência. Existem inúmeras representações desta

evolução a eventos adversos de origem naturais e sociais que permitem a sobrevivência da espécie humana.

Este estudo tem como objetivo avaliar e mensurar metodologias de Capacidade Adaptativa à seca em diferentes escalas geográficas global, nacional, regional e local para elaboração de um modelo comparativo entre as metodologias em cada escala de análise.

Nessa perspectiva, corrobora na elaboração de pesquisas a realização de modelos teóricos que “serve a muitos propósitos, mas serve fundamentalmente para comunicar alguma coisa sobre o objeto da modelagem de forma a gerar um entendimento mais completo sobre a realidade”, destacando que, são fundamentais propostas metodológicas adotadas por meio de severidade nas escolhas sem ambiguidades e correta seleção dos elementos adotados (Sayão, 2001, p.83).

Consonante a isso, os modelos que incluem a Capacidade Adaptativa são basilares para compreensão de como lidar com eventos estressores a partir de medidas a garantir a subsistência dos afetados, por meio de estratégias que incluam as comunidades nos processos de tomada de decisões (Battharia e Das, 2007), sendo que:

> Adaptation and adaptive capacities describe techniques, assets and strategies applied or available for use in changing the institutional (cultural and legislative rules that determine rights and responsibilities) and structural (balance and distribution of assets and information) frameworks that constrain human action to intervene in vulnerability; that is, manage exposure, susceptibility and resilience at any one moment in time (Birkmann et al, 2013, p. 201).

A partir do exposto, é de suma importância avaliação das adaptabilidades a eventos desastrosos por meio de indicadores que auxiliam na aferição de como as sociedades se adaptam às condições adversas geradas por desastres climáticos, entre eles o desastre da seca.

As discussões realizadas neste estudo foram comparativas entre quatro pesquisas realizadas em distintas escalas global, nacional, regional e local que desenvolvem metodologias a partir de discussões da aferição da Capacidade Adaptativa de grupos expostos a intempéries climáticas como secas extrema para análise das escalas utilizadas e realização de um modelo comparativo entre as metodologias aplicadas em cada recorte espacial.

Referencial teórico

Para compreensão de como a Capacidade Adaptativa pode ser avaliada por meio de indicadores em diferentes escalas (global, nacional, regional e local) é relevante discutirmos

a escala como recorte espacial, a Capacidade Adaptativa relacionada aos conceitos de risco e desastre.

Escalas como recorte espacial

Existem distintos tipos de escalas que caracterizam as dimensões no espaço geográfico, estas são divididas na Geografia em escala de análise com precisão cartográfica, apresentando características próprias em cada dimensão espacial estudada. Na geografia temos Racine, Raffestin e Ruffy descrevem que:

> (...) escala cartográfica exprime a representação do espaço como "forma geométrica", enquanto a escala que poderíamos e, sob muitos aspectos, deveríamos qualificar de geográfica, exprime a representação da relação que as sociedades mantêm com esta "forma geométrica" (Racine; Raffestin; Ruffy, 1983, p.124).

Pode-se definir “a escala como uma função do esquecimento coerente que permita uma ação bem sucedida. A escala aparece desde então como um filtro que empobrece a realidade, mas que preserva aquilo que é pertinente em relação a uma dada intenção (Racine; Raffestin; Ruffy, 1983, p.127)”.

Em um universo amplo de informações, os autores retratam a escala como possibilidade para descrever aquilo que é considerado mais importante pelo pesquisador, possibilitando um recorte do todo a partir de um “esquecimento coerente”, ou seja, intencional para manutenção das informações relevantes sobre determinado espaço ou informação contida no lócus em estudo.

As contribuições realizadas pelos autores a partir do “esquecimento coerente” revelam a atuação do pesquisador enquanto agente no processo de escolha das informações utilizadas, assim como, a Capacidade Adaptativa a partir de sua representação teórica para a indicação de problemáticas, possuindo as áreas predeterminadas para aplicação deste conceito, por meio de circunstâncias específicas em cada caso em estudo.

A retratação de determinado conceito em detrimento de outros são escolhas metodológicas que representadas no espaço agregam ou excluem determinadas informações, em associação às práticas espaciais que “são ações que contribuem para garantir os diversos projetos. São meios efetivos através dos quais objetiva-se a gestão do território, isto é, a administração e o controle da organização espacial em sua existência e reprodução” (Corrêa; Castro et al, 1995, p.35).

Entre as práticas espaciais Corrêa, Castro et al (1995) apresenta a seletividade espacial, a fragmentação e desmembramento que podem ser relacionados à utilização do “esquecimento coerente” a partir das escalas em análise, pois a seletividade de determinadas

áreas para produção, como no Semiárido brasileiro para atividade pecuarista, influenciam na forma de fixação da população e em todos os processos de desenvolvimento do espaço.

Assim como, a fragmentação e desmembramento espacial com o surgimento de vilas, distritos e municípios em regiões semiáridas a partir da fragmentação e desmembramento, para organização do espaço e aplicação de políticas públicas.

Dessa forma, o Espaço Geográfico como palco integrado das ações humanas por meio da técnica e do processo histórico de formação social possibilitam a formação e transformação das ações sociais ao longo do tempo possibilitando, com isso, as permanências e as mudanças que ocorrem, assim transformando constantemente o todo, com aspectos distintos nas diferentes dimensões espaciais da terra (Santos, 2006).

Considerar os processos de formação do espaço permite compreender as diversas possibilidades de aplicação metodológica em estudos que consideram a complexidade do conceito de escala e do cuidado na escolha da área de execução dos indicadores de Capacidade Adaptativa.

Corrêa, Castro et al (1995, p. 118) apresentam que “a abordagem geográfica do real enfrenta o problema básico do tamanho, que varia do espaço local ao planetário. Esta variação tamanhos e de problemas não é uma prerrogativa da geografia.” A representação de um conceito e a forma em que ele é aplicado no real deve ter consonância com a escala em aplicação do mesmo, seja em detalhe ou em ampla dimensão espacial, refletindo na escala as variações sociais, culturais e políticas existentes em cada área em estudo, sendo que, há:

> (...) variação de atributos dos fenômenos da grande e pequena escala. Assim, a informação factual, os dados individuais ou desagregados, os fenômenos manifestos, a tendência à heterogeneidade, a valorização do vivido são atributos dos fenômenos observados na grande escala, enquanto a informação estruturante, os dados agregados, os fenômenos latentes, a tendência á homogeneização e valorização do organizado são atributos dos fenômenos observados na pequena escala. Homogeneidade e heterogeneidade resultam da perspectiva de observação, fruto de uma escolha, que deve ser consciente e explicada (Corrêa, Castros et al, 1995, p. 120).

A consciência da diferenciação de dados em diferentes escalas em conjunto com a observação e objetivos do pesquisador atribuem variações que ampliam o olhar sobre determinado tema e/ou problemática, mas em determinadas circunstâncias não auxiliam de forma concreta a esgotar possibilidade de análise, e discussões a depender da dimensão espacial.

A leitura realizada por Corrêa, Castro et al (1995) mostra que a diferenciação de escalas é ponto importante para obtenção de determinada informação, influenciando diretamente os usos destas em determinada pesquisa e na obtenção de dados.

Com base nas ideias de Corrêa, Castro et al (1995), em grandes escalas pode-se obter detalhamento de informações, a valorização do espaço vivido e qualidade nas informações, que podem ser atribuídas ao detalhamento. Já em pequenas escalas, as informações são amplas e gerais, levando a variação de dados, organização de informações, indicadores em grande quantitativo numérico e pouca variação dos atributos qualitativos.

As relações entre escala de análise e objetivo de estudo são cruciais para identificação de problemáticas e indicação de possíveis respostas, possuindo uma atuação direta dos envolvidos na pesquisa, sendo que:

> O recurso de pensar a escala permite analisar o fenômeno a partir da medida da sua significância, isto é, da extensão que lhe dá sentido. Deixando claro que para a pesquisa nem o fenômeno, nem a escala de análise são dados da natureza, mas escolhas intelectuais fortemente influenciadas pelas matrizes teóricas dos pesquisadores e pelos seus contextos sociais (Castro, 2014, p. 88).

A autora continua afirmando que “trata-se de tentar estabelecer uma distinção metodológica entre realidade e objeto de conhecimento, a primeira pode ser considerada „tudo que é‟ e o segundo é a parte concebida do real”. O retrato do real pode ser realizado a partir de inúmeras perspectivas, entre elas, na obtenção de dados por meio de órgãos internacionais, nacionais, regionais e de organismos locais, cada um com precisões e formas de representações diferentes.

> Quando o tamanho muda, as coisas mudam o que não é pouco, pois tão importante quanto saber que as coisas mudam com o tamanho, é saber como elas mudam, quais os novos conteúdos nas novas dimensões. Esta é, afinal, uma problemática geográfica essencial (Corrêa, Castro et al, 1995, p. 137).

A partir deste fato, de essência geográfica, base de análise deste estudo que coloca em evidência as variações em quatro escalas de observação, para a compreensão dos diversos processos estudados no espaço geográfico de forma intencional a partir da Geografia.

Capacidade Adaptativa

A Capacidade Adaptativa é um conjunto de ações de comunidades ou pessoas expostas a eventos danosos para redução de determinado risco, que é a “probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas conseqüências são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse indivíduo ou grupo” (Almeida, 2011, p. 87).

Existem inúmeras definições de Capacidade Adaptativa por meio de variadas metodologias de avaliação das populações expostas a determinados fenômenos. Em referência a desastre da seca em ambiente rural no Semiárido brasileiro Mancal (2016) descreve:

> A capacidade adaptativa das comunidades rurais do semiárido é a sua habilidade potencial de se reorganizar diante das variações e mudanças e situar-se na melhor condição possível dentro das limitações dos recursos disponíveis, de modo a garantir a qualidade de vida da população em períodos de seca (Mancal et al, 2016, p. 260).

O desastre da seca é caracterizado como uma interrupção do sistema hidrológico de forma que o fenômeno adverso atue sobre um sistema ecológico, econômico, social e cultural vulnerável, sendo o fenômeno da seca considerado também um fenômeno social (Universidade Federal de Santa Catarina, 2013).

Assim, é necessário compreender as metodologias aplicadas à avaliação da Capacidade Adaptativa de grupos humanos expostos a extremos climáticos para discussão sobre as práticas em estudo nesta temática.

Os indicadores são ferramentas que possibilitam a aferição de problemas que diminuem a capacidade de determinada população de lidar com as secas, pois “a percepção/análise das transformações de uso e ocupação de determinado espaço geográfico e a localização dos grupos de indivíduos mais vulneráveis, podem contribuir para ações de redução de risco de desastres locais e micro locais” (Oliveira, 2018b, p. 150).

Metodologia

Este estudo apresenta revisão de quatro metodologias aplicadas à mensuração da Capacidade Adaptativa à seca e outros eventos danosos. As discussões circundam quatro dimensões: global, nacional, regional e local.

As metodologias em destaque estão dimensionadas no quadro 1, para obtenção da melhor compreensão dos procedimentos aplicados a avaliação de Capacidade Adaptativa à seca, com fundamentação em estudos que englobam trabalhos específicos sobre o fenômeno da escassez hídrica e contribuições em outras categorias de análise como enchentes e deslizamento de massa.

Quadro 1 - Metodologias de mensuração de Capacidade Adaptativa.

Escala	Título da pesquisa	Características
Global	World Risk Report 2016 (Relatório de Risco Global 2016)	Realiza estudo a nível global da vulnerabilidade de 171 países a eventos danosos, entre eles a seca. A Capacidade Adaptativa é mensurada por meio de 12 indicadores gerais (UNU-EHS, 2016).
Nacional	Vulnerability to Drought Cyclones end Floods in Índia (Vulnerabilidade a Secas, Ciclones e Inundações na Índia)	Aplica o índice de vulnerabilidade a três eventos danosos: secas, ciclones e enchentes na índia em 16 estados. Possui Capacidade Adaptativa para realização do trabalho a partir de 4 indicadores (BHATTACHARYA e DAS, 2007).
Regional	Desenvolvimento De Indicadores De Vulnerabilidade à Seca na Região Semiárida Brasileira	Apresenta metodologia para mensurar a vulnerabilidade à seca no estado da Paraíba, Brasil, em três municípios representando as regiões em que as unidades municipais estão localizadas. Foram utilizados 7 indicadores para mensuração da Capacidade Adaptativa da população (ROSENDO, 2014).
Local	Indicadores de Vulnerabilidade e Risco Local: O Caso do Município de Pacoti, CE	Desenvolve metodologia de avaliação de vulnerabilidade a desastre local e micro local. Utiliza metodologias World Risk Report 2016, a partir dos indicadores, adaptando a escala em estudo por meio de trabalho em campo e coleta de dados na cidade de Pacoti, Ceará, em área urbana (OLIVEIRA, 2018b).

Fonte - UNU-EHS (2016), BHATTACHARYA e DAS (2007), ROSENDO (2014) e OLIVEIRA (2018b).

As diferentes escalas de aplicação do índice de Capacidade Adaptativa apresentadas no quadro 1 visam à realização e obtenção da vulnerabilidade a secas, a eventos danosos e desastres em geral.

Para escolha dos estudos que melhor se adequam ao tema seca e Capacidade Adaptativa, foi realizada leitura prévia de diferentes metodologias para, em sequência, selecionar as que melhor representam as escalas global, nacional, regional e local. O efeito comparativo entre os índices, procedimentos e características dos quatro estudos foram retratados em tabelas, esquemas gráficos, quadros e mapas para relacionar as similaridades e distorções, com a finalidade de identificar os critérios que melhor se adequam à escala local.

Os trabalhos de referência estão em consonância com as escalas, onde a Capacidade Adaptativa é a base para escolha das obras em estudo, assim como, os critérios estatísticos de cada obra ser quantitativa e qualitativa.

O estudo a partir da escala global (UNU-EHS, 2016) foi realizado a partir de dados obtidos em órgãos internacionais e nacionais de origem privada e pública. Os dados representam as nações estudadas para aferição da Capacidade Adaptativa.

Para escala nacional (Bhattacharya e Das, 2007) foi selecionada uma pesquisa com critérios de obtenção de dados em órgão públicos e privados que realiza discussões conceituais sobre a Capacidade Adaptativa, e inicia discussões empíricas em escalas

variadas dentro da Índia, focando na caracterização dos resultados ao país em seus 16 estados.

As discussões para representação da escala regional (Rosendo, 2014) foram direcionadas a sub-regiões por meio de órgãos públicos e privados dos municípios das áreas estudadas. Foram utilizados, no estudo analisado, dados secundários e primários para obtenção de informações empíricas em escalas variadas, priorizando os municípios e regiões.

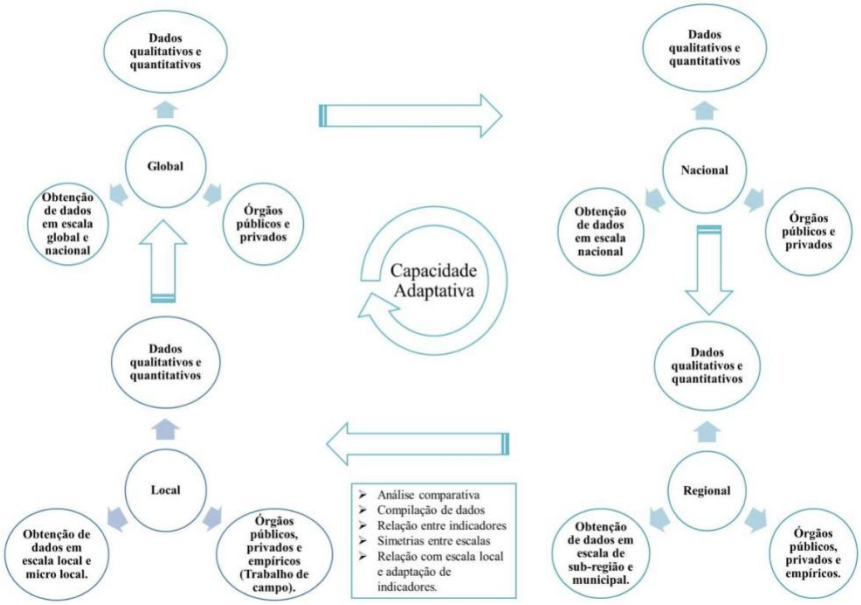
A pesquisa executada em escala local e micro local (OLIVEIRA, 2018) utiliza dados de organizações públicas e informações de instituições privadas, priorizando os dados primários e empíricos por meio de trabalho de campo. Esse estudo possui como área principal comunidades, bairros em escala local e micro local.

Portanto, as escolhas das pesquisas avaliadas buscam aplicação de critérios avaliativos da Capacidade Adaptativa em possível situação de desastres, assim, a figura 1 apresenta os pontos utilizados para escolha das obras em formato de esquema comparativo entre as metodologias.

Todos os dados e os conteúdos são discutidos por meio de critérios qualitativos para contribuição e relação entre os dados e as teorias existentes. Os índices e informações quantitativas estão presentes nos estudos em análise para relação com as discussões das metodologias, sendo que, cada pesquisa atribui pesos e medidas na avaliação da Capacidade Adaptativa.

Ao fim, os resultados são apresentados em tabelas e modelos gráficos para melhor compreensão das contribuições obtidas nos modelos comparativos entre as obras e as aplicações em cada dimensão espacial avaliada.

Figura 1: Esquema metodológico comparativo entre escalas.



Fonte - Autores, 2023.

Resultados e Discussão

Os indicadores no World Risk Index foram aplicados em nível de escala global utilizando dados de órgãos públicos e instituições privadas (bancos, órgãos governamentais, ONGs e entre outros).

A aplicação dos dados teve como objetivo o mapeamento das áreas de risco de desastres em nível global, espacializando cada nação estudada sem especificação dos desastres e sua constância de ocorrência em cada país.

A espacialização dos dados confirma a perspectiva da homogeneização e valorização da organização de dados em escala pequena, sem detalhamentos de pontos e suas devidas especificidades por conta do grande número de informações para cada indicador inviabilizando detalhamentos dos dados, dotados de plano explicativo e alerta da situação global, assim como já citado em Corrêa e Castros et al (1995, p. 120).

Tendo como lócus o globo terrestre, a espacialização dos dados foi realizada no mapa mundial, com esclarecimento redigido no formato qualitativo apenas dos casos extremos a falta de Capacidade Adaptativa.

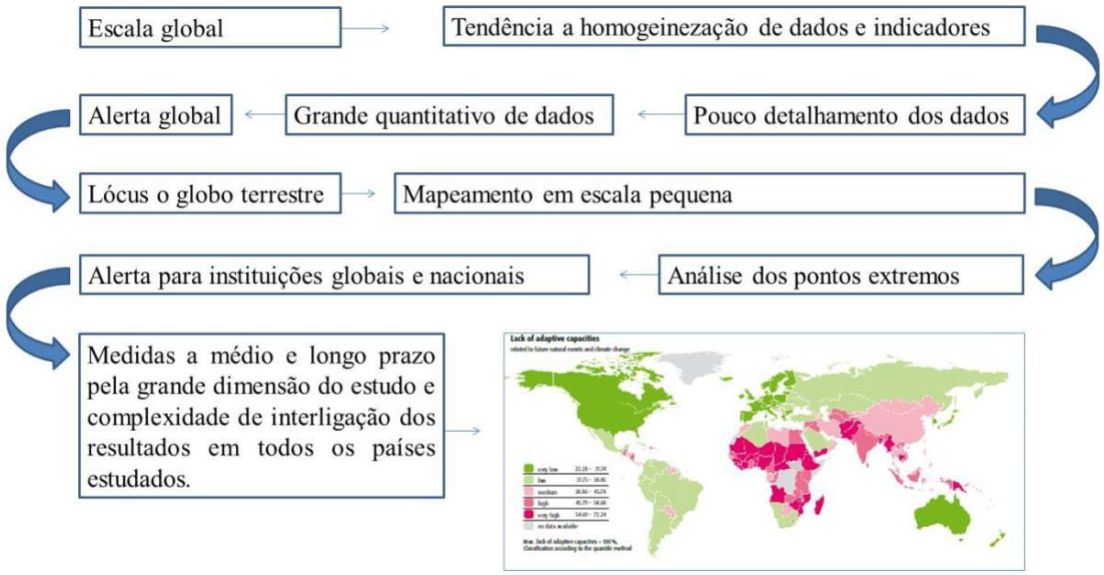
Os resultados do estudo a partir do mapeamento global servem como alerta para instituições globais e nacionais sem detalhamento dos pontos de aplicação de medidas em curto prazo, mas, com fundamento no alerta para aplicação de medidas a média e longo prazo pela grande dimensão do estudo e complexidade de interligação dos resultados em todos os países estudados.

Com base no “esquecimento coerente” em Racine, Raffestin e Ruffy (1983) compreende-se que o World Risk Index aplicado como fonte de estudo pode ampliar ou generalizar determinada informação seja em estudos governamentais ou em análises teórico metodológicas.

O “esquecimento coerente” das nações em pontos com indicadores que possuem nível baixo e médio risco são limitados à contextualização numérica em tabelas, dando ênfase aos índices extremos nos resultados, mostrando que os dados e objetivos do estudo são de alerta para a situação global dos desastres e risco de desastre e não apenas mapeá-los de forma simplificada, mas compreender os eventos adversos em escala pequena dimensionada em indicadores de Capacidade Adaptativa gerais.

Nesse estudo, a Capacidade Adaptativa é fundamentada em fontes de dados populacionais e do meio natural para geração da vulnerabilidade a desastres, sem especificação dos resultados no mapeamento para os indicadores da adaptação dentro de cada país analisado.

Figura 2 - Escala Global.



Fonte - Elaborado pelos autores, 2023.

O World Risk Report 2016 tabelou os resultados de cada nação e os dados para cada categoria analisada, tendo como propósito chamar a atenção para a necessidade de aplicação em estudos de risco de desastre em escalas mais detalhadas que atendam aos específicos problemas de cada área estudada.

Em contrapartida, o estudo de Bhattacharya e Das (2007) foi realizado em escala nacional com obtenção de dados em órgãos públicos e privados da Índia para aplicação do índice de Capacidade Adaptativa em 16 estados.

Os resultados foram direcionados a regiões em que os eventos climáticos adversos atuam com frequência na história, por meio de leitura de dados estatísticos e avaliação de como as regiões da nação atuam frente às intempéries climáticas.

Diferentemente da escala Global, pesquisas em áreas homogêneas com órgãos de gestão e atuação em uma escala com língua e legislação próprias possibilitam atuação com propostas detalhadas sobre os aspectos estudados, assim como executado para os 16 estados indianos.

Os resultados, ao serem aferidos com aplicação de indicadores de Capacidade Adaptativa, foram relatados no formato qualitativo expressos em gráficos e tabelas, em conjunto a propostas de gestão das regiões com maior vulnerabilidade e pior Capacidade Adaptativa.

Os dados direcionados às características do país por meio de teorias relativas à Capacidade Adaptativa, e estudos já realizados na área em foco, utilizando documentos governamentais e dados de instituições de pesquisa.

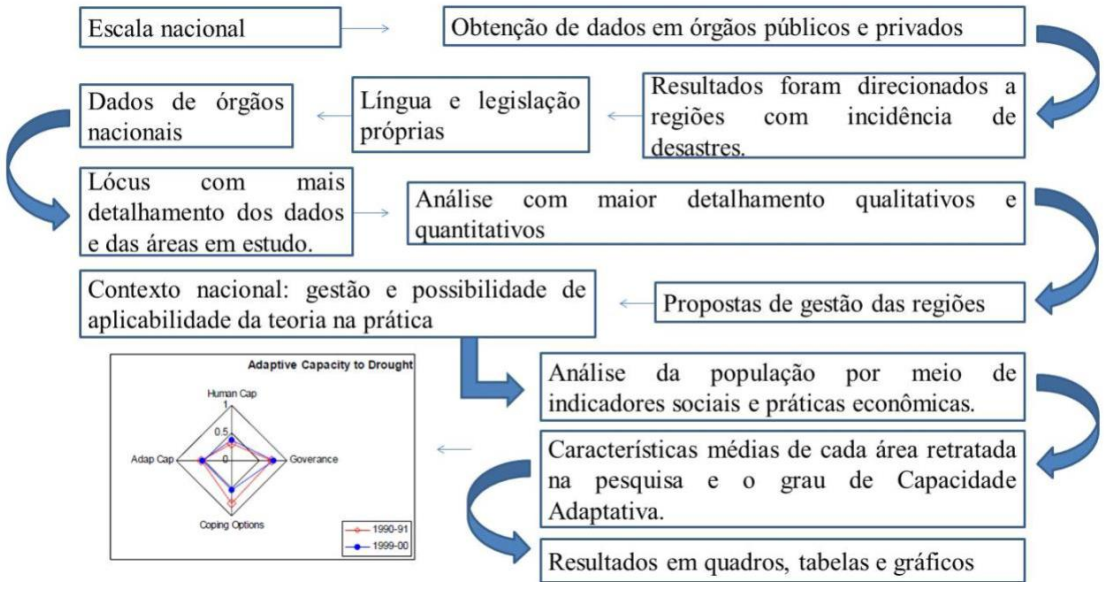
As propostas de indicadores de Capacidade Adaptativa a ciclones, enchentes e secas aplicada na Índia ganham materialidade e respaldo dos dados pela relação contextualizada entre a origem das informações e a proximidade dos órgãos geradores com o contexto nacional.

A Capacidade Adaptativa em escala nacional apresenta contexto de gestão e aplicabilidade da teoria na prática, tende-se a ideia de proximidade entre estudo e área de atuação dos indicadores, transmitindo confiabilidade dos dados.

Os indicadores utilizados buscam a análise da população por meio de questões sociais e práticas econômicas relacionadas com as características médias de cada área retratada na pesquisa, e o grau de Capacidade Adaptativa da sociedade indiana.

Relatórios em escala nacional limitam-se a relações gerais dentro de um país, identificando os pontos necessários a atuação do estado, possibilitando atuação em áreas com maior detalhe e precisão como em regiões ou comunidades com maiores registros de problemáticas socioespaciais.

Figura 3 - Escala Nacional.



Fonte - Elaborado pelos autores, 2023.

Os resultados realizados para a nação podem ser especificados e aplicados em estudos regionais como forma de atenuação ou resolução de inconsistências geradas pelo grau escalar de análise, possuem viés corretivo ou complementar aos estudos para confiabilidade dos resultados e/ou pesquisa-ação em área de escala média de detalhe.

Nessa perspectiva, Rosendo (2014) aplica sua metodologia de avaliação da Capacidade Adaptativa à seca no estado da Paraíba em três sub-regiões do Estado de três

municípios que servem como amostragem das regiões do Sertão e Agreste paraibano apresentando a adaptação da população a intempéries climáticas de escassez hídrica.

Diante disso, sua aplicação em escala regional tende a relação em escala de detalhe com dados secundários de fontes governamentais locais, e dados primários com realização de campo e conferência da realidade dos municípios e da região em análise.

A proposta em escala média com ampla variação de detalhes é realizada com dados coletados em órgãos nacionais, órgãos locais e trabalho de campo para validação dos dados apresentados, nessa perspectiva, gerando confiabilidade dos dados e aprimorando os indicadores de origem da escala nacional.

Os resultados obtidos são comparativos entre as três áreas estudadas com especificação de cada região e sua Capacidade Adaptativa por meio de mapas, tabelas e gráficos apresentando destaque para regiões com menor e maior adaptação à seca.

Para tanto, os dados foram discutidos no formato qualitativo em comparação aos campos e as teorias já executadas na região, apresentando proximidade com a área estudada e confiabilidade dos dados, diferindo das escalas nacionais e globais que demonstram distanciamento entre informação e realidade de campo pela magnitude da área e por possuir dados predominantemente secundários.

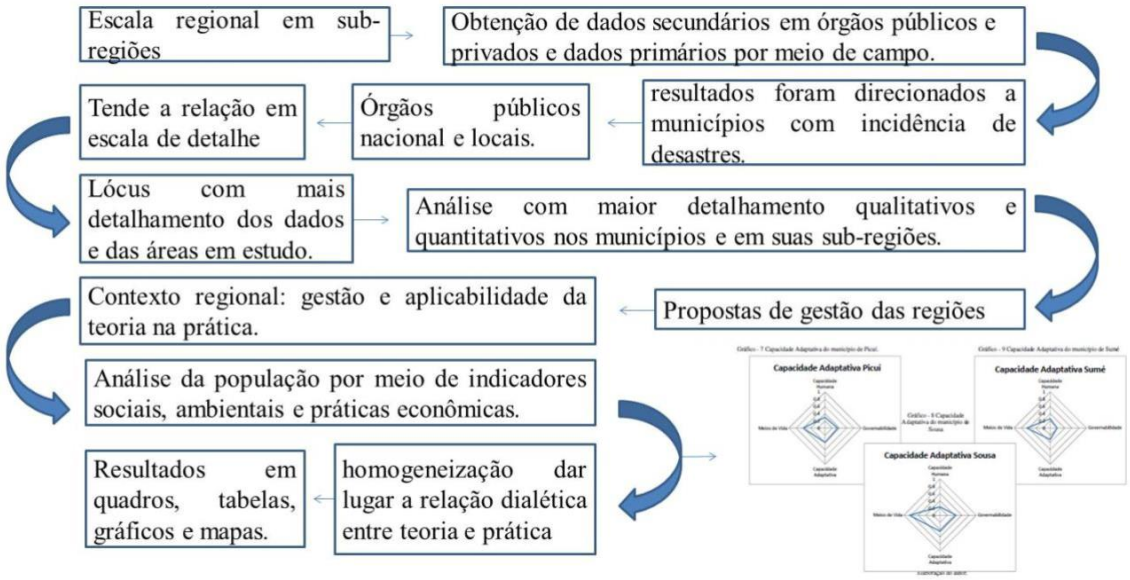
Destaca-se que, a aplicação dos resultados aproxima-se de um “esquecimento coerente” menos abrangente e proporcional ao tema em estudo com menor distanciamento da área, desenvolvendo resultados específicos e atendendo com melhor detalhamento a temática.

A homogeneização dá lugar a relação dialética entre teoria e prática por meio de campo e aplicações teóricas iniciando uma relação entre escala média e local, mas mantendo sua aplicação em nível regional.

Dentro disso, a heterogeneidade dos dados, o olhar detalhado e explicativo a relação com a grande escala é iniciada, possuindo caráter aproximativo tendendo ao local e confirmação das variáveis em detalhe para ampliação dos resultados e validação das análises quando os dados testados em campo a partir de escala detalhada.

A Capacidade Adaptativa à seca foi apresentada no formato comparativo entre os municípios de cada sub-região dando ênfase à gestão e os pontos positivos e negativos identificados em cada municipalidade.

Figura 4 - Escala Regional em Sub-regiões.



Fonte - Elaborado pelos autores, 2023.

A teoria contribuiu em escala regional com dados e variação ampla, especificando pontos que não são passíveis de aferição em escala pequena, sendo o número de indicadores ampliados, assim, aprofundando as especificidades no contexto do Nordeste brasileiro.

Portanto, a gestão da Capacidade Adaptativa fica viabilizada pela proximidade do estudo com os órgãos de gestão, pois as informações podem ser transformadas em ações em curto e médio prazo, atendendo aos pontos deficitários e aprimorando os pontos positivos.

Os indicadores de Capacidade Adaptativa local foram aplicados com a adaptação da metodologia do World Risk Index com ampliação do número de indicadores adaptados e validação a partir das características locais e micro local da área estudada.

Assim, essa metodologia em escala de detalhe apresenta dados heterogêneos diversificando as fontes de estudo, e detalhando os resultados com indicação de cada ponto da pesquisa a partir de fonte de dados primários.

Os dados de origem predominantemente primária apresentam confiabilidade e proximidade da área estudada com coleta em campo e validação das informações, a partir de teorias anteriormente executadas em publicações específicas para cada indicador. Escalas pequenas em sua tendência a variação de dados e proximidade com o real confirmaram no trabalho que utilizadas em estudos de caso podem ampliar as informações e medidas para gestão de risco de desastre, assim como, para medidas de adequação adaptativa da população em foco.

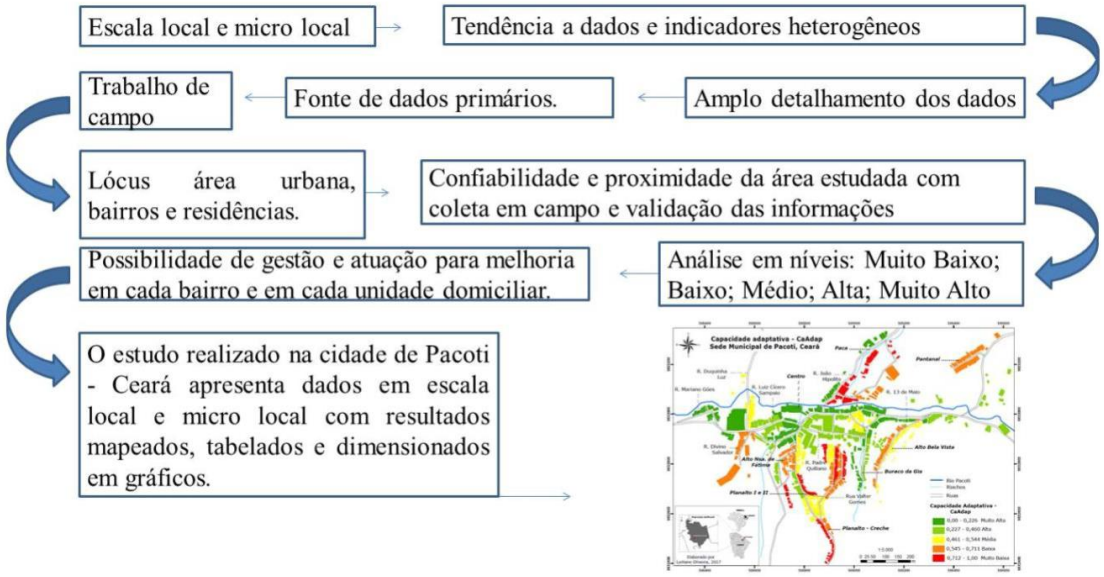
A homogeneidade está representada na forma de redução de indicadores e ampliação do número de informações para os pontos em estudo, assim como, em todas as

nações no estudo global e em cada estado ou região em escala nacional. Logo, a heterogeneidade resulta na ampliação dos indicadores e especificação de dados e informações qualitativas para cada área estudada, com melhoria do enfoque local, apresentando detalhamento dos resultados, ampliação dos indicadores e dos dados para a população estudada.

O estudo em escala global apresenta grande população estudada, variação de dados em grande quantidade e menor detalhamento nos indicadores, já a escala local possui população menor, ampliação dos indicadores e melhor análise quantitativa para compilação dos dados com fins de elaboração dos índices, ampliando suas especificações e discussões qualitativas.

Em síntese, o estudo realizado na cidade de Pacoti - Ceará apresenta dados em escala local e micro local com resultados mapeados, tabelados e dimensionados em gráficos apresentando informações a partir da unidade habitacional da sede urbana do município para identificação das áreas em risco da cidade e os pontos com Capacidade Adaptativa variando em cinco classes – Muito Baixas; Baixo; Médio; Alta; Muito Alto risco de desastre.

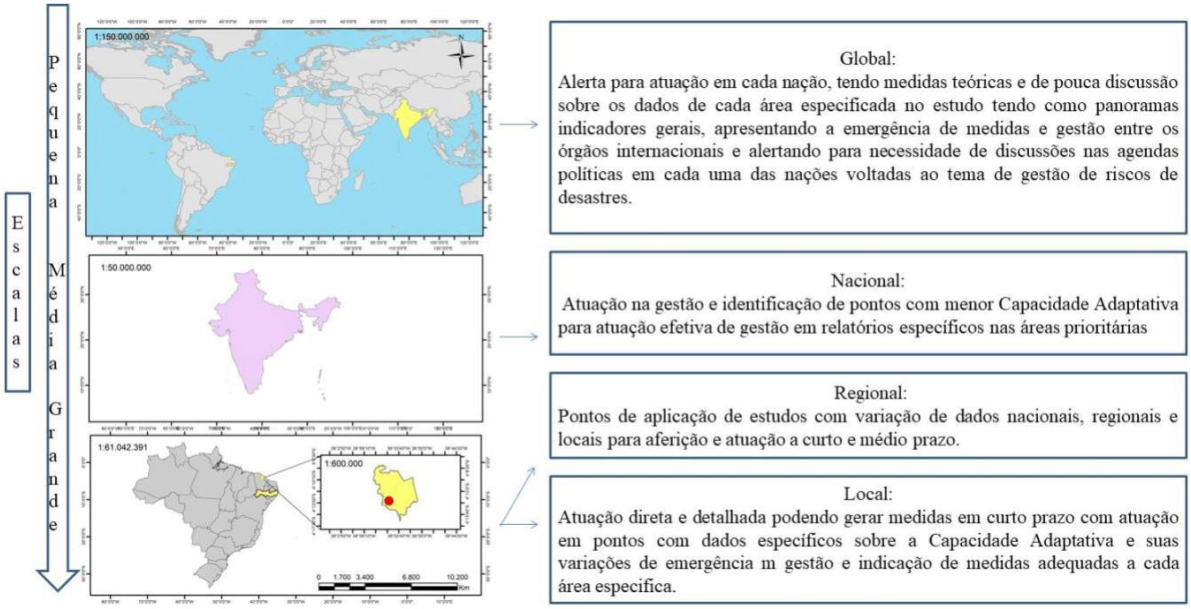
Figura 5 - Escala local e micro local



Fonte - Elaborado pelos autores, 2023.

O detalhamento dos estudos em nível residencial possibilita gestão e atuação para melhoria a partir da unidade domiciliar, podendo atuar na ampliação da Capacidade Adaptativa e melhorando a vida de milhares de seres humanos.

Figura 6 - Escalas pequena, média e grande.



Fonte - Elaborado pelos autores, 2023.

As diferentes escalas demonstradas na figura 6 tendem a ampliação dos resultados na escala de detalhe, apresentando discussões qualitativas dos dados e confiabilidade das discussões nos resultados, obtendo melhores modelos de gestão da Capacidade Adaptativa em escala ampliada, diferentemente dos objetivos e possibilidades de atuação das escalas em nível de pequenas e médias escalas.

A Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil - SEDEC alerta para a preparação a eventos desastrosos, tendo como base a articulação entre os órgãos nacionais, regionais e locais para atuação preventiva a eventos danosos e perdas de vidas, tendo que identificar a frequência, a magnitude e a vulnerabilidade da população, onde:

> O balanço realizado entre esses aspectos é que permitirá mapear os Municípios em modelos de setorização. Os riscos ainda podem ser subdivididos em graus: muito alto, alto, médio e baixo, devendo ter o macromapeamento dos municípios, com uma visão geral das áreas; e o micromapeamento dos bairros, com a identificação real das áreas atingidas; inclusive com o detalhamento das ruas e das residências em risco, se for o caso (Universidade Federal de Santa Catarina, 2014, p.34).

Esses aspectos de gestão alertam para atuação em escala pequena que possibilite atuação interligada entre as dimensões políticas em esfera local, regional e nacional, ou na ocorrência de impacto global atuação entre organismos internacionais, mas priorizando ações preventivas como a melhoria da Capacidade Adaptativa de determinada população em risco.

Ao analisarmos metodologias de Capacidade Adaptativa à seca em diferentes escalas apresentando aferição de vulnerabilidade a eventos desastrosos, entre eles, de escassez hídrica, é observado antagonismo de escalas e, por consequência, diferentes indicadores para apreciar resultados generalizados ou pontuais a partir de extremos climáticos danosos, tendo metodologias que devem atender a diferentes estratégias de mensuração a seca atendendo às especificidades de estudo em diferentes escalas. Vargas e Panaque (2017) ao analisar diferentes metodologias de vulnerabilidade à seca discorrem que:

> These indices are the result of measuringnd integrating heterogeneous indicators; different studies respond to different contexts, scales and targets, which makes it difficult to observe a standard methodology and acommonly accepted operational framework (Vargas, Panaque, 2017, p.611).

Metodologias e teorias adequadas à escala de análise são cruciais para resultados concretos, podendo ser geradores de gestão dos riscos de desastre, pois a atuação das ciências neste campo de estudo pode identificar formas de ações para com a Capacidade Adaptativa de grupos em risco por meio de estudos com foco na mensuração de déficits e planos de atuação para minoração de problemáticas socioambientais.

A fragmentação do Espaço a partir das diferentes atuações humanas constitui desde grandes cidades até pequenas vilas/comunidades, que possuem dentro de suas características determinadas ações seletivas em suas especificidades, pelas quais ações em regiões afetadas por secas não devem ter medidas de mesma dimensão que áreas afetadas por enchentes ou outros fenômenos desastrosos.

Diante disso, pesquisas realizadas em pequena, média ou grande são necessárias para distinção de medidas adequadas a cada característica das áreas em estudo a partir de escolhas metodológicas consonantes a escala e os pontos em análise.

Modelos adaptados às escalas em que determinada pesquisa é aplicada são utilizados em todas as dimensões do espaço. As pesquisas analisadas mostram as variações metodológicas e estudos adaptados em diferentes recortes espaciais, e a importância deste recurso para obtenção de resultados válidos e na fundamentação teórica dos trabalhos.

Um modelo é antes de tudo “uma representação de um recorte da realidade, que, de acordo com sua função utilitária e por meio do seu modo de expressão, suas estruturas e suas igualdades e desigualdades em relação ao seu original, tenta comunicar algo sobre o real” (Sayão, 2001, p.86).

Dentro desta perspectiva, modelos teóricos devem ser avaliados e testados a partir de relações entre os contextos escalares e em suas aplicações, assim como, realizado pelos autores das bibliografias utilizadas neste estudo.

Esses modelos devem adotar critérios adequados às áreas em estudo como no caso do Semiárido brasileiro em sua variação política, social, econômica e socioambiental, tendo como fonte de dados e critérios avaliativos que possibilitem melhor compreensão da Capacidade Adaptativa em escalas reduzidas como em comunidades e pequenas cidades.

> A capacidade adaptativa das comunidades rurais é mais bem entendida quando são conhecidas as características sociais e econômicas locais que determinam como ocorrem a sobrevivência neste meio e as diferentes formas de adaptação, as quais podem ser apenas de ajustamento das atividades produtivas, até mudanças completas nas atividades econômicas (Mancal et al. 2016, p.266 – 267).

Vista por este enfoque, compreende-se a Capacidade Adaptativa como um constructo social em relação com o meio natural e os ajustamentos que minimizem os efeitos gerados por eventos desastrosos, como secas extremas, possuindo relação entre os variados membros sociais na política ou do indivíduo em suas atividades diárias, que podem ser avaliados com critérios modelados e explicados quantitativamente e qualitativamente em estudos locais e micro local por meio de trabalhos de campo em conjunto com a teoria que busquem melhoria das estruturas sociais e nas relações com a natureza.

Avaliação de Capacidade Adaptativa em diferentes escalas apresentam pontos necessários às contribuições na gestão de secas, a partir de diferentes escalas: global, nacional ou regional, mas a compreensão dos eventos climáticos possibilitam melhores ajustamentos e gestão de desastres:

> Assim, se as escala nacional ou regional (região hidrográfica) são essenciais para a definição de políticas e execução de avaliações de carácter macroscópico, a operacionalização da gestão de secas e a consequente aplicação de medidas de mitigação implicam uma avaliação dos problemas a um nível local, integrando a gestão de recursos hídricos da região com os principais sectores utilizadores e respectivas origens de água e reflectindo, ainda, a área de acção das entidades responsáveis (VIVAS et al. 2011, p.2).

Diante disso, ações que permitem a pesquisa da Capacidade Adaptativa são imprescindíveis para gestão de desastres e fortalecimentos de áreas afetadas por eventos climáticos adversos como secas, pois metodologias que adotem a avaliação entre escalas de detalhe como lócus de atuação podem aprimorar a gestão de inúmeros grupos humanos que, expostos à seca, necessitam de aprimoramento de suas atividades socioespaciais.

Considerações Finais

A partir das discussões apresentadas, é registrado que pesquisas na área de riscos de desastres contribuem para elucidação de problemáticas em diferentes escalas, podendo ocorrer interligações entre metodologias adaptadas em áreas distintas.

Assim, escalas de detalhe possibilitam atuação direta da pesquisa com os envolvidos, possibilitando atuação com melhor detalhamento de informações em curto prazo, com metodologias que envolvem diretamente a população avaliada.

Os registros apresentados mostram a possibilidade de adaptação de indicadores de Capacidade Adaptativa à seca em diferentes dimensões espaciais, com aprimoramento dos dados por meio de adequação às áreas avaliadas e melhoria das metodologias.

Por fim, estudos metodológicos podem ser o passo inicial para aplicação na prática de pesquisas fundamentadas e eficazes pelo exercício de validação dos indicadores e exaustivo processo de adequação em diferentes espaços.

Referências

ALMEIDA. Lutiane Queiroz de. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidade na geografia. Mercator, Fortaleza, v. 10, n. 23, p.83-99, set./dez. 2011.

CASTRO, Iná Elias de. Escala e pesquisa na geografia. Problema ou solução? Espaço Aberto, PPGG - UFRJ, V. 4, N.1, p.87-100, 2014.

CORRÊA, CASTRO et al. Geografia: conceitos e temas. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro. 1995.

BIRKMANN, J. et al. Framing vulnerability, risk and societal responses: the move framework. Nat Hazard, v. 67, n. 2, p. 193-211, 2013.

GANEM, Roseli Senna. Câmara dos Deputados. Gestão de Desastres no Brasil. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. 2012.

MARANDOLA JR, Eduardo; HOGAN, Daniel Joseph. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos perigos. Ambiente & Sociedade – Vol. VII nº. 2, jul./dez. 2004.

NAÇÕES UNIDAS – ONU. Terminologias sobre riscos de desastres. Genebra, Suíça. 2009.

OLIVEIRA, Francisca Leiliane Sousa de. Indicadores de Vulnerabilidade e Risco Local: O Caso do Município de Pacoti, CE [recurso eletrônico] / Francisca Leiliane Sousa de Oliveira, - 2018b.

RACINE, J. B.; RAFFESTIN, C.; RUFFYY, V. Escala e ação, contribuição para uma interpretação do mecanismo de escala na prática da geografia. Revista Brasileira de Geografia. Rio de Janeiro. Ano. 45. n. 1. p. 123 – 137. 1983.

ROSENDO, E. E. Queiroz. Desenvolvimento de Indicadores de Vulnerabilidade a Seca na Região Semiárida Brasileira. Universidade Federal da Paraíba (UFP). João Pessoa. 2014. Dissertação aprovada em 31 de março de 2014, p. 1-134.

SANTOS, Milton. A natureza do espaço. 4° ed. São Paulo: EDUSP, 2006.

SAYÃO, Luis Fernando. Modelos teóricos em ciência da informação: abstração e método científico. Revista Ciência da Informação. Brasília, v. 30, n. 1. 2001, p.82-91.

Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC. Centro Universitário de Pesquisa e Estudos sobre Desastres. Atlas Brasileiro de desastres naturais 1991 – 2012, volume Ceará / Centro Universitário de Pesquisa e Estudos sobre Desastres. 2ed, rev. ampl - Florianópolis: CEPED UFSC, 2013. p. 31 - 67.

Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Pesquisa e Estudos sobre Desastres. Gestão de desastres e ações de recuperação / [Organização Janaína Rocha Furtado]. - Florianópolis: CEPED UFSC, 2014, p. 1 – 67.

VALENCIO, Norma; SIENA, Mariana; MARCHEZINI, Victor; GONÇALVES, Juliano Costa. Sociologia dos desastres: construção, interfaces e perspectivas no Brasil. organizado por Norma Valencio, Mariana Siena, Victor Marchezini e Juliano Costa Gonçalves – São Carlos: RiMa Editora, 2009, p.1 -18 / 48 - 57.

VARGAS, Jesu´ s; PANEQUE, Pilar. Methodology for the analysis of causes of drought vulnerability on the River Basin scale. Nat Hazards. 2017

VIVAS, Eduardo; SILVA, Cristiane; CORREIA, Luís; MAIA; Rodrigo. Definição de unidadesde análise para a prevenção, avaliação e gestão de situação de seca: Aplicação ao caso da bacia do rio Guadiana. Repositório Aberto. Porto, Portugal, Volume único. 2011, p.1 - 15.

ZANELLA, Maria Elisa; BARBOSA, Souza, Lucas. Percepção de Riscos Ambientais: Teoria e Aplicações./ Lucas Barbosa, Souza e Maria Elisa Zanella. – Fortaleza: Edições UFC, 2009. p. 1 - 70.

Tanques de pedra e sua utilidade no armazenamento de água para comunidades urbanas no município de Esperança - PB

Stone tanks and their usefulness in water storage for urban communities in the municipality of Esperança - PB

Lucas Rodrigues Fernandes
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0009-0001-2288-2644
lucasroffer32@gmail.com

Dalva Damiana Estevam da Silva
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-5882-3091
dalvaestevampb@gmail.com

Lázaro Avelino de Sousa
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-6505-1288
lazaroavelino@hotmail.com

David Emanuel Paulo da Silva
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0009-0005-3637-157X
david.emanuel@estudante.ufcg.edu.br

Jhonatas Diniz da Silva
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0009-0002-7038-7610
3l1coil@gmail.com

Resumo: Os tanques de pedra são uma alternativa para armazenar água principalmente na região Nordeste do Brasil, onde as chuvas são escassas e irregulares. O objetivo deste trabalho foi realizar a delimitação geográfica dos tanques de pedra da área urbana do município de Esperança-PB. A metodologia consistiu em revisão bibliográfica sobre a temática e a aplicação de 11 questionários com a população que utiliza a água dos tanques de pedra. Além disso, realizou-se um registro fotográfico da área para compreender a dinâmica local. Os resultados mostraram que as águas dos tanques de pedra são usadas para diversas finalidades pela população, inclusive consumo humano e preparo de alimentos.

Palavras-chave: Água, Tanques de pedra, Consumo humano, População.

Abstract: Stone tanks are an alternative to store water, especially in the Northeast region of Brazil, where rainfall is scarce and irregular. The objective of this work was to carry out the geographical delimitation of the stone tanks in the urban area of the municipality of Esperança-PB. The methodology consisted of a bibliographic review on the subject and the application of 11 questionnaires with the population that uses water from stone tanks. In addition, a photographic record of the area was carried out to understand the local dynamics. The results showed that the water from the stone tanks is used for several purposes by the population, including human consumption and food preparation.

Keywords: Water, Stone tanks, Human consumption, Population.

Introdução

A coleta de água é realizada em muitas partes do mundo em diferentes países há milhares de anos. Há dois mil anos já existiam informações de um sistema de manejo de água

da chuva no deserto de Negev, atual território de Israel e Jordânia, como também cacimbas e tanques de pedras para armazenamento de água da chuva na China (GNADLINGER, 2006; SOUSA et al., 2013).

Na região Semiárida do Brasil as chuvas são escassas, mal distribuídas e irregulares. A estiagem compromete o abastecimento de água, como ainda as atividades agropecuárias. Muitas comunidades não possuem água encanada, por esse motivo precisam andar metros e até mesmo quilômetros para buscar a água.

No Nordeste brasileiro os tanques de pedra são comumente encontrados devido ao afloramento rochoso, principalmente nos lajedos. De acordo com Schistek (1999) e Sousa et al., (2013, p. 3) “os caldeirões em forma de trincheiras com pequena largura, grande comprimento e profundidade, são os que têm as melhores condições de eficiência de estocagem de água por longo período, em decorrência da reduzida área de evaporação”.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico/IBGE (2020, p.38) “menos de 90% dos municípios do Nordeste possuem serviço de abastecimento de água por rede geral de distribuição em funcionamento”. Esse tipo de abastecimento refere-se a retirada da água bruta da natureza por meio da captação, adequação da qualidade, ou seja, tratamento, armazenamento e distribuição à população.

Os tanques de pedra em sua grande maioria são de origem natural, em alguns casos ocorre um barramento realizado pelo ser humano para que o armazenamento de água seja realizado, para assim as pessoas terem acesso a água, que é usada no consumo doméstico, no cultivo de pequenas lavouras ou hortaliças. Essa tecnologia possibilita o acesso e o armazenamento de água no período chuvoso como também durante o período seco.

Para Pereira et al., (2018, p. 21) “o uso dos tanques de pedra é uma prática de convivência com a escassez de água, exercendo importante função no suprimento das necessidades hídricas humanas e dos animais.” O tanque de pedra é uma alternativa viável para a gestão dos recursos hídricos em regiões semiáridas, pois ameniza o sofrimento por água e a busca em longas distâncias facilitando a vida das populações das comunidades, principalmente as rurais.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo realizar a delimitação geográfica dos tanques de pedra da área urbana do município de Esperança-PB e compreender os seus usos pelas comunidades.

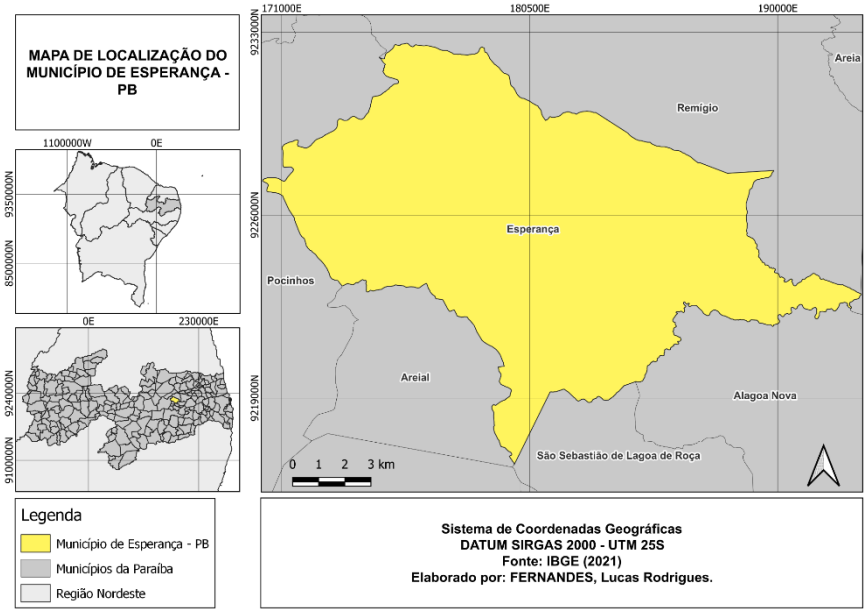
Materiais e Métodos

Área de estudo

Esta pesquisa foi realizada em 2 tanques de pedra no município de Esperança-PB (Figura 1), município localizado na mesorregião do Agreste paraibano e na microrregião de

Esperança, estando situado na unidade geoambiental do Planalto da Borborema. O município conta com uma área de 157.851 km² e uma população de 31.231 indivíduos (IBGE, 2022).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: FERNANDES (2023).

O município está caracterizado, segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, como BSh, apresentando características climáticas do clima semiárido, tais como o baixo índice pluviométrico, a variabilidade espaço-temporal das chuvas e a alta taxa de evapotranspiração (PEREIRA, 2016).

Procedimentos metodológicos

Metodologicamente, este trabalho está pautado na análise de obras de autores que abordam a temática dos tanques de pedra no município de Esperança, delimitação geográfica dos principais tanques rochosos do município de Esperança-PB e na realização de entrevistas de cunho informal com moradores que utilizam os tanques.

Primeiramente, foi feito um levantamento bibliográfico de autores que já abordaram anteriormente a questão dos tanques de pedra no município de Esperança-PB, a fim de compreender como se dá a utilização da água retirada pelos moradores.

Em seguida, foi feita uma delimitação geográfica dos principais tanques do município, a qual ocorreu por meio do Sistema de Informações Geográficas (SIG) *QGIS*, bem como a captura de fotografias desses reservatórios, a fim de procurar pela presença de vegetação, lixo ou outros tipos de poluição na água.

Por fim, foram realizadas entrevistas de cunho informal com 11 indivíduos, as quais ocorreram nas proximidades dos reservatórios, buscando compreender dados como o gênero e idade dos indivíduos e a destinação que é dada à água coletada nos tanques. Vale citar que

as entrevistas informais foram realizadas com o consentimento dos participantes, e que seus nomes não serão citados, a fim de preservar suas identidades.

Resultados e Discussão

Os tanques de pedra no município de Esperança - PB

A zona urbana do município de Esperança expandiu-se no entorno dos tanques de pedra que atualmente estão cercados por paredes construídas com tijolos. Historicamente as primeiras casas surgiram no entorno destes reservatórios naturais.

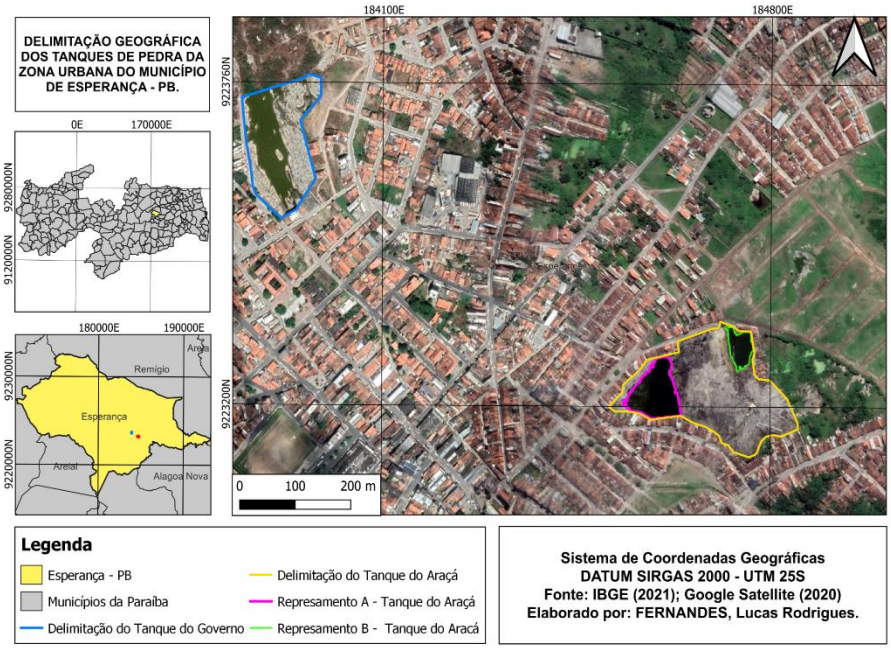
De acordo com Silva (2018, p.23), “os Tanques de Pedra da zona urbana possuem um extenso lajedo propício à captação de um grande volume de água, são administrados pela prefeitura, além de ser amurados, tem sangramento e chafariz”. Assim, a população não tem livre acesso aos tanques que possuem muros no entorno, com uma única área para acesso.

Ressalta-se que boa parte da população da zona urbana de Esperança, possui água encanada em suas residências, porém existem muitas pessoas que ainda não dispõem desse recurso em suas casas necessitando usar a água dos tanques nas atividades diárias.

Delimitação dos tanques de pedra urbanos

A área objeto de estudo corresponde a dois tanques de pedra: Araçá e do Governo, situados no perímetro urbano, cujas águas são usadas pela população para diversos usos.

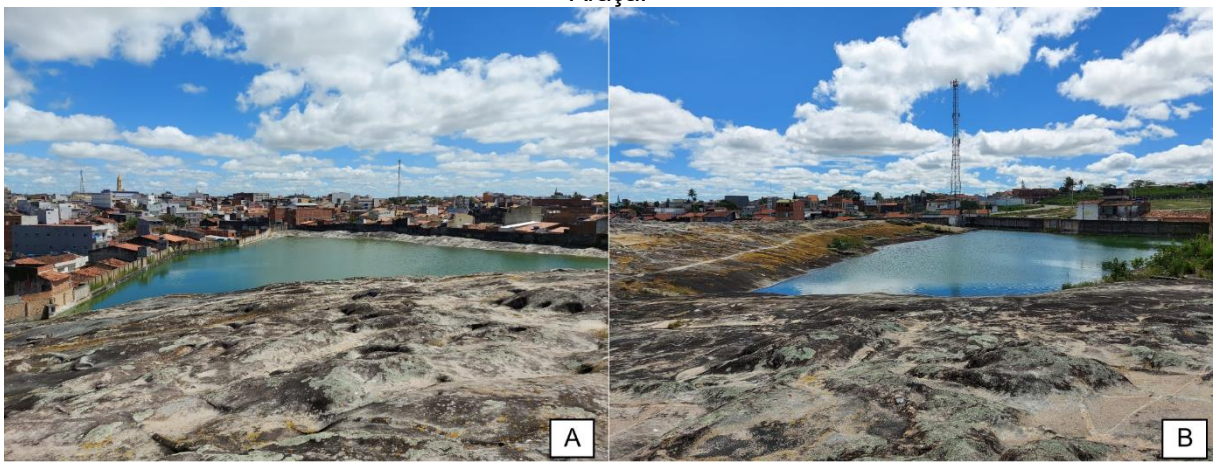
Figura 2 – Delimitação geográfica dos tanques de pedra da zona urbana do município de Esperança-PB.



Fonte: Os autores (2023).

Um ponto que pode ser destacado após a delimitação dos tanques é sua morfologia, no qual pode ser observado que o Tanque do Araçá possui cerca de 40,232 m² de área total, estando dividido em dois pontos de represamento distintos (A e B), que se diferem em área e altitude, sendo o ponto A o maior (figura 3), com 6781 m² de área e estando mais baixo em comparação com o ponto B, que conta com apenas 2274,8 m².

Figura 3 – Ponto de represamento A e Ponto de represamento B, ambos localizados no Tanque do Araçá.



Fonte: Os autores (2022).

No caso do Tanque do Governo (figura 4), a área total é de 26,743 m², contando com apenas um grande represamento, com 8,913 m² de área.

Figura 4 – Ponto de represamento do Tanque do Governo.

Fonte: Os autores (2023).

Silva (2018, p. 27) afirma que “o horário de funcionamento do reservatório geralmente é no período da manhã”, no entanto, no período de estiagem pode ser estendido. Lembrando que esses reservatórios são administrados pela prefeitura municipal de Esperança.

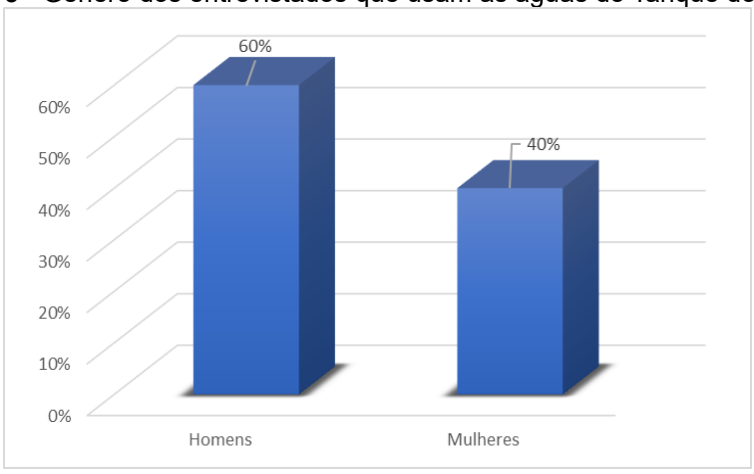
Perfil e usos da água dos Tanques de Pedra pelos entrevistados

Tanque do Araçá

Todas as entrevistas foram realizadas no dia 19 de agosto de 2023, ocorrendo nas proximidades dos reservatórios. Todos os participantes eram moradores que vinham diariamente aos tanques realizar a coleta de água para as mais diversas atividades domésticas. No total, foram 11 entrevistados, sendo cinco no Tanque do Araçá e seis no Tanque do Governo.

Sobre os entrevistados no Tanque do Araçá, cinco pessoas participaram, sendo elas três homens e duas mulheres (figura 3). A idade dos participantes variou entre 38 e 66 anos.

Figura 5 - Gênero dos entrevistados que usam as águas do Tanque do Araçá.

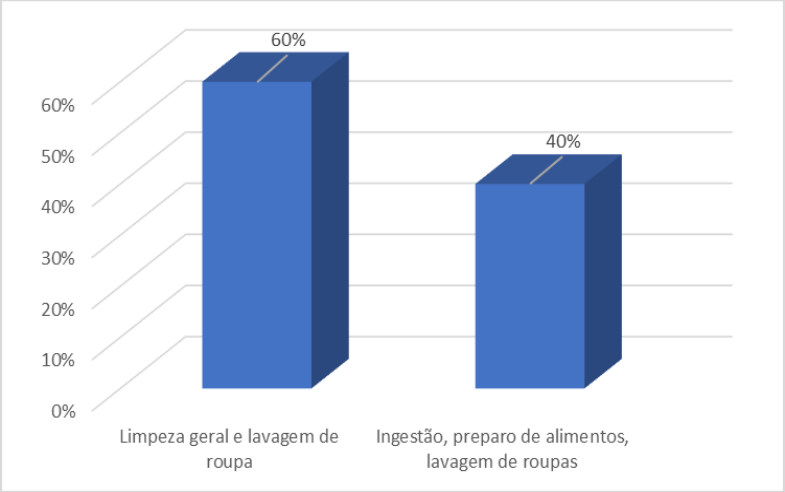


Fonte: Os autores (2023)

Quanto à utilização da água coletada pelos entrevistados (figura 4), 60% afirmou que destinava a água coletada no tanque para a limpeza geral e lavagem de roupa, enquanto os outros 40% citou que utilizava tal água para atividades como a ingestão e o cozimento de alimentos.

Vale destacar que as águas dos tanques não passam por tratamento pela prefeitura, ficando a cargo dos usuários realizarem o tratamento de forma caseira.

Figura 6 - Usos da água pelos entrevistados no Tanque do Araçá.



Fonte: Os autores (2023).

Tanque do Governo

Sobre os entrevistados no tanque do governo, 50% dos entrevistados eram homens e 50% eram mulheres (figura 5). Quanto à idade, esta variou entre 46 e 72 anos, o que demonstra que a coleta de água é feita, em sua maior parte, por indivíduos adultos e idosos, assim como observado nas entrevistas com os usuários do tanque do Araçá.

Figura 7 - Gênero dos entrevistados que usam as águas do Tanque do Governo.

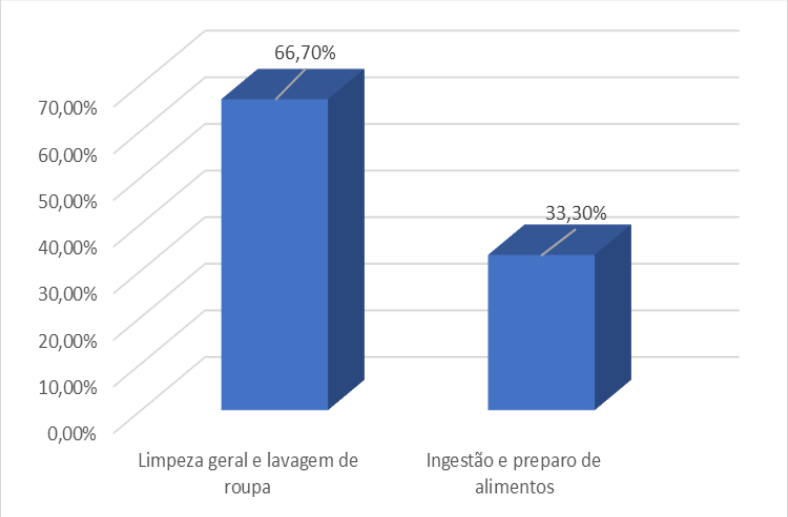
Fonte: Os autores (2023).

Quanto ao destino que é dado à água pelos moradores, foi observado que, como pode ser visto no gráfico presente na figura 6, cerca de 66,70% dos

entrevistados utilizam o tanque para a limpeza geral e lavagem de roupas, enquanto que para os outros 33,30%, predomina o uso para a ingestão e preparo de alimentos.

Do mesmo modo que fora citado anteriormente, as águas do Tanque do Governo não passam por um tratamento pela Companhia de Água e Esgotos da Paraíba (CAGEPA) e pela prefeitura do município, o que deixa a etapa obrigatoriamente nas mãos dos moradores que fazem o uso do recurso.

Figura 8 - Usos da água pelos entrevistados no Tanque do Governo.



Fonte: Os autores (2023).

Considerações Finais

O processo de urbanização do município de Esperança está relacionado a variadas características físicas, principalmente aos recursos hídricos. Historicamente as primeiras povoações surgiram no entorno dos tanques de pedra presentes atualmente no perímetro urbano.

A água dos tanques de pedra é utilizada pela população para a realização das tarefas domésticas diárias, para consumo humano e para o preparo dos alimentos. A água provinda deste ambiente não tem tratamento adequado, o que obriga os indivíduos que fazem seu uso a fazerem o tratamento de forma caseira.

A maioria da população da zona urbana dispõe de acesso a água canalizada pelo sistema da CAGEPA, porém uma minoria não possui este recurso, o que as levam a fazer uso dos tanques de pedra para obter as quantidades diárias necessárias de água para realizar suas funções diárias.

Referências

GNADDLINGER, J. Tecnologias de captação e manejo de água de chuva em regiões semiáridas. In: KUSTER, A; MARTÍ, J. F; MELCHES, I. (Org). Tecnologias apropriadas para Terras Secas: manejo sustentável de recursos naturais em regiões semiáridas no Nordeste do Brasil. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, GTS, 2006.

IBGE. Esperança. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/esperanca/panorama. Acesso em: 20 agosto 2023.

PEREIRA, T. M. S; SANTIAGO, F. G; SILVA, J. A. L; MOURA, D. C. Tanques de pedra: tecnologia social voltada à gestão hídrica. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 4, p. 16-23, 2018.

PEREIRA, Thaís Mara Souza. RIQUEZA E DIVERSIDADE DE VEGETAÇÕES EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS NO MUNICÍPIO DE ESPERANÇA-PB. 2016. 47 f. TCC (Graduação) - Curso de Licenciatura em Geografia, Universidade Federal de Campina Grande, Esperança, 2016.

Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2017: abastecimento de água e esgotamento sanitário / IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Rio de Janeiro : IBGE, 2020. 124p. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101734.pdf. Acesso em: 20 ago. 2023.

SCHISTEK, H. Caldeirão, Caxio e Cacimba: Três sistemas tradicionais de captação de água de chuva no Nordeste brasileiro. In: Conferência Internacional de Sistemas de Captação de Água de Chuva. 1999, Petrolina – PE. Anais Eletrônicos. Petrolina: Embrapa – PE, 1999.

SILVA, J. R. Q. Tanques de pedra como fonte alternativa para abastecimento público do município de Esperança-PB. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Estadual da Paraíba. Campina Grande-PB, 2018. 32p. Disponível em: https://dspace.bc.uepb.edu.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/17760/PDF%20-%20Jos%c3%a9%20Roberto%20Quirino%20da%20Silva.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 20 ago. 2023.

SOUZA, J. T. A; CORREIA, F. G; FERREIRA, R. C. C; OLIVEIRA, S. J. C. Tanques de pedra e sua dinâmica no armazenamento de água na região do Cariri Paraibano. In: I Workshop Internacional sobre Água no Semiárido Brasileiro. Campina Grande – PB. 2013. Anais do... 2013.

Serviços ecossistêmicos na APA do Litoral Norte de Sergipe no município de Pacatuba

Ecosystem services in the APA of the North Coast of Sergipe in the municipality of Pacatuba

Rafael Cardoso da Silva Neto
Universidade Federal de Sergipe- UFS
0009-0003-4721-329X
rafaelcsneto28@gmail.com

Marcia Eliane Silva Carvalho
Universidade Federal de Sergipe- UFS
0000-0003-2209-6341
marciacarvalho@academico.ufs.br

Resumo: Este artigo apresenta os serviços ecossistêmicos na Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte de Sergipe, no recorte do município de Pacatuba, possibilitando o entendimento da dinâmica dos processos ecológicos nos ambientes identificados na Unidade de Conservação e os tensores antrópicos que impactam estes locais no âmbito ecológico, social e econômico. Para tal, utilizou como base metodológica a Avaliação Ecossistêmica do Milênio que classifica os serviços fornecidos aos ecossistemas em provisão, regulação, cultural e suporte, pesquisas bibliográficas sobre o tema e pesquisa de campo, identificando também os tensores antrópicos que afetam os serviços na delimitação da área de estudo. Os resultados obtidos demonstraram a identificação do alto grau de serviços ecossistêmicos fornecidos pelos ambientes de dunas, lagoas, vegetação de restinga e manguezal para as comunidades locais presentes na área de estudo. Isso ressalta a necessidade de políticas de conservação e manejo adequado desses ambientes, visando garantir a continuidade desses serviços.

Palavras-chave: Serviços Ecossistêmicos, Área de Proteção Ambiental, Litoral, Análise Geossistêmica.

Abstract: This article presents the ecosystem services in the Environmental Protection Area of the North Coast of Sergipe, in the municipality of Pacatuba, making it possible to understand the dynamics of ecological processes in the environments identified in the Conservation Unit and the anthropogenic tensors that impact these places in the ecological, social and economic spheres. To this end, the methodological basis used was the Millennium Ecosystem Assessment, which classifies the services provided to ecosystems as provision, regulation, cultural and support, bibliographical research on the subject and field research, also identifying the anthropogenic stressors that affect the services in the delimitation of the study area. The results obtained demonstrate the high degree of ecosystem services provided by the dune, lagoon, restinga vegetation and mangrove environments for the local communities present in the study area. This highlights the need for conservation policies and appropriate management of these environments, in order to guarantee the continuity of these services.

Keywords: Ecosystem Services, Environmental Protection Area, Coastline, Geosystemic Analysis.

Introdução

O conceito de serviços ecossistêmicos pode ser entendido como os benefícios que as comunidades humanas obtêm dos ecossistemas naturais, sendo eles tangíveis ou intangíveis, como polinização, alimentos, regulação climática, práticas de recreação, manutenção da biodiversidade, ecoturismo, purificação da água, etc. Eles são importantes para o bem-estar humano e o equilíbrio ambiental, e sua proteção é essencial para garantir a sustentabilidade.

Esses serviços são fornecidos gratuitamente através da natureza, mas muitas vezes são menosprezados ou ignorados pela sociedade, necessitando ser ampliada a discussão descrevendo algumas das maneiras pelas quais os humanos estão ligados e dependem da natureza (HAINES-YOUNG, POTSCHIN, 2013).

Segundo Andrade e Romeiro (2009), o sistema econômico atual interage de modo desigual com a natureza, utilizando desta como sua principal fornecedora de matéria prima, porém retirando mais rápido do que a mesma poderá renovar. Com isso, a demanda humana por recursos naturais aumentou drasticamente, em contrapartida, a natureza não se regenera na mesma velocidade que é explorada. Ou seja, não há equilíbrio nessa relação sociedade-natureza. Logo, a exploração dos recursos naturais tem um impacto significativo sobre os serviços ecossistêmicos.

A Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte de Sergipe, instituída pelo Decreto Nº 22.995 de 09 de Novembro de 2004, tem como objetivo fomentar o aumento socioeconômico da população na região, desenvolvendo ações que conservem a biodiversidade da região, além de proteger e conservar os ecossistemas costeiros e marinhos, que abrigam uma rica biodiversidade, incluindo manguezais, restingas, dunas e diversas espécies de fauna e flora.

No entanto, apesar de sua importância ambiental, a área de estudo sofre com diversas pressões antrópicas, incluindo o crescimento urbano desenfreado, a exploração de recursos naturais, a carcinicultura e o turismo desordenado são algumas das ações humanas presentes, frequentemente os atrativos que inicialmente impulsionaram o fluxo turístico, como recursos naturais de valor paisagístico preservado, acabam sendo prejudicados devido à própria prática turística em grande escala e destrutivo (ALVES, 2010). Essas atividades ameaçam os ecossistemas da região, prejudicando a sua capacidade de fornecer serviços ecossistêmicos e afetando a qualidade de vida das comunidades locais. Aumentar a conscientização sobre os serviços ecossistêmicos é importante para entender sua importância e tomar medidas para protegê-los e garantir seu uso responsável.

Desse modo, esta pesquisa tem como objetivo analisar os serviços ecossistêmicos da APA do litoral Norte de Sergipe, em específico no município de Pacatuba/SE, identificando também os tensores antrópicos presentes neste recorte espacial e que comprometem o equilíbrio geossistêmico local.

Metodologia

Classificar os serviços ecossistêmicos é essencial para compreensão da relação entre as atividades humanas e seus impactos na natureza, possibilitando eficácia no que se refere à conservação e gestão dos recursos naturais.

Seguindo esta linha de pensamento, a metodologia da pesquisa foi elaborada com leituras sistemáticas para levantamento bibliográfico, inicialmente de pesquisas, artigos e teses na temática dos serviços ecossistêmicos, como Andrade e Romero (2009), Araújo (2018), Saldanha e Costa (2019) e entre outros, para embasamento teórico do assunto.

A caracterização dos serviços ecossistêmicos em quatro categorias, serviços de provisão, serviços de regulação, serviços culturais e serviços de suporte, foi baseada de acordo com a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005), que os classifica a medida que envolve a coleta, análise e sistematização de dados e informações de diversas fontes, incluindo dados científicos, conhecimento tradicional e experiência prática, para construir uma visão holística dos serviços ecossistêmicos.

Os mapas foram produzidos pelo programa Quantum GIS (QGIS) para caracterização geológica, geomorfológica, delimitação da APA Litoral Norte de Sergipe e no recorte espacial da área de estudo, o município de Pacatuba. Para o registro fotográfico foi utilizado o aplicativo SpotLens, além de imagens aéreas obtidas por drone, possibilitando a catalogação durante a pesquisa de campo dos ecossistemas e tensores antrópicos presentes no recorte espacial do município de Pacatuba.

Para a pesquisa de campo realizada no período de Março de 2023, houve a visitação a pontos turísticos da área de estudo para observar in loco os tensores antrópicos e o funcionamento dos serviços ecossistêmicos fornecidos em Pacatuba. Desse modo, os pontos visitados foram o Povoado Tigre, que apresenta grande distribuição de dunas e lagoas em seu território, e o Povoado Boca da Barra com presença de uma comunidade de pescadores que vivem da pesca como subsistência e/ou para comercialização, nesse povoado encontra-se substratos remanescentes de manguezal, agora ocupados por tanques de carcinicultura.

Em seguida, foi realizado o levantamento de dados secundários da área de estudo, em sites governamentais para ser feita a identificação dos tensores antrópicos na pesquisa de campo, bem para analisar os aspectos físicos que caracterizam o município. Foi realizado um levantamento de dados geológicos e hidrogeológicos com base em publicações do Serviço Geológico Brasileiro (CPRM). Assim como, a busca por dados socioeconômicos e ambientais no Instituto Chico Mendes da Biodiversidade (ICMBio) e no IBGE (2010).

Resultados e discussões

O município de Pacatuba está localizado no extremo nordeste do Estado de Sergipe, limitando-se a norte com os municípios de Neópolis, Ilha das Flores e Brejo Grande, a oeste com Japoatã, a sul com Pirambu e a leste com o Oceano Atlântico (Figura 1). A população total é de 13.137 habitantes, sendo 79,5% rural e apenas 20,5% urbana. Apresenta atividades relacionadas a agricultura, pecuária e avicultura, demonstrando crescimento nos últimos anos dos empreendimentos de carcinicultura que ameaçam a biodiversidade do local.

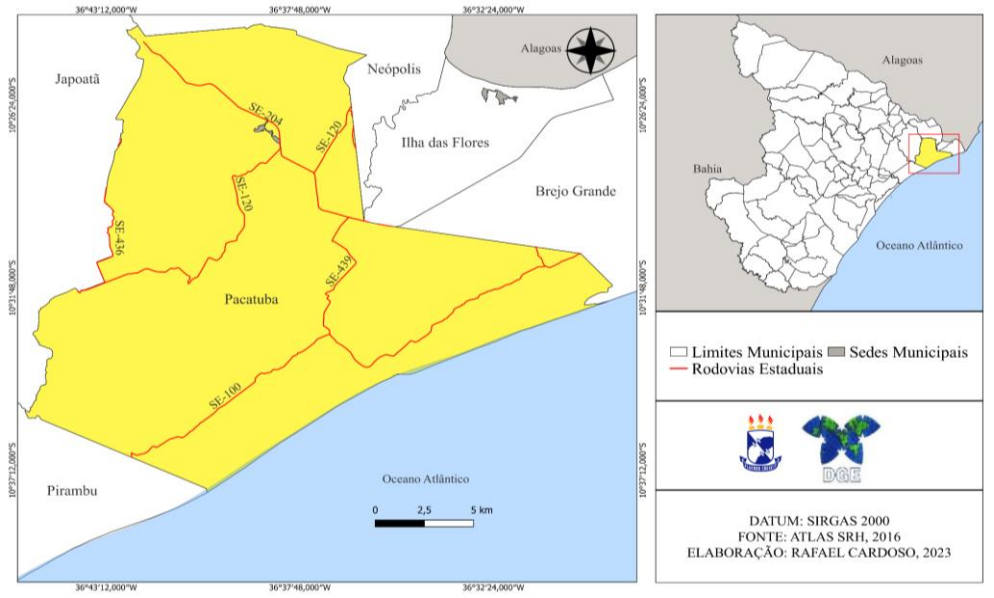


Figura 1. Mapa de localização do município de Pacatuba.

O Estado de Sergipe encontra-se na circulação atmosférica regional que envolve quatro sistemas meteorológicos (Alísios de SE, Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Sistema Equatorial Amazônico e/ou Continental (SEC) e Frente Polar Atlântica (FPA)), influenciado também por outros fatores locais, incluindo a localização geográfica, proximidade do mar e continentalidade, contribui para a predominância dos tipos de clima quente que apresentam flutuações entre úmido, subúmido e semiárido (ARAÚJO, et al 2010).

Este município apresenta um clima tipo megatérmico seco a sub-úmido, temperatura média no ano de 25,7 ° C, precipitação pluviométrica média anual de 1.201,7mm e período chuvoso de março a agosto.

A vegetação é composta pela vegetação de restinga, adaptada às condições específicas, como solos arenosos e salinidade do solo. Muitas plantas de restinga têm raízes que ajudam a estabilizar sedimentos, podem ser encontradas ser gramíneas, arbustos resistentes, e algumas espécies adaptadas às condições salinas. Mais próxima ao litoral e mais adentro do continente pela mata atlântica, densa cobertura vegetal e uma grande variedade de espécies.

O relevo é representado pelo domínio dos depósitos sedimentares, que inclui as unidades geomorfológicas de planície litorânea, abrangendo as planícies marinha e flúvio marinha; Planície fluvial do Rio São Francisco; Tabuleiro costeiro, contendo a superfície tabular erosiva. O município está inserido na bacia hidrográfica do Rio São Francisco e constitui a drenagem principal o rio Betume.

Segundo dados do IBGE (2010) houve crescimento nas atividades como extração de madeira, mineração, pesca excessiva, carcinicultura e criação de gado. O crescimento urbano desordenado, a expansão de estradas, criação de tanques para aquicultura e outras

infraestruturas são tensores antrópicos recorrentes na região que podem ocasionar a perturbação dos ecossistemas.

A APA do Litoral Norte de Sergipe instituída em 2004, abrange os municípios de Pirambu, Japoatã, Pacatuba, Ilha das Flores e Brejo Grande, compreendendo em média 473,12 km² com limites entre a margem esquerda do Rio Japaratuba, ao sudoeste, e o Rio São Francisco na margem direita, ao Nordeste, pelo Oceano Atlântico, ao Sul/Sudeste, e a distância de 8 km da linha de praia, ao Norte (Figura 2).

O objetivo da APA, de acordo, com o Decreto Nº 22.995 de 09 de Novembro de 2004, visa o desenvolvimento econômico e social da área, voltado a atividades de proteção e conservação dos ecossistemas ou processos relacionados à biodiversidade, a melhoria da qualidade de vida da população e a manutenção dos atributos ecológicos da unidade de conservação. Fazendo parte desta APA, Pacatuba apresenta parte de seu território inserido nesta unidade e apresenta uma riqueza de ecossistemas que, dada a fragilidade por comporem parte da zona costeira, necessitam ser estudados e mensuradas sua capacidade de suporte, a qual deve também estar associada a uma avaliação sobre os serviços ecossistêmicos que prestam tanto a sociedade quanto ao equilíbrio ambiental local.

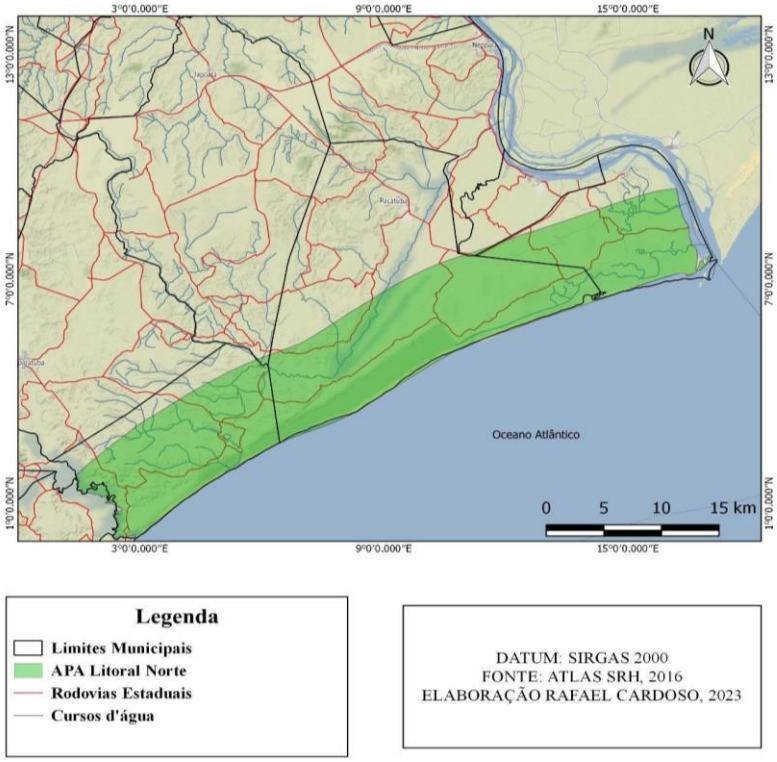


Figura 2- Mapa de delimitação da APA do Litoral Norte.

Fonte: Elaborado pelo autor.

O objetivo da APA, de acordo, com o Decreto Nº 22.995 de 09 de Novembro de 2004, visa o desenvolvimento econômico e social da área, voltado a atividades de proteção e

conservação dos ecossistemas ou processos relacionados à biodiversidade, a melhoria da qualidade de vida da população e a manutenção dos atributos ecológicos da unidade de conservação. Fazendo parte desta APA, Pacatuba apresenta parte de seu território inserido nesta unidade e apresenta uma riqueza de ecossistemas que, dada a fragilidade por comporem parte da zona costeira, necessitam ser estudados e mensuradas sua capacidade de suporte, a qual deve também estar associada a uma avaliação sobre os serviços ecossistêmicos que prestam tanto a sociedade quanto ao equilíbrio ambiental local.

A Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005) é um estudo global realizado entre 2001 e 2005 que avaliou os ecossistemas do mundo e seus serviços para a humanidade. A categorização e descrição dos serviços ecossistêmicos, que são os benefícios que os seres humanos obtêm dos ecossistemas, tornou-se uma grande contribuição para a comunidade científica nos quesitos de preservação e valorização dos ecossistemas. O quadro (quadro 1) abaixo fornece uma visão abrangente dos serviços ecossistêmicos e os benefícios proporcionados nestes locais.

Quadro 1. Serviços Ecossistêmicos de Áreas Úmidas MEA (2005)

Serviços	Benefícios
Provisão	
Água	Contenção e retenção de água;;
Bioquímico	Extração de medicamentos e outros materiais da biota;
Recursos genéticos	Fornecimento de produtos e/ou processos, tais como medicamentos, alimentos e outros;
Fibra e combustível	Produção de toras, lenha, turfa, forragem;
Materiais genéticos	Genes para resistência a patógenos de plantas, espécies ornamentais e assim por diante;
Regulação	
Purificação de água e tratamento de resíduos	Retenção, recuperação e remoção do excesso de nutrientes e outros poluentes;
Polinização	Habitat para polinizadores;
Regulação da água	Recarga/descarga de águas subterrâneas;
Regulamentação climática	fonte e sumidouro de gases de efeito estufa; influencia a temperatura local e regional, precipitação e outros processos climáticos;
Regulação da erosão	Retenção de solos e sedimentos;
Cultural	
Turismo	Atividades recreativas;
Educacional	Oportunidades para educação formal e informal;
Suporte	
Produção de solos	Retenção de sedimentos e acúmulo de matéria orgânica;
Ciclagem de nutrientes	Armazenamento, reciclagem, processamento e aquisição de nutrientes;

Fonte: MEA, 2005. Fonte: Elaborado pelo autor.

Os serviços de provisão referem-se aos recursos tangíveis que os ecossistemas fornecem diretamente aos seres humanos. Ele abrange uma ampla gama de benefícios,

incluindo alimentos, água, fibras, madeira e outros materiais que servem como fonte de energia, recursos genéticos, produtos bioquímicos, medicinais e farmacêuticos, recursos ornamentais e água para o sustento e o bem-estar das comunidades.

Os serviços de regulação são uma das principais categorias de serviços ecossistêmicos e referem-se à capacidade dos ecossistemas de regular processos naturais que influenciam diretamente o bem-estar humano e a saúde do ambiente. Esses serviços desempenham um papel fundamental na manutenção da funcionalidade dos ecossistemas e na promoção do equilíbrio dos sistemas naturais.

Os serviços de suporte são a base para a prestação de outros serviços ecossistêmicos. Eles são os processos naturais que sustentam os ecossistemas e proporcionam as condições necessárias para que os serviços de provisão, regulação e culturais ocorram. Em essência, os serviços de suporte são como o alicerce dos ecossistemas, garantindo seu funcionamento saudável e estável.

Os serviços culturais, uma das categorias de serviços ecossistêmicos, referem-se aos benefícios não materiais que os ecossistemas proporcionam às pessoas, muitas vezes ligados a aspectos simbólicos, emocionais e culturais. Esses serviços estão profundamente ligados à relação entre as comunidades humanas e o ambiente natural, refletindo a influência da natureza na cultura, identidade e bem-estar das pessoas.

A seguir, a pesquisa de campo no município de Pacatuba proporcionou a identificação dos serviços ecossistêmicos nos principais geoambientes identificados na área de estudo: campos dunares, lagoas, restinga e manguezal, sendo escolhidos em detrimento do maior impacto dos tensores antrópicos nestes locais, turismo desordenado, empreendimentos de carcinicultura, desmatamento e uso excessivo de recursos naturais. Estes ambientes serão abordados separadamente com seus respectivos serviços ecossistêmicos e os benefícios fornecidos, baseados na classificação de serviços da MEA (2005).

Para Claudino-Sales (2010) as dunas costeiras são formas de relevo criadas pela ação do vento, que mobiliza areias disponíveis nas praias e as acumulam na forma de cômoros de alturas variadas, no interior da zona costeira. Logo, os campos dunares situados em zonas de transição entre o ambiente terrestre e o marinho, desempenham um papel fundamental na preservação da biodiversidade, na proteção costeira e na prestação de serviços ecossistêmicos. A compreensão abrangente dos processos que moldam os campos dunares, bem como sua interação com fatores climáticos, geológicos e antropogênicos, é essencial para promover a conservação e a gestão sustentável desses ecossistemas.

Nesse contexto, esta abordagem visa explorar os serviços ecossistêmicos associados aos campos dunares (Quadro 2), contribuindo para a compreensão de sua

importância no contexto ambiental. Os campos dunares abrangem uma área de 17 km² do município de Pacatuba (Figura 3).

Para os serviços de provisão de água identificou-se lagoas interdunares temporárias que se formam com o afloramento de água dos lençóis freáticos em períodos de chuvas. As comunidades estabeleceram-se perto das dunas, possibilitando usufruir dessas condições, principalmente pelo afloramento das águas para tanques de carcinicultura que vem crescendo na região. Ao redor das lagoas encontra-se também a cultura de coqueirais ocupando as áreas interdunares (CORREIA, 2016) .

Os serviços de regulação das dunas atuam na proteção contra tempestades e na recarga de aquíferos pela percolação da água nos sedimentos não consolidados.

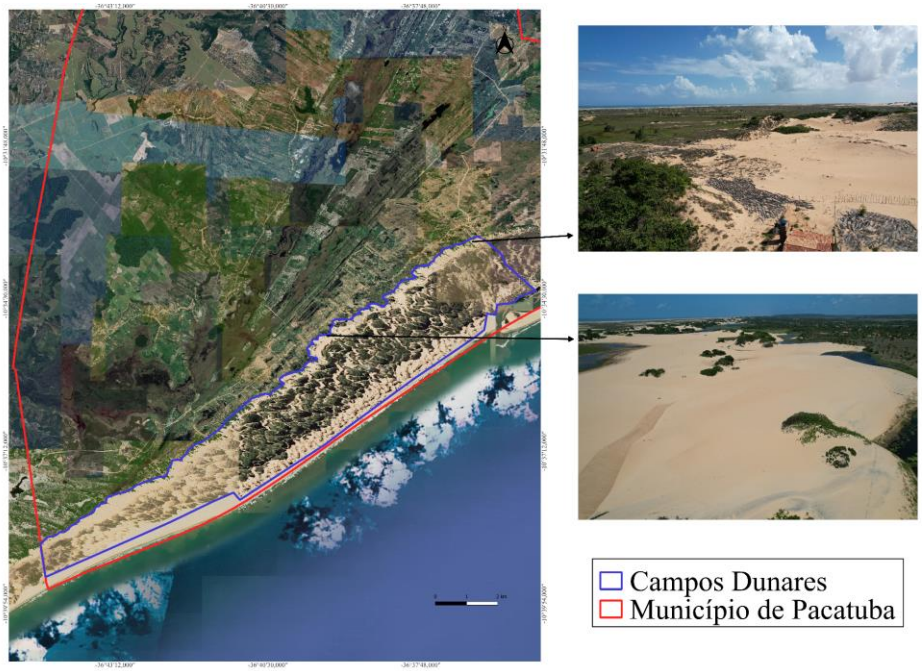


Figura 3 - Delimitação dos campos dunares de Pacatuba.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quadro 2. Serviços Ecossistêmicos dos Campos Dunares de Pacatuba

Serviços	Benefícios
Provisão	
Água	Contenção e retenção de água;
Regulação	
Controle erosivo	Manutenção da linha de costa, dificultando a erosão das marés na costa;
Recarga de aquífero	A água percola o solo e abastece os aquíferos da região;
Cultural	
Educacional	Práticas educativas e científicas;
Turismo	A beleza cênica do local atrai fluxos turísticos para a região;
Suporte	
Habitat	Fornece habitat para espécies vegetais e animais;
Manutenção da biodiversidade	Garante os processos ecológicos para continuidade das espécies;

Fonte: MEA (2005). Pesquisa de campo (2023). Organização: o autor (2023)

Segundo Portz, (2016) a ação das ondas de tempestades desgastam as dunas, removendo o sedimento e a vegetação pioneira, transportando-os para a zona de arrebentação e alterando o perfil da praia. Com a diminuição das tempestades, o perfil praial tende a voltar a ter a sua configuração com dunas embrionárias e frontais bem desenvolvidas e vegetadas. Criando assim, uma reserva de sedimento que atua como uma barreira de proteção das áreas interiores contra ondas de tempestade futuras. Como também, auxilia na estabilização de solos, por meio da vegetação presente nos campos dunares, atua na fixação das dunas de areia, ajudando a evitar a erosão e a estabilizar os solos. No período chuvoso, as áreas interdunares são inundadas e marcadas pela instalação de lagoas freáticas, em razão da percolação da água nos sedimentos eólicos que abastecem os aquíferos da região (CORREIA, 2016).

Os serviços culturais, estão relacionados a práticas educativas e turísticas que envolvem a beleza cênica dos campos dunares. Na área de estudo, esses serviços são de grande importância. No âmbito educacional destaca-se estudos acadêmicos para pesquisa da formação das dunas e sua importância ecológica, os processos naturais, a geologia e a biodiversidade associadas a esses ecossistemas. Para o turismo, as dunas costeiras oferecem oportunidades únicas para atividades recreativas e turísticas. Passeios pelas dunas, observação de paisagens e fotografia atraem visitantes e proporcionam experiências de lazer e conexão com a natureza.

Os serviços de suporte dos campos dunares abrigam uma diversidade de espécies vegetais e animais adaptadas às condições de salinidade e exposição ao vento. Esses habitats fornecem abrigo, alimentação e reprodução para muitas espécies, incluindo aves

migratórias e espécies ameaçadas (PORTZ, 2016). O piru-piru (*Haematopus palliatus*) é uma ave endêmica de regiões litorâneas, que utiliza das dunas para deposição de seus ovos diretamente na areia da praia entre as vegetações arbustivas.

A planície fluviolagunar da área de estudo tem como drenagem principal o rio Betume, afluente do rio São Francisco pela margem direita. Apresenta elevada disponibilidade hídrica superficial (rios e lagoas) e subsuperficial – por estar situada na bacia sedimentar, área favorecida pela presença de depósitos sedimentares de elevada porosidade e permeabilidade, que proporciona boas condições de armazenamento (LIMA, 2017). Os ambientes lagunares (Figura 4) representam ecossistemas aquáticos complexos e de grande importância ecológica. Essas áreas úmidas, caracterizadas pela interação entre águas superficiais e subsuperficiais, oferecem uma variedade de serviços ecossistêmicos cruciais para o equilíbrio ambiental e o bem-estar humano (Quadro 3).

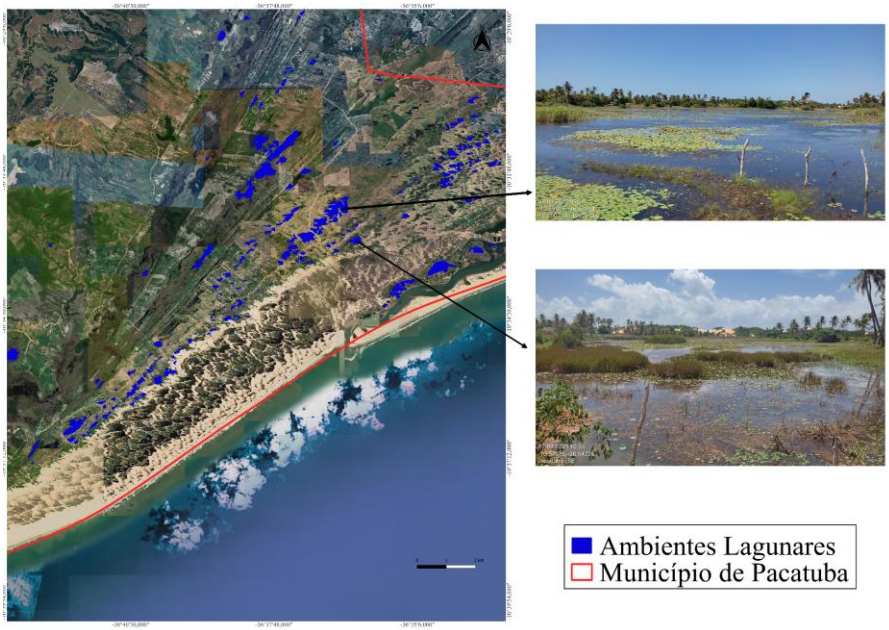


Figura 3 - Delimitação do complexo lagunar de Pacatuba..

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os serviços de provisão dos ambientes lagunares da área de estudo provê água, alimentos e recursos genéticos para as comunidades locais.

Para o serviço de provisão de água, as lagoas atuam como reservatórios naturais, armazenando água durante períodos de chuva e liberando-a gradualmente, ajudando a regular os fluxos hídricos. Isso é essencial para o abastecimento de água das comunidades e aquíferos subterrâneos, irrigação agrícola e manutenção de ecossistemas adjacentes.

Em relação aos alimentos, as lagoas da região demonstram grande grau de ocupação para piscicultura e carcinicultura, com essa última desenvolvendo nos últimos anos, introduzindo a espécie *Litopenaeus vannamei* (camarão branco do Pacífico) devido a fatores

como rápido crescimento, baixa taxa de conversão alimentar e taxa de sobrevivência elevada facilitam a criação do camarão (CORREIA, 2016).

Para os recursos genéticos, a taboa (*Typha domingensis*) é a planta comum das lagoas e matéria-prima para artesanato das comunidades locais. Muitas comunidades locais utilizam as fibras desta espécie para produzir artesanato, como cestas, esteiras, cordas e objetos decorativos. Essas práticas tradicionais de artesanato estão enraizadas na cultura local e fornecem uma fonte de renda e sustento para as comunidades.

Quadro 3. Serviços Ecossistêmicos de Ambientes Lagunares em Pacatuba

Serviços	Benefícios
Provisão	
Água	Armazenamento e retenção de água para uso doméstico, industrial ou agrícola;
Alimentos	Produção de peixe, caça selvagem, frutas e grãos;
Recursos genéticos	Fornecimento de produtos e/ou processos, tais como medicamentos, alimentos e outros;
Regulação	
Purificação de água e tratamento de resíduos	Retenção, recuperação e remoção do excesso de nutrientes e outros poluentes;
Regulação da água	Recarga/descarga de águas subterrâneas;
Cultural	
Turismo	Atividades recreativas;
Educacional	Oportunidades para educação formal e informal;
Suporte	
Habitat	Fornece habitat para espécies vegetais e animais;
Manutenção da biodiversidade	Refúgio e alimentação de espécies; ;
Produção de solos	Retenção de sedimentos e acúmulo de matéria orgânica;
Ciclagem de nutrientes	Armazenamento, reciclagem, processamento e aquisição de nutrientes;

Fonte: pesquisa de campo (2023). Organização: o autor (2023)

Os serviços de regulação das lagoas estão ligados a purificação da água e tratamento de resíduos e regulação da água nesses ambientes. As lagoas desempenham um papel significativo na purificação da água e no tratamento de resíduos. Plantas aquáticas e microorganismos presentes em ambientes aquáticos ajudam a remover poluentes e nutrientes em excesso da água, melhorando sua qualidade.

A regulação do fluxo de água, auxilia na redução de enchentes e na manutenção de um equilíbrio hidrológico adequado. Atuando como esponjas naturais que absorvem o excesso de água durante períodos de chuva intensa e liberam essa água gradualmente, ajudando a prevenir inundações.

Os serviços culturais dos ambientes lagunares estão ligados ao turismo e à educação. As lagoas servem também para atividades recreativas das comunidades locais, porém o turismo atrai pessoas para uso em menor escala. As atividades educacionais são

desenvolvidas em educação ambiental e estudos acadêmicos pelas características físicas e biológicas das lagoas.

Em relação aos serviços de suporte, às lagoas oferecem habitats diversificados para uma ampla quantidade de espécies aquáticas, como peixes, anfíbios, aves e insetos. Os ambientes lagunares também desempenham um papel crucial para a manutenção da biodiversidade, servem de refúgio e alimentação de espécies que utilizam as lagoas para procriação.

Nas lagoas, a produção de solos ocorre por meio de processos de sedimentação e acumulação de material orgânico e inorgânico. O acúmulo contínuo de sedimentos, como detritos vegetais e matéria orgânica, resulta na formação de solos lacustres. Esses solos são ricos em nutrientes e minerais e fornecem uma base fértil para o crescimento de vegetação aquática e de espécies que habitam o fundo das lagoas.

A ciclagem de nutrientes é um processo pelo qual os elementos químicos essenciais para a vida, como nitrogênio, fósforo e carbono, são reciclados e reutilizados dentro do ecossistema. Nas lagoas, esse processo ocorre por meio de várias etapas, como a decomposição de matéria orgânica e a atividade de microrganismos aquáticos. Quando os detritos e materiais orgânicos caem no fundo da lagoa, eles são decompostos por bactérias e fungos, liberando nutrientes que podem ser novamente utilizados pelas plantas aquáticas para crescer e se desenvolver (BARBIER, et. al. 2011).

A vegetação de restinga (Figura 4) é uma formação típica da região litorânea, que se desenvolve sobre sedimentos arenosos marinhos, colonizando a planície costeira. Ela é caracterizada por ser um verdadeiro mosaico de diferentes associações florísticas e faunísticas, encontradas em praias, dunas costeiras, terraços marinhos e cordões litorâneos (CORREIA, 2016).

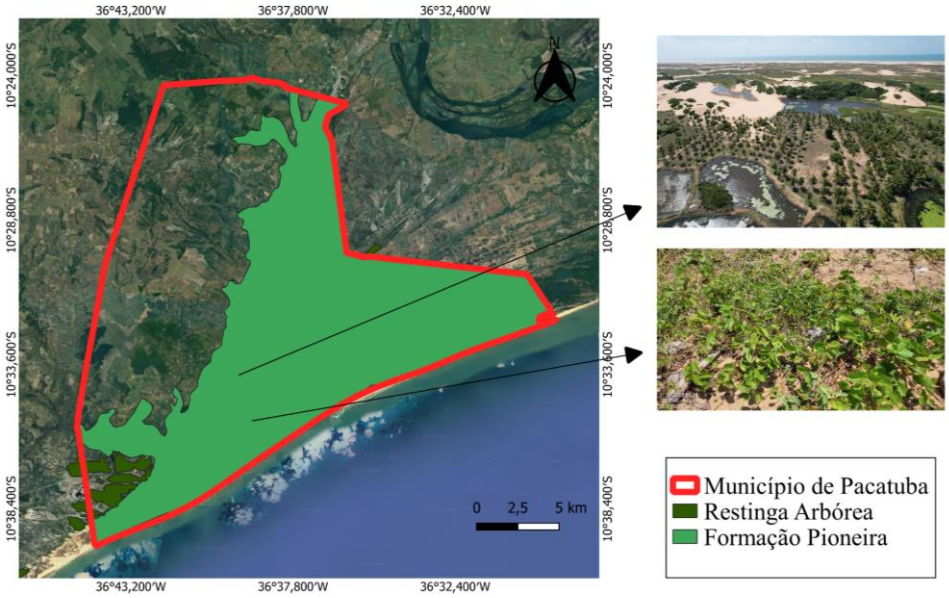


Figura 4 - Delimitação da vegetação de Restinga em Pacatuba..

Fonte: Elaborado pelo autor.

Existe a variação da vegetação a depender das condições específicas de drenagem e fertilidade, teor de salinidade e proximidade do lençol freático são importantes para seu desenvolvimento. Comunidades de espécies gramíneas adaptadas às altas salinidades desenvolvem-se no pós-praia e dunas; comunidades subarbustivas são encontradas mais adentro do continente e espécies arbóreo-arbustivos colonizam as dunas fixas. Essas características denotam a variedade de serviços fornecidos pela restinga (Quadro 4).

Quadro 4. Serviços Ecossistêmicos da Vegetação de Restinga em Pacatuba

Serviços	Benefícios
Provisão	
Fibra e combustível	Produção de toras, lenha, turfa, forragem;
Alimentos	Caça selvagem, frutas e grãos;
Regulação	
Polinização	Habitat para polinizadores;
Regulação de risco natural	Controle de inundações, proteção contra tempestades;
Regulação da erosão	Retenção de solos e sedimentos;
Regulação do clima	Fonte e sumidouro de gases de efeito estufa; influencia a temperatura local e regional, precipitação e outros processos climáticos;
Cultural	
Turismo	Atividades recreativas;
Educacional	Oportunidades para educação formal e informal;
Suporte	
Ciclagem de nutrientes	Armazenamento, reciclagem, processamento e aquisição de nutrientes;
Habitat	Fornece habitat para espécies vegetais e animais;

Fonte: pesquisa de campo (2022). Organização: o autor (2023)

Os serviços de provisão da vegetação de restinga estão divididos em fibra e combustível e alimentos. Referentes a fibra e combustível, fornece fibras naturais provenientes de diferentes fontes, como troncos de árvores, folhas, caules e cascas, que podem ser utilizadas para diversos fins pelas comunidades locais. Para provisão de alimentos, algumas espécies de árvores e arbustos da vegetação de restinga produzem frutos comestíveis como mangabeira (Hancornia speciosa); cajueiro (Anacardium occidentali) e mangueira, (Mangifera indica) em pastagens nativas e plantadas, a comercialização dessas frutas é outra forma de subsistência para a comunidade (CORREIA, 2016).

Os serviços de regulação da vegetação de restinga fornece locais de abrigo, nidificação e reprodução para os polinizadores. Áreas com vegetação densa e diversificada

oferecem abrigos seguros para descanso, bem como locais adequados para a construção de ninhos (SILVA, 2013).

Para regulação dos riscos naturais e erosão, a vegetação de restinga desempenha um papel fundamental na estabilização das dunas costeiras, protegendo-as contra a erosão causada pelo vento e contribuindo para a preservação das áreas costeiras. Como também, protege contra tempestades, especialmente as espécies arbustivas e arbóreas, atua como uma barreira natural contra a ação de ventos fortes e tempestades. Essa vegetação ajuda a reduzir a velocidade do vento e a dissipar a energia das ondas, protegendo as áreas costeiras e as comunidades humanas contra danos causados por tempestades.

Para a regulação do clima, a vegetação de restinga atua como uma barreira contra a radiação solar direta, ajudando a reduzir a temperatura local. As folhas das plantas absorvem parte da energia solar e, por meio da evapotranspiração, liberam umidade no ar, contribuindo para a redução do calor nas áreas costeiras. Esse processo libera água na atmosfera, aumentando a umidade local e, consequentemente, influenciando a precipitação e o microclima da área.

Os serviços culturais relacionados ao turismo com paisagens e biodiversidade rica, atrai turistas interessados em ecoturismo. As áreas de restinga oferecem oportunidades para caminhadas, observação de pássaros, trilhas e outras atividades ao ar livre que permitem que os visitantes se conectem com a natureza e apreciem a beleza cênica desses ecossistemas.

Para fins educacionais, as áreas de restinga também atraem pesquisadores e cientistas interessados em estudar a biodiversidade e os processos naturais desses ecossistemas. As pesquisas realizadas nessas áreas fornecem conhecimento científico importante para a conservação e o manejo adequado dos ecossistemas de restinga.

Os serviços de suporte são caracterizados em relação a ciclagem de nutrientes é o processo pelo qual os elementos químicos, como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e outros, são reciclados dentro do ecossistema. Esse processo ocorre por meio da interação entre as plantas, os microrganismos do solo e outros componentes do ecossistema. As plantas absorvem nutrientes do solo à medida que crescem, e, ao morrerem e se decomporem, liberam esses nutrientes de volta ao solo, onde são novamente disponibilizados para as novas plantas. Ela suporta a biodiversidade local e contribui para a manutenção de ecossistemas saudáveis.

Os manguezais (Figura 5) são típicos de ecossistemas de transição entre os ambientes terrestre e marinho, expostos à variação de nível de água, sendo cobertos pela água salgada durante a maré alta (CORREIA, 2016). Esse ambiente de transição demonstra diversidades biológicas e geológicas que auxiliam ao fornecimento de serviços ecossistêmicos (Quadro 5).

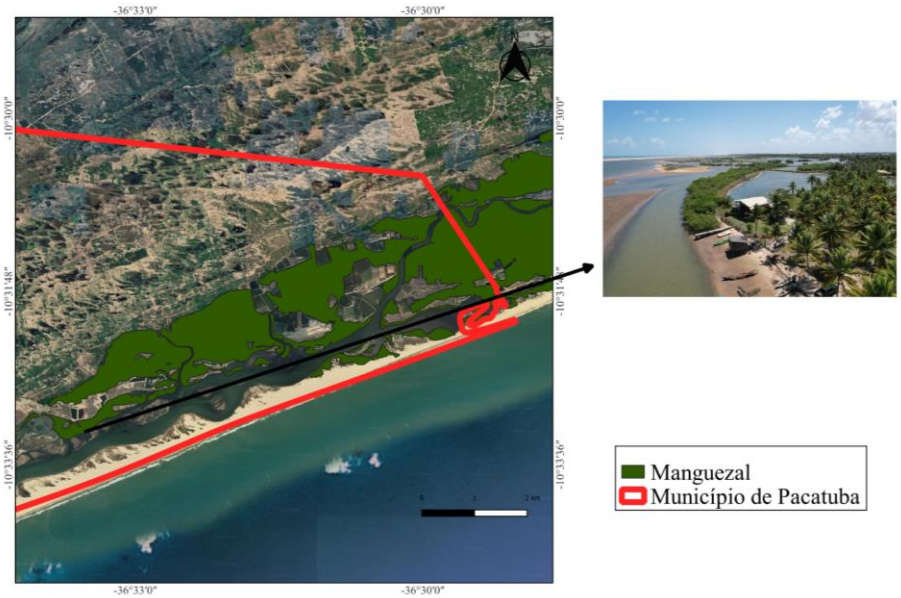


Figura 5 - Delimitação do Manguezal de Pacatuba.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os serviços de provisão referentes a vegetação de manguezal divide-se em alimentos, fibra e combustível. Os manguezais abrigam uma variedade de espécies de peixes e crustáceos que são fundamentais para a pesca e a segurança alimentar das comunidades locais. A atividade pesqueira de ostras e sururus pelas mulheres em Ponta dos Mangues, serve para a subsistência das famílias. Na categoria de fibra e combustível, os materiais lenhosos dos manguezais são utilizados na construção de casas de taipa, ranchos de pescadores e embarcações, também servem de uso em lenha para fogões e cercas.

Os serviços de regulação estão representados pela regulação de risco natural e regulação da erosão. Na prevenção de erosão, as raízes e a vegetação densa dos manguezais estabilizam o solo costeiro, prevenindo a erosão provocada pelas marés e correntes. A vegetação atua como uma barreira natural contra tempestades e ondas fortes provenientes do oceano. As raízes aéreas e a densa vegetação ajudam a dissipar a energia das ondas, reduzindo a força das correntes e minimizando o impacto das tempestades costeiras.

Quadro 5. Serviços Ecossistêmicos da Vegetação de Manguezal de Pacatuba

Serviços	Benefícios
Provisão	
Alimentos	Produção de peixe, caça selvagem, frutas e grãos;
Fibra e combustível	Produção de toras, lenha, turfa, forragem;
Regulação	
Regulação da erosão	Retenção de solos e sedimentos;
Regulação de risco natural	Controle de inundações, proteção contra tempestades;
Cultural	
Educacional	Oportunidades para educação formal e informal;
Suporte	
Ciclagem de nutrientes	Armazenamento, reciclagem, processamento e aquisição de nutrientes;
Formação do solo	Retenção de sedimentos e acúmulo de matéria orgânica;
Habitat	Fornece habitat para espécies vegetais e animais;

Fonte: pesquisa de campo (2023). Organização: o autor (2023)

Os serviços culturais dão-se pelo âmbito educacional, os manguezais são ambientes ricos em biodiversidade e apresentam características ecológicas únicas. Eles fornecem oportunidades valiosas para a educação ambiental, onde as pessoas podem aprender sobre a importância da conservação desses ecossistemas, a relação entre os manguezais e a saúde dos oceanos, a proteção contra a erosão costeira e os benefícios dos serviços ecossistêmicos fornecidos por essas áreas.

Os serviços de suporte dos manguezais estão relacionados à ciclagem de nutrientes, ao tratar-se de ecossistemas altamente produtivos, onde a ciclagem é fundamental para manter a fertilidade do solo e suportar a produtividade biológica. As folhas e detritos vegetais que caem na água são decompostos por microrganismos, liberando nutrientes essenciais. Esses nutrientes são então reciclados pelas plantas e microorganismos do manguezal, sustentando o crescimento e a saúde do ecossistema, retendo sedimentos e nutrientes trazidos pelos rios e fornecendo um ambiente propício para a decomposição de matéria orgânica.

Para a formação do solo, a vegetação de manguezal desempenha um papel crucial na formação e estabilização do solo costeiro. As raízes aéreas e subterrâneas das árvores de mangue entrelaçam-se, formando uma rede complexa que ajuda a prender sedimentos e evitar a erosão. Ao longo do tempo, a acumulação de matéria orgânica, como folhas e detritos vegetais, contribui para a formação de solo rico em nutrientes e com alta capacidade de retenção de água.

Os manguezais proporcionam serviços de habitats únicos para abrigo e sustento de diversas espécies. As raízes aéreas das árvores de mangue fornecem refúgio para inúmeras espécies de peixes, crustáceos e moluscos. Além disso, as áreas de manguezal servem como berçários para muitas espécies marinhas e de aves. A figuinha-do-mangue (*Conirostrum bicolor*) é uma das espécies de aves presentes nos ecossistemas de manguezais, seus ninhos são feitos nos galhos da vegetação de mangue e alimenta-se de insetos e frutos próximos a seu habitat.

A análise dos serviços ecossistêmicos oferecidos pelos ambientes discutidos - dunas costeiras, lagoas, vegetação de restinga e manguezais - destaca sua importância vital tanto para o equilíbrio ambiental quanto para o bem-estar humano. Os serviços disponibilizados por esses ambientes denunciam a importância ecológica e econômica para comunidades locais, espécies de animais e plantas presentes nestes locais.

Medidas para mitigação dos tensores antrópicos de Pacatuba

A mitigação dos tensores antrópicos requer uma abordagem integrada e colaborativa que envolva as partes interessadas, incluindo comunidades locais, órgãos governamentais, organizações não-governamentais e os setores produtivos. A implementação de estratégias eficazes pode minimizar os impactos adversos sobre os ecossistemas e os serviços ecossistêmicos da região, permitindo a coexistência entre as atividades humanas e a conservação ambiental.

Para Lima (2017) a adoção de um zoneamento territorial detalhado, considerando as características ecológicas e socioeconômicas, pode direcionar o uso do solo de forma adequada. Zonas de conservação, onde atividades de alto impacto, como a carcinicultura intensiva, são restritas, podem ser estabelecidas, garantindo a proteção das áreas mais sensíveis. Nesse contexto, quando aplicado a Pacatuba, pode desempenhar um papel significativo na mitigação dos tensores antrópicos presentes na região. Vale ressaltar que o plano de manejo não foi elaborado.

A proposta de zoneamento consiste em dividir a área de estudo em zonas distintas, cada uma com regras e diretrizes específicas para o uso do solo, considerando suas características ambientais e necessidades de conservação.

No contexto de Pacatuba, o zoneamento poderia estabelecer áreas de preservação ambiental, onde a conservação dos ecossistemas naturais seria priorizada, áreas de uso restrito para atividades de baixo impacto ambiental e áreas urbanas planejadas de forma sustentável. Além disso, poderia incluir áreas de recuperação ambiental, onde a restauração de ecossistemas degradados seria incentivada.

A proposta de zoneamento como medida para mitigação dos tensores antrópicos em Pacatuba oferece um caminho eficaz para harmonizar o desenvolvimento humano com a proteção do meio ambiente. Ao considerar a complexidade dos ecossistemas locais e as necessidades da comunidade, essa abordagem pode promover a sustentabilidade e a resiliência dos sistemas naturais, contribuindo para continuidade dos serviços oferecidos.

Conclusão

Primeiramente, a compreensão dos componentes geossistêmicos do município de Pacatuba permitiu uma visão das interações entre os elementos naturais e as atividades humanas na região. Isso serviu como base para a identificação dos serviços ecossistêmicos, destacando sua importância para o bem-estar humano e a conservação da biodiversidade local. A análise dos serviços ecossistêmicos na área de estudo revelou a riqueza e a diversidade dos benefícios fornecidos pelos ecossistemas presentes. Desde a provisão de água dos campos dunares até os serviços de suporte de habitat fornecido pelos manguezais, evidenciando como esses serviços são essenciais para a qualidade de vida das comunidades e para a manutenção dos processos naturais.

A avaliação dos tensores antrópicos revelou os desafios que ameaçam o equilíbrio geossistêmico local. A presença de atividades humanas desordenadas, como práticas agrícolas inadequadas, coloca em risco a integridade dos ecossistemas e compromete a capacidade deles de fornecer serviços sustentáveis a longo prazo. Daí a necessidade de efetivar o zoneamento e o plano de manejo da APA, na qual o município está inserido.

Por fim, a elaboração de medidas voltadas para o uso sustentável desse recorte espacial surge como um imperativo para a preservação dos serviços ecossistêmicos. A implementação de políticas de manejo integrado, a promoção da educação ambiental e o estímulo a práticas de conservação representam passos essenciais para garantir que os benefícios dos ecossistemas sejam desfrutados pelas gerações presentes e futuras.

Portanto, este artigo contribui significativamente para o entendimento dos serviços ecossistêmicos na APA do Litoral Norte de Sergipe no município de Pacatuba, apontando para a necessidade urgente de ações coordenadas que harmonizem o desenvolvimento humano com a preservação dos ecossistemas que sustentam a vida.

Referências

ARAÚJO, H. M. et al. Potencialidades e restrições de uso dos recursos naturais no curso inferior da Bacia Hidrográfica do Rio Sergipe. In: SEMINÁRIO LATINO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 6., SEMINÁRIO IBERO AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2., 2010, Coimbra. Anais eletrônicos... Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010.

ARAÚJO, Isailma da Silva. Identificação e valoração de serviços ecossistêmicos no Parque das Dunas, Natal-RN. 2018. 98f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

ANDRADE, Daniel Caixeta; ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma “Economia dos Ecossistemas”. Campinas, n. 159, maio 2009.

BARBIER, E. B., Hacker, S. D., Kennedy, C., Koch, E. W., Stier, A. C., & Silliman, B. R.. The value of estuarine and coastal ecosystem services. Ecological Monographs, 81(2), 169-193. (2011)

BRUNI, M. A. L.; SILVA, H. P. Geologia. In: MAPA Geológico do Estado de Sergipe. Escala I:250.000. Aracaju: MME/DNPM/SICT/CODISE, 1983.

CORREIA, Aracy Losano Fontes. Interações socioambientais da planície costeira associada à foz do rio São Francisco : município de Pacatuba-SE. 2014. 123 f. Tese (Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2016.

CLAUDINO-SALES, VANDA . Paisagem dunar em área urbana consolidada: natureza, ciência e política no espaço urbano de Fortaleza, Brasil. Sociedade & Natureza (UFU. Online) , v. 22, p. 447-459, 2010.

CPRM. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/arquivos/pdf/sergipe/sergipe_geologia.pdf. Acesso em: 29/01/2023.

IBGE. Cidades 2010. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php

LIMA, Luana Pereira. Ordenamento do uso e ocupação do solo na planície fluviolagunar do rio Betume e adjacências. 2017. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2017.

PORTZ, Luana. Dunas Costeira - quanto mais você sabe, mais você vai apreciar este ecossistema natural. / Luana Portz; Rogério Portantiolo Manzolli; Ana Maria Pimentel Mizusaki. - Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016.

SALDANHA, Denise Santos: COSTA, Diógenes Félix da Silva. Classificação dos serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas úmidas na zona estuarina do Rio Piancó-Piranhas-Açu (Nordeste, Brasil) Ateliê Geográfico - Goiânia-GO, v. 13, n. 3, dez./2019.

SILVA, Edimilson Gomes. Redes Geográficas e Potencial Fitogeográfico Apícola e os Territórios Produtivos de Sergipe. 2013. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe.

Degradação do ecossistema da nascente do Rio Mundaú, Garanhuns: Uma análise dos desafios ambientais e socioeconômicos

Ecosystem degradation of the Mundaú River spring, Garanhuns: An analysis of environmental and socioeconomic challenges

Márcio Gabriel Pessoa Souza Mendonça
Universidade de Pernambuco
https://orcid.org/ 0009-0005-8241-8455
marcio.gabriel@upe.br

Dorgival Ferreira Lima Filho
Universidade de Pernambuco
https://orcid.org/0009-0009-4674-1449
dorgival.limafilho@upe.br

Tiago Silva de Souza
Universidade de Pernambuco
https://orcid.org/0009-0006-6132-1600
tiago.silvas@upe.br

Thaís Pessoa Araujo
Universidade de Pernambuco
https://orcid.org/ 0009-0005-7521-4243
thais.pessoaaraujo@upe.br

Alberlene Ribeiro de Oliveira
Universidade de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-9802-3205
Alberlene.oliveira@upe.br

Resumo: Este artigo estuda a situação atual da nascente do Rio Mundaú em Garanhuns, em Vila Maria destacando sua importância como recurso hídrico urbano e os desafios enfrentados em relação à sua conservação. Utilizando uma abordagem qualitativa, foram realizadas pesquisas de campo e bibliográficas. Os resultados revelam uma série de questões preocupantes, incluindo a poluição da água, degradação do ecossistema ribeirinho, falta de políticas públicas para manutenção, preservação e a falta de conscientização da população local sobre a importância da conservação do rio. Com base nesses dados, são propostas medidas e estratégias para promover a conservação da nascente do Rio Mundaú e melhorar sua qualidade ambiental.
Palavras-chave: Poluição das nascentes. Saneamento Básico. Ambiente urbano. Políticas Públicas.

Abstract: This article studies the current situation of the source of the Mundaú River in Garanhuns, Vila Maria highlighting its importance as an urban water resource and the challenges faced in relation to its conservation. Using a qualitative approach, field research and literature were conducted. The results reveal a number of worrying issues, including water pollution, degradation of the riverine ecosystem, lack of public policies for maintenance, preservation and lack of awareness of the local population about the importance of river conservation. Based on these data, measures and strategies are proposed to promote the conservation of the source of the Mundaú River and improve its environmental quality.
Key-word: Pollution of springs. Sanitation. Urban environment. Public policies.

Introdução

O Rio Mundaú cursa cerca de trinta municípios passando pelos estados de Pernambuco e Alagoas, com sua nascente localizada no município de Garanhuns – PE, no

interior do estado, é um rio perene, e deságua na Lagoa do Mundaú no estado de Alagoas (SILVA, 2011).

A bacia do Rio Mundaú apresenta processos de degradação ecossistêmico por meio de interferências antrópicas do qual temos, de acordo com Silva (2007), o esgoto sanitário, a carência na coleta e instalação imprópria de resíduos, o acúmulo de bancos de areia, alterando o curso do rio, o volume de água e, por vezes, impede a renovação de oxigênio para os peixes. Além disso, descarte de resíduos industriais inapropriados, ausência de subsídios sociais na administração da bacia, posse tumultuada das áreas de risco e urbanização não estabilizada.

Nos últimos anos, o homem tem participado como agente acelerador dos desequilíbrios da paisagem, principalmente pelas atividades diretamente desenvolvidas nas bacias hidrográficas, pois funciona como unidade integradora, tanto das coisas da natureza quanto das atividades humanas, percebe-se que, entre um divisor de águas e outro, há sempre uma paisagem em transformação pela ação humana (ROCHA, 2011, p.54).

Destarte, as pressões sobre os recursos hídricos estão diretamente relacionadas ao modelo de desenvolvimento econômico, que se expressa pelo nível de consumo da sociedade" (ZAGO, 2007). Assim, Silva (2016) afirma que a maior parte dos problemas envolvendo a questão hídrica associada ao processo de urbanização é verificada nos países pobres por resultar em paisagens urbanas sem infraestrutura de saneamento, distribuição de água e controle de águas servidas e pluviais.

Neste ínterim, o crescimento urbano de Garanhuns/PE ocorreu com contrastes desiguais e com um planejamento inadequado procedendo em poluição dos corpos hídricos, situações de instabilidade e insalubres de moradia, assim como em apropriação de limites de conservação que são fundamentais para sustentação dos recursos naturais constitucionais à vida humana.

A ampla capacitação de poluentes na região do Rio Mundaú, diretamente, valida a prática de estudos, pesquisas e obras pautadas de conscientização ambiental da qual busca em contribuir com subsídios para a idealização e o avanço de construções de gestão ambiental adequadas para permitir o uso múltiplo dos recursos hídricos (El-DEIR, 2016).

Diante desses pressupostos, justifica-se, assim, a execução desta pesquisa. Desse modo, o objetivo geral desta pesquisa é analisar as implicações do crescimento urbano desordenado na nascente do Rio Mundaú, na Vila Maria, em Garanhuns/PE, com ênfase nas pressões sobre os recursos hídricos, degradação ecossistêmica e impactos socioeconômicos.

Neste ínterim, o presente trabalho visa em contribuir para o avanço da ciência geográfica pelas interações entre desenvolvimento urbano e degradação ambiental, especificamente na nascente do Rio Mundaú, na Vila Maria. Pretende-se também sensibilizar

a sociedade em geral, destacando a importância de um crescimento urbano consciente e sustentável, assim como a adoção de práticas de gestão ambiental adequadas para permitir o uso múltiplo dos recursos hídricos.

Os dados e as análises oferecidas nesta pesquisa podem ser usados como ferramentas valiosas para o engajamento da sociedade, sensibilizando os cidadãos sobre a importância de um desenvolvimento urbano consciente e ecologicamente responsável. Podendo promover uma coexistência sustentável entre o ambiente construído e o ambiente natural, em benefício das gerações presentes e futuras.

Processos De Degradação Socioambiental Em Bacias Hidrográficas

A degradação ambiental é presente no Brasil, mesmo com leis que proíbam a degradação das bacias hidrográficas ainda é possível encontrar bacias em estados lamentáveis, como a do Rio Mundaú, cuja nascente se localiza em Garanhuns que por muitos anos, foi utilizada para o abastecimento do município, mas devido à degradação e ao mau uso da bacia, ela deixou de ser adequada para uso doméstico. Isso ocorreu devido à falta de planejamento da cidade, pois com o crescimento urbano desordenado que a degradação da bacia se intensificou.

Castro (2005) diz que para entender a bacia hidrográfica como unidade territorial, não se pode adotar o conceito clássico que a define apenas como a rede de drenagem e suas conexões, é necessário entendê-la como uma porção de espaço formada por um conjunto de elementos físicos, biológicos, sociais e políticos que interagem entre si, modificando todo o sistema. Reconhecer a bacia hidrográfica como um sistema, implica em aceitar que tudo o que ocorre nela repercute direta ou indiretamente nos rios e na qualidade das águas, afetando por consequência todos os demais elementos que compõem este sistema.

Segundo Soares (2017, p.76) Simôa Gomes, filha de Miguel Coelho Gomes, após ficar viúva, doou as terras onde hoje se localiza o centro da cidade para a Irmandade das Almas da Igreja de Santo Antônio. Nessas terras surgiram as primeiras residências do centro urbano de Garanhuns e foi nelas onde a cidade nasceu perto das nascentes fundamentais ao abastecimento dos moradores, à criação de gado e à agricultura.

Devido a essa doação, um dos bairros mais importantes de Garanhuns está localizado próximo às nascentes, como é o caso da Vila Maria, e o bairro Pau Pombo, que fica muito próximo ao centro da cidade. Por causa dessa proximidade das nascentes, muitos esgotos e resíduos são despejados diariamente no rio. Isso tem contribuído para a contaminação e poluição da água, comprometendo sua qualidade e tornando-a inadequada para consumo humano.

De acordo com Almeida (2010, p.22), a conexão intrincada entre esses rios urbanos esquecidos, ocupação clandestina, pobreza e segregação socioespacial instaura um ambiente de desigualdades marcantes, ao mesmo tempo em que estabelece zonas de risco caracterizadas pela convergência de ameaças diversas, sejam elas naturais ou sociais. Nesse cenário, a vulnerabilidade social se sobressai, intimamente ligada à exposição diferenciada aos potenciais perigos impostos pelos fenômenos naturais.

Outro ponto destacado por Soares (2015), é que com o processo erosivo contínuo da Voçoroca aumenta a probabilidade de contaminação da água da nascente pela infiltração de esgoto no lençol freático. Essa situação é preocupante, pois representa uma ameaça significativa à qualidade da água e aos ecossistemas aquáticos que dependem dela. A abordagem de trabalho de campo proporcionou uma visão mais abrangente das condições do Rio Mundaú, permitindo a identificação de potenciais problemas relacionados à qualidade da água e à poluição.

Com base nessas observações, destaca-se a importância de adotar medidas efetivas para mitigar a poluição causada por esgotos domésticos inadequadamente descartados no rio. Para garantir a sustentabilidade do Rio Mundaú e a preservação dos ecossistemas associados, é fundamental promover a conscientização pública sobre a importância da conservação dos recursos hídricos e implementar políticas de proteção ambiental.

Essas ações devem ser conduzidas em conjunto com as autoridades locais, a comunidade e outras partes interessadas, a fim de assegurar um ambiente mais saudável e equilibrado para as gerações futuras. A preservação desse importante recurso hídrico é essencial para garantir o bem-estar das comunidades que dependem dele e para a preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos proporcionados pelo Rio Mundaú.

No percurso da bacia hidrográfica do rio Mundaú onde se destaca uma extensão de interesse elementar, porém em um contexto ambiental delicado devido à presença de diversas atividades econômicas.

Uma série de fatores que influenciam a qualidade da água na bacia do rio Mundaú, que se estende pelos estados de Alagoas (AL) e Pernambuco (PE), são afetados negativamente pelos impactos resultantes das atividades humanas poluentes, que prejudicam os recursos hídricos da região. Além disso, chama a atenção para a questão da falta de conscientização ambiental em grande parte da sociedade. Em muitos casos, percebe-se a ausência de conhecimento sobre práticas de conservação.

No entanto, existe a possibilidade de reverter essa situação por meio de esforços transformadores e da participação ativa de um grande número de pessoas, o que poderia

resultar na mitigação dos conflitos intensos que afetam as nascentes e na recuperação significativa das áreas externas.

Cunha (1998, p. 35) aponta que, entre os exemplos de situações de insegurança ambiental mais frequentemente referidos destacam-se os ligados aos recursos hídricos, nomeadamente em certas regiões particularmente afectadas pela escassez da água. Na realidade, embora à escala mundial a água seja abundante, em certos contextos regionais ela é escassa e encontra-se mal distribuída, sendo a eficiência e a equidade da sua utilização pouco satisfatórias.

Simultaneamente, contrastando com sua beleza extraordinária, a má gestão dos recursos hídricos é um dos principais fatores desencadeadores de diversos desastres naturais na região. Portanto, torna-se crucial reavaliar a forma como esses recursos são administrados, a fim de evitar uma série de consequências desastrosas.

Caminhos Metodológicos

A pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa dos fenômenos socioambientais, como Lakatos e Marconi (2010), aborda o papel do cientista de ampliar certas qualidades e ressaltar aspectos dos fenômenos que se pretende analisar. Minayo (2001) corrobora com a discussão e explicita que a pesquisa qualitativa vai além de ações operacionais. Busca significados, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos.

O método de análise é o sistêmico, pois segundo Bertrand (2004), a análise sistêmica é a combinação de fatores que compõem os elementos físicos, biológicos e antrópicos, interagindo um sobre o outro, como uma união inseparável, em contínuo desenvolvimento.

O estudo foi realizado em duas etapas, a saber: pesquisa bibliográfica e pesquisa de campo. Na pesquisa bibliográfica os autores que contribuíram para o embasamento teórico foram, Bertrand (2004), Carvalho (2011), Castro (2007), Da Silva (2010), Dias (2001), Machado (2012), Mendonça (2003), Ramos (2014), Rocha (2011), Rodrigues (2005), Sanchez (2006), Silva (2009), Soares (2023) e Bruni (1993).

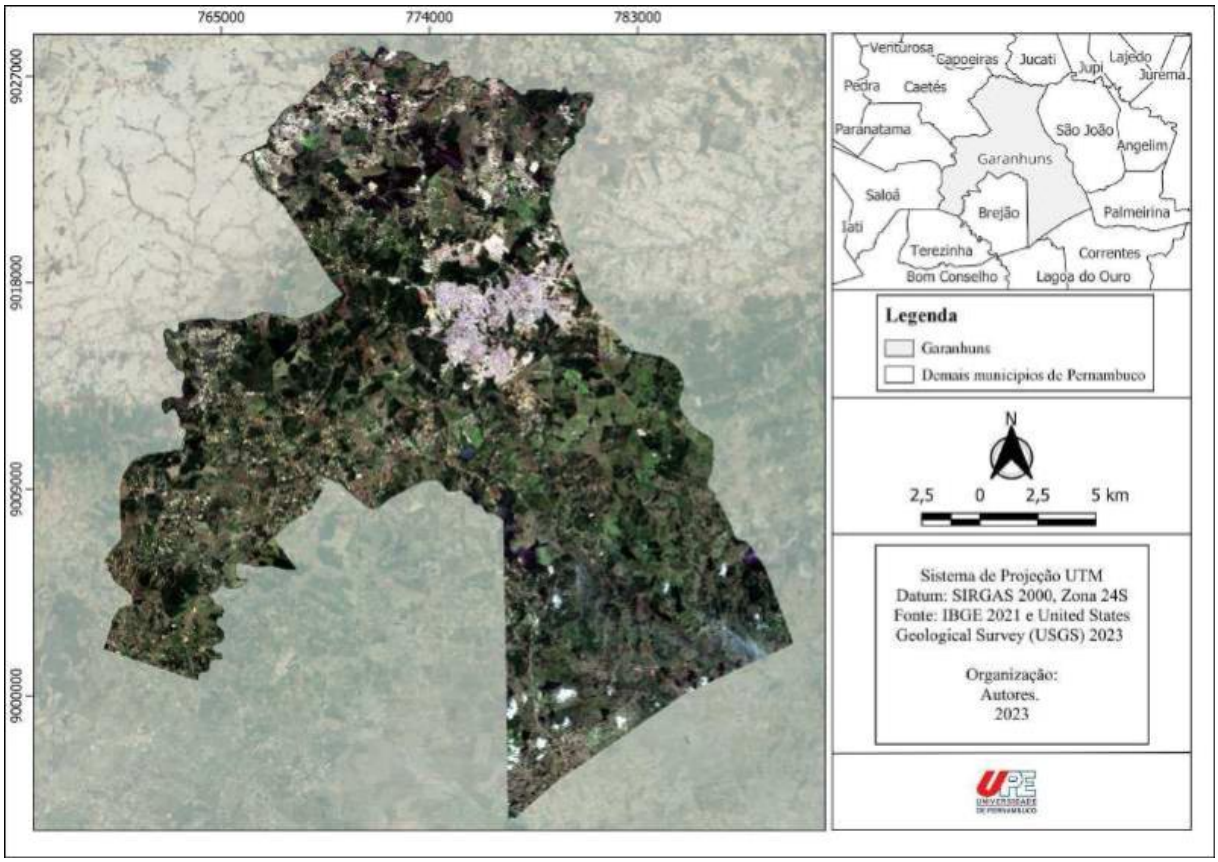
Os resultados também foram coletados através de um trabalho de campo, realizado no dia dez de março de 2023 na disciplina de hidrogeografia, com observações diretas das condições ambientais ao longo do Rio Mundaú. A análise destes dados foram interpretados à luz da teoria.

Caracterização Da Área

A bacia hidrográfica do rio Mundaú se localiza nos Estados de Pernambuco e Alagoas. A porção compreendida no território pernambucano (Unidade de Planejamento

Hídrico UP6) localiza-se entre as coordenadas 08º 41’ 34” e 09º 14’ 00” de latitude sul, e 36º 03’36” e 36º 37’ 27” de longitude oeste. A bacia do rio Mundaú, em toda sua extensão, tem uma área de 4.090,39 km², dos quais 2.154,26 km² no Estado de Pernambuco (2,19% da área do estado) (Ver figura 1) (APAC - AGENCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMAS).

Figura 1: Mapa da localização do município de Garanhuns, Pernambuco.



Organização e elaboração: AUTORES, 2023.

No tocante a área do Rio Mundaú que foi realizada esta pesquisa é uma nascente da bacia hidrográfica (Ver figura 2) com extrema importância para manutenção do equilíbrio ambiental, desenvolvimento ecológico e para a população local que fica localizada no bairro da Vila Maria, em Garanhuns-PE.

Figura 2: Mapa da localização da nascente no Bairro da Vila Maria, Garanhuns-PE

Organização e elaboração: AUTORES, 2023.

Na atualidade, o modelo de desenvolvimento da malha urbana do município de Garanhuns situado no agreste pernambucano à 228,8 km da capital Recife (CPRM, 2005) possui uma população estimada pelo IBGE (2022) em 142.286 habitantes. A falta de políticas públicas podem ocasionar em transformações socioambientais, devido a ausência de saneamento básico em determinadas áreas, que pode resultar na degradação e contaminação das nascentes do rio Mundaú, sendo esse nosso objeto de estudo.

De fato, nascentes de rios são protegidas por leis florestais, que na prática deveriam proteger das degradações ambientais derivadas da ação antrópica. A Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, ou Código Florestal, institui regras de preservação do meio ambiente, punindo aqueles que degradam o meio. Mas infelizmente, encontra-se dificuldade para aplicação dessas regras na prática, e as nascentes do Rio Mundaú na cidade de Garanhuns no estado de Pernambuco nos prova isso.

Resultados e Discussões

Os resultados da pesquisa realizada no Rio Mundaú em Garanhuns revelaram uma série de questões preocupantes que afetam a qualidade da água e a saúde do ecossistema ribeirinho. Na nascente da Vila Maria é possível observar falta de estrutura e saneamento básico. Este local é conhecido como lavanderia comunitária, é uma parte mais carente do perímetro urbano do município de Garanhuns – PE, pois observa-se na comunidade um canal que deságua do rio Mundaú, da qual perpassa com grande número de poluição e é aproveitada pela população local em processos domésticos. De acordo com a pesquisa conduzida por Ramos et al. (2014), explicitam que:

> Os resultados das análises das amostras de água confirmaram a presença da toxina na maioria delas, sendo que a concentração mais alta de toxina encontrada foi de 3,34 µg.L-1 de microcistina-LR. Essa concentração é três vezes maior do que o limite máximo permitido pela legislação para a presença desse poluente na água.

Ainda o autor explicita que a microcistina-LR é uma toxina produzida por algumas espécies de cianobactérias, comumente encontradas em ambientes aquáticos contaminados por nutrientes, como nitrogênio e fósforo, resultantes da atividade humana, como escoamento de fertilizantes agrícolas e efluentes industriais (RAMOS et al.,2014).

A partir desses achados, é possível inferir que o rio em questão apresenta problemas significativos de poluição, comprometendo a qualidade da água segundo uma pesquisa feita por França (2023) com uso da técnica do azul de metileno comprovou a hipótese que a poluição hídrica presente no riacho ocasiona a inutilização do uso da água, pois expõem a população em seu entorno a riscos de saúde.

A degradação da qualidade das águas urbanas tem se constituído num elevado custo econômico e social, gerado por um modelo de desenvolvimento geralmente descomprometido com a qualidade do ambiente (MACHADO E TORRES, 2012, p. 04). Nesse pensamento, podemos associar com a realidade da população local de Garanhuns, pois devido a necessidade da água para os diversos usos, principalmente o doméstico, que a partir de práticas e manejos desequilibrados, agravam cada vez mais a situação socioambiental.

Portanto, são vários os resultados socioambientais gerados pelo uso e o manejo da água nas condições indevidas, pela falta de saneamento básico, na qual encontra-se a situação da nascente no bairro da Vila Maria.

Outro ponto que pode-se destacar é através do crescimento da malha urbana desordenada que leva a população mais carente a ocupar locais de proteção permanente, prejudicando assim o meio que seria protegido por mata ciliar nativa, dando lugar ao uso de

um espaço totalmente desprotegido devido ao desmatamento da área que pode causar um serie de problemas como é destacado por ROCHA; TIZ; CUNHA, (2009, p.01), a saber:

> A ocupação inadequada dos perímetros urbanos promove alterações drásticas no ciclo hidrológico das bacias hidrográficas, particularmente no estágio de infiltração e de escoamento superficial das águas pluviais. Essas alterações têm gerado problemas ambientais tanto em áreas urbanas como em áreas rurais, tais como inundações, desmoronamentos e o desenvolvimento de formas erosivas, evidentes na forma de sulcos, ravinas e voçorocas.

Neste ínterim, o local da nascente em Vila Maria encontra-se totalmente a céu aberto, como demonstra na figura 3, com exfiltrações difusas com fluxos de vazão perene. Outro ponto que foi reconhecido em campo foram as pegadas de animais em meio as nascentes que poderia ocasionar uma eutrofização das águas, sendo assim um fator de degradação do solo e da nascente em questão.

Figura 3: Afloramento por exfiltrações difusas das águas da Vila Maria

Fonte: Os autores (2023).

Ainda enfatizando esse contexto, inúmeros são os problemas de saúde gerados pelo o consumo de águas contaminadas, doenças como cólera, leptospirose ou até mesmo febre tifóide são algumas das doenças derivadas do consumo de água poluída, o próprio Ministério de Saúde afirma que uma das principais formas de prevenção da doença é consumir água que tenha recebido o tratamento adequado.

O instituto Trata Brasil (2020), que produz informações sobre saneamento e incentiva-a sociedade em prol da universalização de água e esgoto, diz que quase 100 milhões de brasileiros (44,2%) não têm acesso à coleta de esgoto, além de afirmar que no Brasil em 2020 foram registradas mais de 167 mil internações por doença de veiculação hídrica, 1.898 óbitos em razão das doenças por veiculação hídrica, isso traz uma perspectiva de que lamentavelmente essa realidade observado em Garanhuns, também é comum em outras cidades brasileiras, deixando evidente a necessidade de políticas públicas para erradicar essa grave problemática que tanto atinge a população.

Sabendo da importância do consumo de água potável para a nossa saúde, destacamos a situação da nascente do Rio Mundaú no Bairro Vila Maria na figura 4, tendo a necessidade da população local, foi criado uma espécie de lavatório aproveitando o curso de água para uso doméstico, mas infelizmente a situação na qual se encontra é lamentável, chamando nossa atenção para o acúmulo de lixo.

Figura 4: Lavatório no Bairro Vila Maria em Garanhuns-PE.

Fonte: Os autores (2023).

Outra questão que foi possível visualizar é a falta de vegetação no entorno da nascente da Vila Maria. Havia apenas vegetação rasteira, o que ressalta o desprezo que a sociedade tem pelas nascentes dos rios. Isso acontece porque muitas das redondezas da nascente não sabem o quanto é importante à vegetação. No entanto, é igualmente relevante ressaltar que a prefeitura da cidade deve tomar as devidas providências para que isso não ocorra.

A Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, conhecida como Código Florestal, estipula que as nascentes são consideradas áreas de preservação permanente em um raio de 50 metros. Portanto, as nascentes do país já possuem proteção legalmente estabelecida.

A remoção indiscriminada da vegetação, a ocupação irregular das margens e a falta de práticas de conservação contribuíram para essa situação preocupante. Como resultado, a perda de biodiversidade e a instabilidade das margens do rio são evidentes, aumentando o risco de erosão e assoreamento.

Segundo Castro, et al., (2013, p.230.) as principais causas do assoreamento de rios, ribeirões e córregos, lagos, lagoas e nascentes estão relacionadas aos desmatamentos, tanto das matas ciliares quanto das demais coberturas vegetais que, naturalmente, protegem os solos.

O desenvolvimento urbano sem planejamento ambiental adequado próximo a rios pode ter consequências ainda mais significativas, pois os rios desempenham um papel vital nos ecossistemas e fornecem recursos hídricos essenciais para as comunidades. Quando as áreas urbanas se expandem sem considerar os impactos nos rios e seus ecossistemas associados, podem ocorrer diversos problemas.

Neste ínterim, Carvalho et.al., (2011) corrobora com a discussão e explicita que “O desenvolvimento urbano, quando sem um correto planejamento ambiental, poderá ocasionar a contaminação dos mananciais de abastecimento público”.

Desse modo, um dos principais problemas é a contaminação da água dos rios. O lançamento inadequado de esgotos domésticos, resíduos industriais e produtos químicos no rio, provenientes de atividades urbanas não regulamentadas, pode comprometer seriamente a qualidade da água.

Para Sánchez (2006), a degradação ambiental é caracterizada por qualquer modificação prejudicial dos processos, funções ou elementos ambientais, resultante da alteração de processos naturais ou sociais causados pela ação humana. Com isso, não só os seres humanos são afetados ao consumir águas impróprias para consumo e uso, mas também prejudica a fauna e a flora aquáticas, causando danos à biodiversidade.

Além dos aspectos visuais e ecológicos, os resultados também revelaram um desafio social importante: a falta de conscientização da população local sobre a importância da conservação do Rio Mundaú. Através do campo foi visto que os moradores locais, despejam os esgotos no percurso do rio. Com isso constatou-se uma baixa compreensão dos impactos negativos da poluição do rio e uma falta de senso de responsabilidade coletiva para a sua conservação. Essa falta de conscientização dificulta a implementação de ações efetivas de conservação e a adoção de práticas sustentáveis no uso e manejo dos recursos.

A presença de resíduos sólidos e esgotos domésticos inadequadamente descartados ao longo do Rio Mundaú é um problema facilmente visível no município de Garanhuns. Essa poluição compromete a qualidade da água, tornando-a imprópria para o consumo humano e prejudicando os ecossistemas aquáticos. Os rios urbanos, outrora utilizados pelas sociedades, passaram a se tornar locais de despejos de residuos de uma sociedade capitalista e consumista, com isso, a contaminação proveniente dos resíduos sólidos e esgotos domésticos, se configura como uma das principais fontes de poluição em ecossistemas lóticos. Rodrigues, 2005, p. 3 e 4, dissse que:

> Os problemas ambientais, do meio ambiente, são reais e debatidos desde o século XVIII. Tornam-se mais conhecidos na metade do século XX. [...] Os problemas de esgotamento de riquezas naturais, a poluição, o medo de destruição, o receio de perda de qualidade de vida etc. são debatidos desde o início do processo de industrialização, mas a preocupação se torna mais explícita após a segunda metade do século XX.

A precarização do saneamento básico em Garanhuns, assim como em muitas outras regiões do Brasil, é uma preocupação importante que afeta a qualidade de vida da população e o meio ambiente local. A falta de acesso a serviços adequados de água para diversos problemas.

> O saneamento inadequado é uma das principais causas de doenças em todo o mundo e a melhoria do saneamento é conhecida por ter um impacto benéfico significativo na saúde, tanto nos agregados familiares como nas comunidades (PEREIRA et al.,2018).

Mesmo sendo protegido pela Lei nº. 11.445/2007 o direito de saneamento básico, sabe-se que muitas cidades do país não têm esse saneamento. No que diz respeito ao tratamento de esgoto, é comum encontrar uma carência significativa de sistemas de coleta e tratamento adequados em Garanhuns. Muitas residências não estão conectadas a redes de esgoto, levando ao lançamento direto de esgoto doméstico nos rios, córregos e no solo, sem o devido tratamento. Isso não apenas polui os recursos hídricos locais, mas também aumenta os riscos de doenças transmitidas pela água e afeta negativamente o meio ambiente.

Mendonça (2003 p. 85) ressalta sobre a importância de incluir as dimensões sociais, políticas e econômicas da civilização humana e deve ser clara a todos que pensam em mudar a situação para melhor. Nesse sentido, quando se pensa em mudar esse contexto socioambiental, ou até quando se pensa em desenvolvimento sustentável, conservação do meio ambiente, e nesse caso, conservação de nascentes, é necessário que essa problemática seja vista por todos independente do nível social, econômico ou político.

Considerações finais

A nascente do Rio Mundaú, localizado em Garanhuns, em Vila Maria enfrenta sérios desafios decorrentes da precarização do saneamento básico na região. A falta de acesso a serviços adequados de água potável, coleta e tratamento de esgoto, bem como a gestão deficiente dos resíduos sólidos, têm impactos significativos na qualidade da água, no ecossistema ribeirinho e na saúde da população. Desse modo ficou evidente que a ausência de infraestrutura de tratamento de esgoto são problemas recorrentes no Rio Mundaú.

Esses problemas estão diretamente ligados ao crescimento urbano sem planejamento ambiental, à falta de investimentos adequados, à desigualdade socioeconômica e à falta de políticas públicas efetivas para o saneamento básico.

A precarização do saneamento básico resulta em impactos significativos na saúde pública, no meio ambiente e na qualidade de vida das comunidades. A contaminação da água por coliformes fecais e a presença de substâncias químicas tóxicas representam riscos para a saúde humana e para a biodiversidade local. Além disso, a falta de acesso à água potável e a ausência de tratamento adequado de esgoto contribuem para o aumento de doenças transmitidas pela água e a degradação dos recursos hídricos.

Logo, para enfrentar a precarização do saneamento básico no Rio Mundaú, é fundamental adotar medidas urgentes. Isso inclui investimentos em infraestrutura de água e esgoto, implementação de sistemas de tratamento de esgoto eficientes, fortalecimento das políticas públicas voltadas ao saneamento básico, educação e conscientização da população sobre a importância da higiene e do manejo adequado dos resíduos sólidos.

Desse modo, é necessário promover a participação ativa da comunidade, estabelecer parcerias entre governos, setor privado e sociedade civil, e buscar soluções inovadoras e sustentáveis para enfrentar os desafios do saneamento básico. Somente por meio de um esforço coletivo e comprometido será possível garantir a melhoria da qualidade da água do Rio Mundaú, a proteção do ecossistema ribeirinho e a promoção da saúde e bem-estar da população de Garanhuns.

Em suma, a precarização do saneamento básico no Rio Mundaú é um problema que requer atenção e ação imediata. É fundamental que as autoridades, instituições e a sociedade

como um todo se mobilizem para superar esses desafios, garantindo o acesso a serviços de saneamento básico adequados, preservando o meio ambiente e promovendo uma melhor qualidade de vida para todos.

Referências

ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos : bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará. / Lutiane Queiroz de Almeida. - Rio Claro : [s.n.], 2010 278 f. : il., figs., tabs., quadros, mapas APAC - Agência Pernambucana de águas e climas. Disponível em: <https://www.apac.pe.gov.br/bacias-hidrograficas-rio-mundau/168-bacias-hidrograficas-rio mundau/199-bacia-do-rio-mundau>. Acesso em: 29, 06 De 2023.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. R. RA'E GA, Editora UFPR, Curitiba, n. 8, p. 141, 2004.

BRUNI, José Carlos. "A água e a vida". Tempo social 5 (1993): 53-65.

CARVALHO, A. P.; MORAES NETO, J. M.; LIMA, V. L. A.; SILVA, D. G. K. C. Determinação espacial e temporal do IQA do açude Soledade em Soledade–Paraíba. Engenharia Ambiental, v. 8, n. 2, p. 138 -147, 2011.

CASTRO, Paulo Sant'Ana; LIMA, Francisca Zenaide; LOPES, José Demerval Saraiva. Recuperação e conservação de nascentes. Viçosa-MG: Centro de Produções Técnicas - CPT, 2007.

CASTRO, L. C. A Gestão dos Recursos Hídricos na Bacia Hidrográfica do Alto Iguaçu. Tese de Mestrado UFPR, 2005

CASTRO, MN; CASTRO, RM; DE SOUZA, C. a importância da mata ciliar no contexto da conservação do solo. revista uniaraguaia , v. 4, n. 4, pág. 230–241, 2013. Censo 2022. População do Brasil é de 207.750.291 pessoas. Disponível em: ftp.ibge.gov.br/Censos/Censo_Demografico_2022/Previa_da_Populacao/PE_POP2022.pdf Acesso em: 20/04/2023 às 19:00.

CPRM, Serviço geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: Diagnóstico do município de Garanhuns. Recife. 2005

CUNHA, Luís Veiga da. "Segurança ambiental e gestão dos recursos hídricos." Nação e Defesa (1998).

DA SILVA, Djane Fonseca; DE SOUZA, Francisco de Assis Salviano; KAYANO, Mary Toshie. Avaliação dos impactos da poluição nos recursos hídricos da bacia do rio Mundaú (AL e PE). Revista de Geografia (Recife), v. 24, n. 3, p. 210-223, 2010.

Da Silva, Djane Fonseca, F. A. S. Sousa, and Mary Toshie Kayano. "Avaliação dos impactos da poluição nos recursos hídricos da bacia do rio Mundaú (AL e PE)." Revista de Geografia 24.3 (2007): 209-222.

DIAS, Reinaldo. Gestão Ambiental: Responsabilidade Social e Sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2001.

El-Deir, Soraya Giovanetti Educação ambiental na gestão de resíduos sólidos / Soraya Giovanetti El-Deir; Wagner José de Aguiar; Sara Maria Gomes Pinheiro. -- 1. ed. -- Recife : EDUFRPE, 2016. 300 p. : i

FRANÇA, Adrielly Ferreira. Poluição hídrica em contexto urbano: análise do Riacho Vila Maria, Garanhuns (PE) / Adrielly Ferreira de França, Garanhuns, 2023. Instituto Trata Brasil. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/principais-estatisticas/saude/> . Acesso em: 29, 06 De 2023.

Icmbio. Disponivel em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Lei/1965/lei_4771_1965_rvgd_antigocodigoflorestal_rvgd_lei_12.pdf

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 7. ed. São Paulo: Atlas S.A, p. 91, 2017.

MACHADO, Pedro J. O., & TORRES, Fillipe T. P. Introdução à hidrogeografia. Cengage Learning, p. 04, 2012.

MENDONÇA, Francisco. Impactos Socioambientais Urbanos. Curitiba - PR, editora UFPR, edição atualizada, p. 85, 2003.

Prefeitura de Garanhuns. Site oficial. Disponível em: <https://garanhuns.pe.gov.br/sobre-garanhuns/>. Acesso em: 29, 06 De 2023.

RAMOS, Catarina, et al., Estudo da presença da toxina microcistina na água de reservatório de Mundaú (Garanhuns-PE) pelas metodologias ELISA e CLAE. Saúde.Sp.Gov.BR, 2014. Disponível em: https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/download/33335/32167/32167

ROCHA, A.S.; TIZ, G. J.; CUNHA, J. E. Reflexos do uso e ocupação do solo urbano no desenvolvimento de processos erosivos em áreas rurais. Synergismus scyentifica UTFPR, Pato Branco, 04 (1), 2009.

ROCHA, Altemar Amaral. Sociedade e natureza: a produção do espaço urbano em bacias hidrográficas/Altemar Amaral Rocha. -- Vitória da Conquista: Edições UESB, 2011.

RODRIGUES, Arlete Moysés. Problemática Ambiental: Agenda política, espaço, território, classes sociais. Publicado no Boletim Paulista de Geografia – nº 83 – São Paulo, 2005.

Rev Cient da Fac Educ e Meio Ambiente: Revista da Faculdade de Educação e Meio Ambiente - FAEMA, Ariquemes, v. 9, n. 2, p. 852-854, jul.-dez. 2018.

SÁNCHEZ, Luís Enrique. Avaliação de impacto ambiental. São Paulo: oficina de texto. 2006.

SILVA, Djane Fonseca da. "Análise de aspectos climatológicos, agroeconômicos, ambientais e de seus efeitos sobre a bacia hidrográfica do rio Mundaú (AL e PE)." (2009).

SILVA, D. A. Nos(dos) Meandros Ambientais:A Natureza das Águas Urbanas em Aracaju. Tese de Doutorado. São Cristóvão, 2016.

SOARES, A.B universidade federal do rio grande do Norte centro de ciências humanas, letras e artes programa de pós- graduação e pesquisa em geografia. Análise da problemática socioambiental de nascentes urbanas no município de Garanhuns. Disponivel: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/19780/1/AntonioBenevidesSoares_DISSERT.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2023.

ZAGO, Valéria Cristina Palmeira. A Valoração Econômica da Água – uma reflexão sobre a legislação de gestão dos recursos hídricos no Mato Grosso do Sul. Revista Internacional de Desenvolvimento Local. V. 8, N. 1, p. 27-32, Mar. 2007, p. 27 -32.

Erosão na zona costeira do Araçagy, Ilha do Maranhão

Erosion in the coastal zone of Araçagy, Maranhão Island

Marly Silva de Morais
Doutoranda em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). E-mail:
https://orcid.org/0000-0003-1008-2532
marlymorais22@hotmail.com

Idevan Gusmão Soares
Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
https://orcid.org/0000-0002-9604-2867
idevanoficial@gmail.com

Ricardo Gonçalves Santana
Mestre em Geografia pelo programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
https://orcid.org/0000-0002-6611-0451
ricardogsantana1919@gmail.com

Regina Célia de Oliveira
Professora do Programa de Pós-Graduação em Geografi a da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
https://orcid.org/0000-0002-3506-5723
regina5@unicamp.br

José Fernando Rodrigues Bezerra
Professor do Mestrado do programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço da Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
https://orcid.org/0000-0002-6333-8768
fernangeo@yahoo.com.br

Resumo: A voçoroca é o estágio final da erosão, considerada como um grande problema ambiental, uma vez que gera áreas de risco. A zona costeira do Araçagy na ilha do Maranhão apresenta duas áreas com a ocorrência de voçorocas com grandes dimensões no que diz respeito a extensão, largura e profundidade. O objetivo deste estudo é analisar os condicionantes físicos de áreas com processos erosivos por voçorocamento na zona costeira do Araçagi no município de São José de Ribamar – MA. Foi levado em consideração os fatores condicionantes e os agentes causadores. Como resultado, foi analisado de forma conjunta os aspectos referentes ao clima, unidade de relevo, hipsometria, declividade, formas de terreno, unidades geológicas, solos, uso e ocupação da área de estudo. Assim sendo, os processos por voçorocamento na zona costeira do Araçagi foi condicionado por fatores naturais e pela ação humana, sendo este último potencializador do fenômeno.

Palavras-chave: Erosão; Voçorocas, Araçagy.

Abstract: The gully is the final stage of erosion, considered a major environmental problem, since it generates areas of risk. The coastal zone of Araçagy on the island of Maranhão presents two areas with the occurrence of gullies with large dimensions in terms of length, width and depth. The objective of this study is to analyze the physical constraints of areas with erosion processes by gullying in the coastal zone of Araçagi in the municipality of São José de Ribamar - MA. Conditioning factors and causative agents were taken into account. As a result, aspects related to climate, relief unit, hypsometry, slope, landforms, geological units, soils, use and occupation of the study area were analyzed jointly. Therefore, the gullying processes in the coastal zone of Araçagi were conditioned by natural factors and by human action, the latter being the phenomenon's potentiator.

Keywords: Erosion; Voçorocas, Araçagy.

Introdução

A Geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo, analisando e compreendendo as formas antigas e atuais, observando a dinâmica da paisagem, derivado de diversos processos (Casseti, 2005). A partir disso, Florenzano (2008) diz que a geomorfologia possui quatro variáveis: morfologia, morfogênese, a morfodinâmica e a morfocronologia, que são objetos de estudo da geomorfologia.

Os processos erosivos que atuam sobre o relevo estão inseridos na morfodinâmica, Florenzano (2008) argumenta que referem-se aos processos atuais (ativos), que atuam na modelagem do relevo. Segundo Casseti (2005) o conhecimento geomorfológico vem sendo aplicado como importante ferramenta no planejamento ambiental nas mais diversas regiões da superfície terrestre, com ênfase naquelas áreas com rápida expansão demográfica.

De acordo com Peloggia (1998) e Fujimoto (2005), toda intervenção da sociedade na natureza causa consequências que podem ser divididas em três níveis: o primeiro seria quando ocorrem modificações no relevo, o segundo quando há alterações na dinâmica geomorfológica e o terceiro nível com a criação de depósitos correlativos (os depósitos tecnogênicos). Verifica-se que os processos geomorfológicos estão passando por uma aceleração, no que se refere a sua dinâmica natural, sendo que o agente externo mais expressivo é o próprio ser humano.

A erosão dos solos é um grande impacto causado pela ação humana no ambiente. Cunha (2001) considera que a erosão dos solos é um processo que ocorre em duas fases: uma que constitui a remoção de partículas, e outra que é o transporte desse material feito pelos agentes erosivos, com destaque para água.

Segundo Bigarella (2007) a água é a principal responsável pelas mudanças morfológicas da paisagem, contribuindo significativamente para sua evolução. Desse modo, é importante analisar a erosão hídrica, que atua de forma direta (impacto das gotas de chuva na superfície do solo, no caso o *splash*) e indireta, promovendo o escoamento superficial mediante a saturação do perfil de solo e o selamento da sua superfície.

A erosão pode ocorrer de duas formas, a normal e a acelerada. A primeira seria aquela imperceptível, que ocorre dentro das condições naturais do ambiente, podendo ser percebida ao longo do tempo. Já a erosão acelerada, é aquela que há interferência do homem ou mudanças climáticas significativas, que aumentam a intensidade e a agressividade do processo, com grande poder destrutivo. Ambas são beneficiadas pela retirada de vegetação e por outros fatores como: relevo, pluviosidade, tipo de solo, granulometria, declividade e comprimento da encosta entre outros fatores.

Os voçorocamentos são considerados como problemas ambientais principalmente associado à degradação do terreno, sendo a remoção, transporte e deposição dos sedimentos intemperizados. Neste sentido, a presente pesquisa tem como objetivo analisar os condicionantes físicos de áreas com processos erosivos por voçorocamentos na zona costeira do bairro do Araçagi no município de São José de Ribamar - MA.

Processos erosivos: fatores condicionantes

Com efeito, a erosão é um processo natural de degradação, decomposição, transporte e deposição de materiais de rochas e solos e é a principal forma de degradação dos solos (Wincander e Monroe, 2009). Desta forma, independentemente da atuação antrópica os processos erosivos irão ocorrer e imanente a eles o intemperismo físico, químico e biológico.

A erosão é um fenômeno complexo, pois envolve a ação direta ou indireta de diversos fatores, tais como as características geológicas e geomorfológicas, os tipos de solos, clima, vegetação, além da interferência humana que modifica as condições naturais de cada um deles. (Oliveira; Santos; Araujo, 2018, p.61).

Ao longo do tempo e sob várias circunstâncias, as rochas sofrem decomposição por conta de agentes físicos que resultam na desintegração, agentes químicos que alteram a composição e sua mineralogia, e agentes biológicos que dão intensidade às forças químicas e físicas. A todo esse processo de decomposição, dá-se o nome de intemperismo (Bertoni; Lombardi Neto, 2008).

Para uma compreensão inteligível do processo erosivo, é importante abordar os principais fatores condicionantes, quais sejam: clima, cobertura vegetal, natureza do solo e a topografia do terreno.

O clima é determinante sobre o processo erosivo principalmente levando em consideração as características da intensidade, duração e distribuição das chuvas. Neste sentido, a chuva é um dos principais agentes da erosão (Oliveira; Santos; Araujo, 2018):

A ação do *splash*, também conhecido por erosão por salpicamento é o estágio mais inicial do processo erosivo, pois prepara as partículas que compõem o solo, para serem transportadas pelo escoamento superficial. Essa preparação se dá tanto pela ruptura dos agregados, quebrando-os em tamanhos menores, como pela própria ação transportadora que o salpicamento provoca nas partículas dos solos. Além disso, os agregados vão preenchendo os poros da superfície do solo, provocando a selagem e a consequente diminuição da porosidade, o que aumenta o escoamento das águas (Guerra, 1999, p.18).

Outra influência do clima se faz indiretamente, através da vegetação. Isto porque o clima é determinante nas características naturais da cobertura vegetal, definindo o tipo de proteção oferecida ao terreno. Esta proteção consiste na redução do escoamento superficial e na redução do impacto direto das gotas de chuva no solo. O tipo de solo é determinante nos processos erosivos devido à maior ou menor facilidade que apresentem de serem erodidos. Esta susceptibilidade à erosão depende de características do solo, tais como textura, composição, estrutura, porosidade, etc. (Oliveira; Santos; Araujo, 2018, p.64-65).

Neste contexto, o teor de matéria orgânica, juntamente com outras propriedades dos solos, afeta diretamente a ruptura dos agregados. Essas propriedades são a textura a densidade aparente, a porosidade, a estrutura, além de parâmetros relacionados às características das encostas, cobertura vegetal, erosividade da chuva e ao uso e manejo do solo. (Guerra, 1999, p.20).

A topografia é outro fator que também interfere no processo erosivo este fator tem sua importância em se tratando da declividade e comprimento da encosta, sendo um fator que influencia na velocidade dos processos erosivos. “Isto porque relevos mais acidentados, com declividades mais acentuadas, favorecem a concentração e aumento de velocidade do escoamento superficial, aumentando sua capacidade erosiva” (Oliveira; Santos; Araujo, 2018, p.66).

A forma das encostas possui um papel relevante para a compreensão dos processos erosivos. Por exemplo, “as encostas de forma convexa são características de processos de *creep* (rastejamento), erosão por *splash* e dispersão de fluxos, com lavagem da superfície do terreno. Já as concavidades são associadas tanto à erosão como à deposição, causadas pela água”. (Guerra e Marçal, 2006, p.81).

Processos erosivos: agentes causadores

Todos os agentes erosivos partilham do mesmo produto que é a erosão, porém cada agente atua de uma forma especifica na natureza. Além disso, apesar de atuarem simultaneamente, em cada região a tendência é que exista preponderância de alguns sobre os demais. Dentre os agentes erosivos tem-se a água dos rios, neste sentido destaca-se o processo de erosão fluvial que ocorre, “quando a ação dos rios proporciona desgastes das margens e do fundo do canal e carrega o material removido ao longo do leito”. (Oliveira; Santos; Araujo, 2018, p.67).

Outro agente erosivo diz respeito à ação marinha e oceânica desta forma a erosão marítima, altera todo o litoral e é causada, principalmente, pela ação de três fatores: ondas, correntes e marés. As ondas e marés apresentam um fluxo bidirecional (fluxo de vazante e

fluxo de enchente), havendo, portanto, duas forças de módulos e sentidos diferentes (Oliveira; Santos; Araujo, 2018).

A água da chuva é o mais ativo dos agentes erosivos a qual pode se observar a partir da atuação inicial da erosão pelo efeito *splash* que formas erosivas vão evoluindo com a própria chuva e com as características físicas e químicas do solo até chegar ao nível mais crítico da erosão, a formação da voçoroca.

No primeiro estágio, as águas se escoam de forma difusa, provocando a erosão em lençol. Essas águas podem se concentrar, formando sulcos, dando origem às ravinas. À medida que as ravinas vão se alargando, se aprofundando e aumentando de comprimento, dão origem às voçorocas. (Guerra e Botelho, 1996; Oliveira; Santos; Araujo, 2018).

A erosão eólica enquanto agente consiste em três fases distintas: início do movimento, transporte e deposição. Gray e Leiser (1989) explicam que o início do movimento é consequência da velocidade e da turbulência do vento, sendo que quanto maior o peso do grão, maior será a velocidade requerida.

Por fim, a ação antrópica também é vista como um agente erosivo, isto é, o ser humano - afim de atender as suas demandas – provoca alterações que agravam e aceleram o desenvolvimento do fenômeno erosivo. É o caso do desmatamento; impermeabilização do solo: construções, pavimentações, compactação; a queimada; práticas agrícolas: monoculturas; culturas não perenes; plantio em encostas; cultivo intensivo; uso de máquinas e implementos agrícolas, esses são alguns exemplos das ações humanas que têm provocado a perda de solo.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa é descritiva quanto aos objetivos; quanto à relação sujeito/pesquisador/sujeito, é uma pesquisa qualitativa alicerçada em Minayo (2000). Para que o objetivo proposto neste trabalho fosse alcançado, foram seguidos diversos procedimentos, a saber: levantamento bibliográfico e cartográfico, organização do ambiente de trabalho, realização de trabalhos de campo, identificação das características geoambientais da área de estudo (geologia, unidade de relevo, formas de terrenos, hipsometria, declividade, clima, solo) e elaboração do mapa de uso e ocupação.

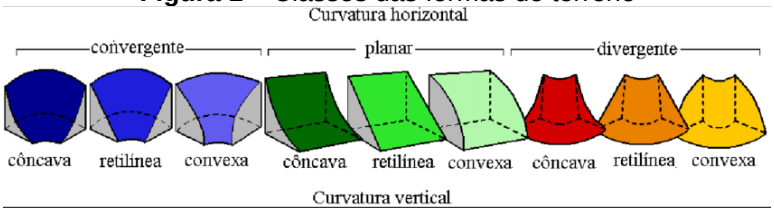
No que diz respeito ao mapeamento, foram elaborados os mapas de geologia, unidade de relevo e solos da área de estudo com base nos dados de Silva (2012), destaca-se que todo mapeamento foi realizado no programa ArcGis 10.2, com licença registrada na Universidade Estadual do Maranhão (UEMA). Estes mapas foram retirados de uma classificação em uma escala maior, no entanto durante o desenvolvimento da pesquisa houve

a necessidade de se fazer atualizações. A partir da atualização de todos os *shapefiles*, os mapas foram finalizados, incluindo novas colorações e legendas apropriadas.

Para elaboração do mapa de hipsometria foi necessário a vetorização das curvas de níveis das cartas planialtimétricas com equidistância de cinco em cinco metros da Diretoria do Serviço Geográfico do Ministério do Exército - DSG/MINTER, 1980 (estão disponibilizadas no site do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão) que deu origem ao mapa de declividade e hipsometria.

A confecção do mapa de curvatura vertical e horizontal deu-se após a criação do TIN e transformação do mesmo em formato *raster*, seguindo a classificação de vertentes com base em Valeriano (2008), no qual aparecem os três tipos de vertentes que representam as curvaturas horizontal e vertical do terreno associadas, desta forma são nove classes (Figura 1).

Figura 1 – Classes das formas de terreno



Fonte: Valeriano, 2008.

Para a geração do mapa de uso e ocupação da Terra foi utilizado o método. As cores do mapa foram estabelecidas de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2013).

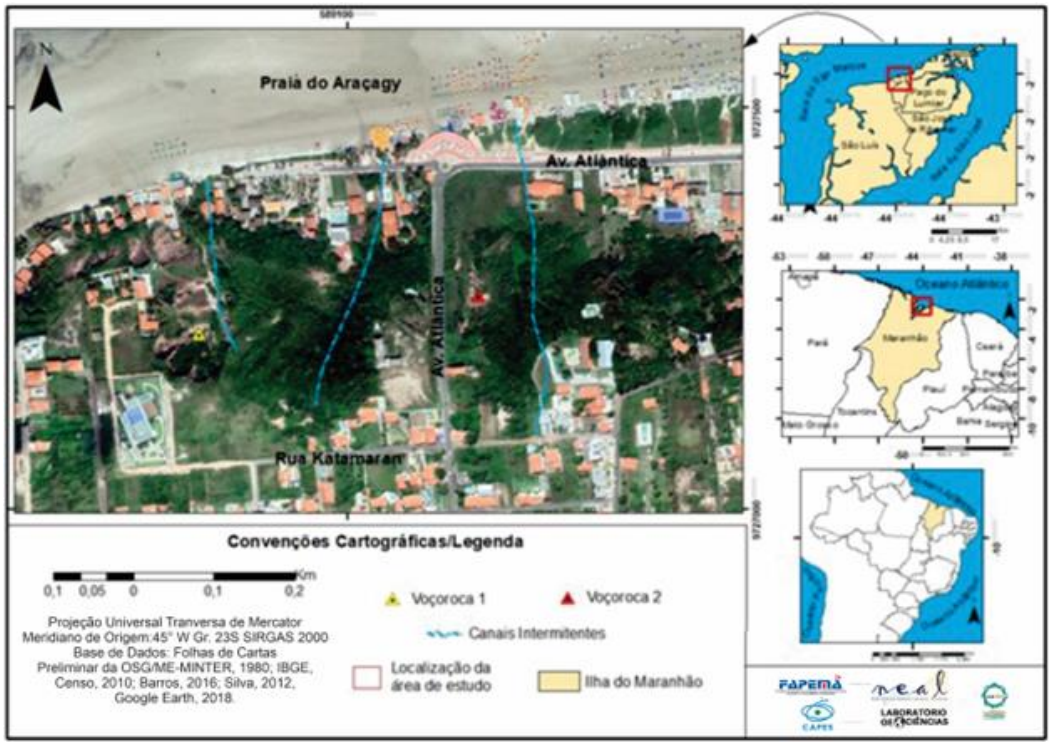
Para validação de todo o mapeamento realizou-se trabalho de campo onde observou-se os componentes da paisagem e avaliou-se os impactos ambientais, efetuou-se ainda registros fotográficos e coletas de pontos por meio de sistema de navegação por satélite. Essa etapa do trabalho ocorreu no ano de 2021 no bairro do Araçagi no município de São José de Ribamar - MA.

Resultados e Discussões

Localização e caracterização geoambiental

O objeto de estudo diz respeito a duas voçorocas localizadas no bairro do Araçagi no município de São José de Ribamar no estado do Maranhão, a voçoroca 1 está localizada nas seguintes coordenadas: 2º 28’ 01.782”S e 44º 11’ 50.902”O, já a voçoroca 2 encontra-se em: 2º 28’ 01.752”S e 44º 12’ 01.135”O. (Figura 2).

Figura 2 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Autores, 2021.

O clima do município de São José de Ribamar, conforme classificação de Thornthwaite (1948) é do tipo úmido (B_1), o período chuvoso compreende os meses de fevereiro a maio, sendo o transitório entre chuvoso e seco os meses de junho e julho, o período seco diz respeito aos meses de agosto a novembro, sendo que o mês de dezembro a janeiro marca o período transitório entre seco e chuvoso. A temperatura média anual corresponde a 26,7 ºC, já a precipitação acumulada anual é 2.199 mm. “A Zona de Convergência Intertropical também atua no regime climático da porção norte do Estado do Maranhão, uma vez que o movimento desta zona, nos sentidos N-S e S-N, gera mudanças nas temperaturas e precipitações”. (Silva, 2012, p.92).

Em relação ao relevo identificou-se a presença de praias e dunas, tabuleiros com topos planos e colinas esparsas sendo que as voçorocas estão sobre essa última unidade de relevo. Essas colinas “representam as porções do tabuleiro que sofreram dissecação no decorrer do tempo geológico e ainda preservam seu topo relativamente aplainado com encostas brandas a íngremes” (Pereira, 2006, p. 99).

As colinas esparsas são encontradas nas áreas em que outrora ocorriam os tabuleiros com topos planos; caracterizam-se por terem altitudes médias de 20 a 30 metros, declividades de 2 a 30%, dissecação de muito fraca a muito forte. Nota-se a presença dos Argissolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos Concrecionários e os Neossolos Quartzarênicos Órticos Distróficos (Silva, 2012, p.220).

Os tabuleiros com topos planos apresentam, em geral, variação altimétrica de 40 a 60 metros, declividade de 0 a 6%, dissecação de muito fraca a média. Os dois tipos de solos predominantes são os Argissolos Vermelho-Amarelos e os Neossolos Quartzarênicos Órticos Distróficos. (Silva, 2012).

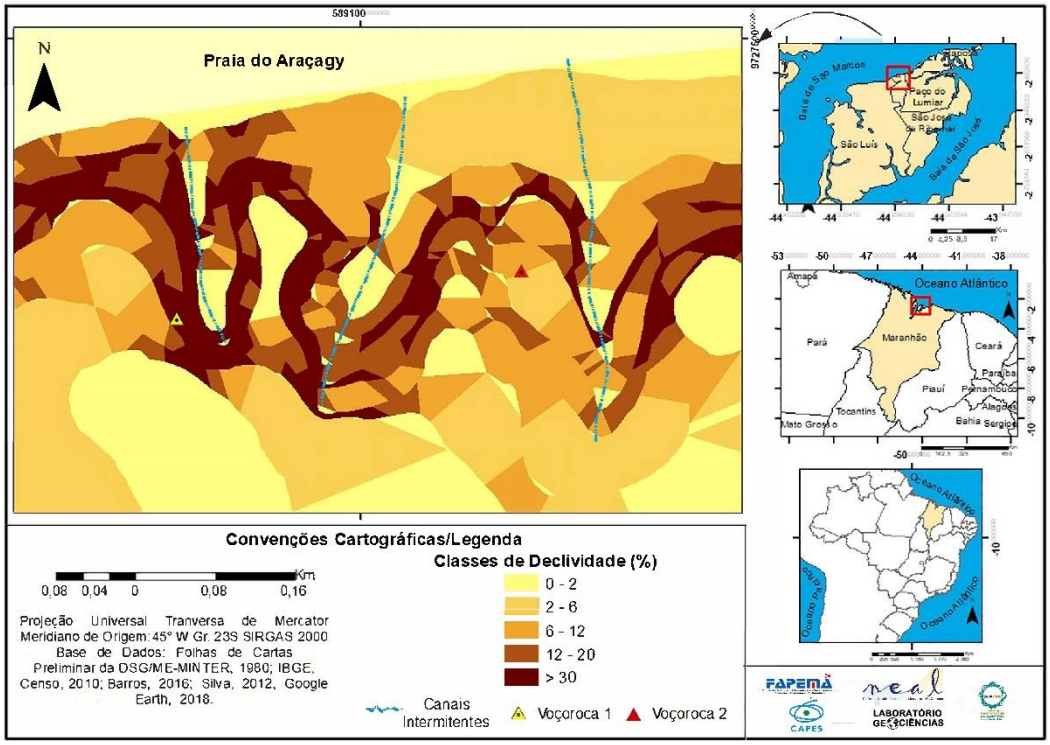
As praias e dunas estão situadas predominantemente nas porções norte em função da influência das ondas, das correntes litorâneas, dos ventos e da ação humana. “As praias estão associadas às altitudes de 0 a 7 metros e declividades de 0 a 2%. Já as dunas ativas e inativas apresentam altitudes variando de 7 a 30 metros e declividades de 2 a 30%” (Silva, 2012, p.221).

Ao extremo norte da área de pesquisa onde encontra-se a zona costeira as altitudes são baixas evidenciando um relevo mais plano ao qual está associado à presença da praia do Araçagi e as dunas. As voçorocas estão em áreas mais dissecadas topograficamente pelo fato da atuação erosiva, principalmente, da chuva realizar a degradação dessas áreas e consequentemente rebaixá-las. Já a oeste observa-se as maiores cotas topográficas onde tem-se os tabuleiros com topos planos com elevações entre 40 a 50 m.

Ainda em relação à geomorfologia da área-objeto têm-se cotas topográficas com elevações entre 5 a 50 m conforme pode ser observado na sendo que a voçoroca 1 está presente em uma altitude com intervalo de 35-40 m enquanto a voçoroca 2 em altitudes entre 25-30 m.

A Figura 3, por sua vez, apresenta as classes de declividade da área objeto de estudo. Com base na Lei Federal nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (BRASIL, 1979) que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências e nas características da área em questão, optou-se por compartimentar a área em cinco classes, sendo estas: 0 a 2%, 2 a 6%, 6 a 12%, 12 a 20% e >30%.

Figura 3 – Mapa de declividade



Fonte: Autores, 2021.

Destacam-se a primeira, segunda e terceira classe, sendo que a primeira de 0 a 2% encontram-se distribuídas na área de estudo, em áreas planas e nos tabuleiros. A segunda e terceira classe de 2 a 6% e 6 a 12%, respectivamente ocupam uma área significativa, estando relacionados a um relevo considerado de baixa a média ondulação.

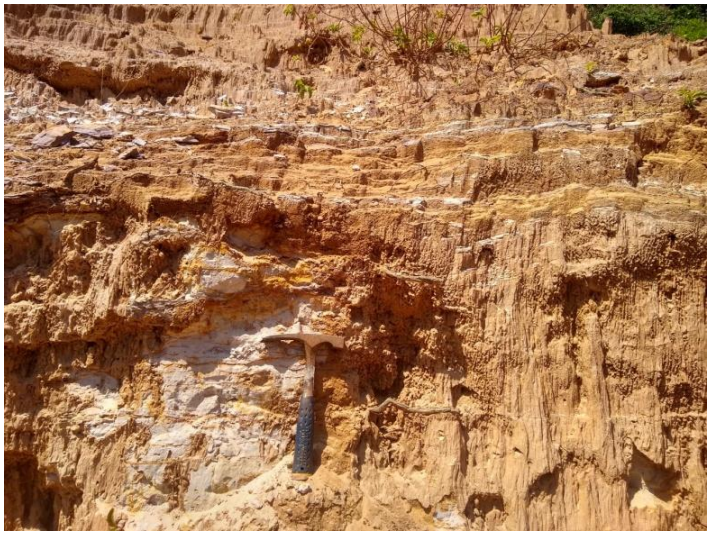
As classes de 12 a 20% e maiores que 30% correspondem as áreas íngremes com alta declividade, destaca-se a voçoroca 1 que encontra-se nesta classe, o que favorece a ocorrência do processo erosivo na área. A voçoroca 2 encontra-se em declividades de 2 a 12%, considera-se uma declividade suave; hipoteticamente infere-se que a ocorrência da erosão neste ponto acontece devido a atuação do ser humano, uma vez que houve a retirada da cobertura vegetal do solo para construção da avenida que dá acesso à praia.

Em relação às formas de terrenos notam-se as formas planar côncava no caso da voçoroca 1 e planar convexa em relação a voçoroca 2, isso implica em maior deposição de sedimentos e água na primeira voçoroca se comparado a essa última, todavia, a voçoroca 2 é a mais dissipativa de fluxos de água.

“A força erosiva causada pela concentração de água nas encostas côncavas é considerável e, a remoção do material do solo pode ser bastante expressiva, ocorrendo com tanta intensidade que promove um constante rejuvenescimento dos solos”. (Sirtoli *et al*., 2008, p.324).

Atinente à litoestratigrafia identifica-se na área de pesquisa as litologias do Grupo Barreiras e Depósitos Eólicos Litorâneos e Marinhos Litorâneos. Sendo que tanto a voçoroca 1 quanto a 2 estão sobre o domínio do Grupo Barreiras a qual é constituído por arenitos com inúmeras intercalações de folhelhos de origem fluvial, estuarina e marinha. Possui idade variando de 125 a 99 Ma (Período Cretáceo Inferior) (Lopes; Teixeira, 2013). Suas rochas são da era Cenozoica (Figura 4).

Figura 4 – Afloramento de rochas do Grupo Barreiras



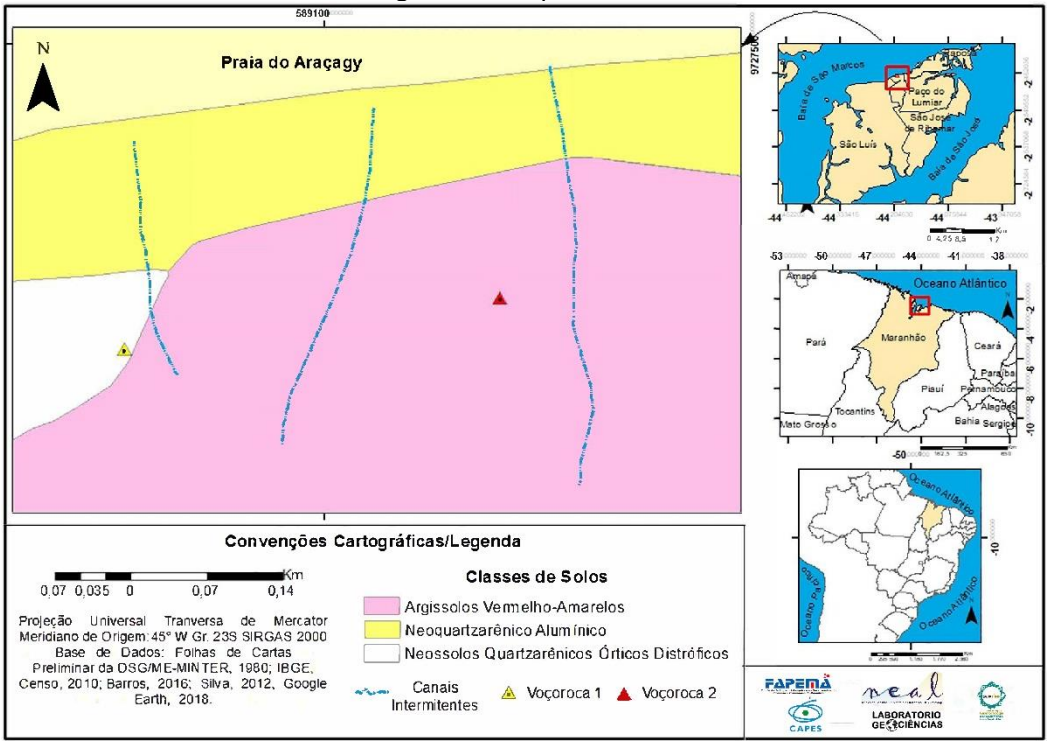
Fonte: Autores, 2021.

Os Depósitos Eólicos Litorâneos são caracterizados pelas areias esbranquiçadas, de textura fina a média, bem selecionadas e com grãos arredondados, gerados através dos processos eólicos de tração, suspensão e saltação. (Almeida, 2000; Veiga Júnior, 2000).

Estes depósitos constituem a fácies de dunas das planícies costeiras (Silva, 2012). “Nas praias, ocorrem os depósitos marinhos litorâneos e, nas dunas ativas e inativas, os depósitos eólicos litorâneos”. (Silva, 2012, p.221).

Em relação às classes de solos verificou-se a presença dos Argissolos Vermelho-Amarelos (Figura 5) ao qual predominam na área-objeto abrangendo toda a área ocupada pela voçoroca 2. Essa classe inclui solos profundos a moderadamente profundos, raramente rasos, com textura variando de média a argilosa, geralmente bem drenados e porosos. Distribuem-se em áreas de encostas de chapadas e topos destas e com relevo que varia de plano ao forte ondulado. Apresenta fertilidade natural variando de alta a baixa dependendo do tipo de argissolo. (GEPLAN, 2002).

Figura 5 – Mapa de solos



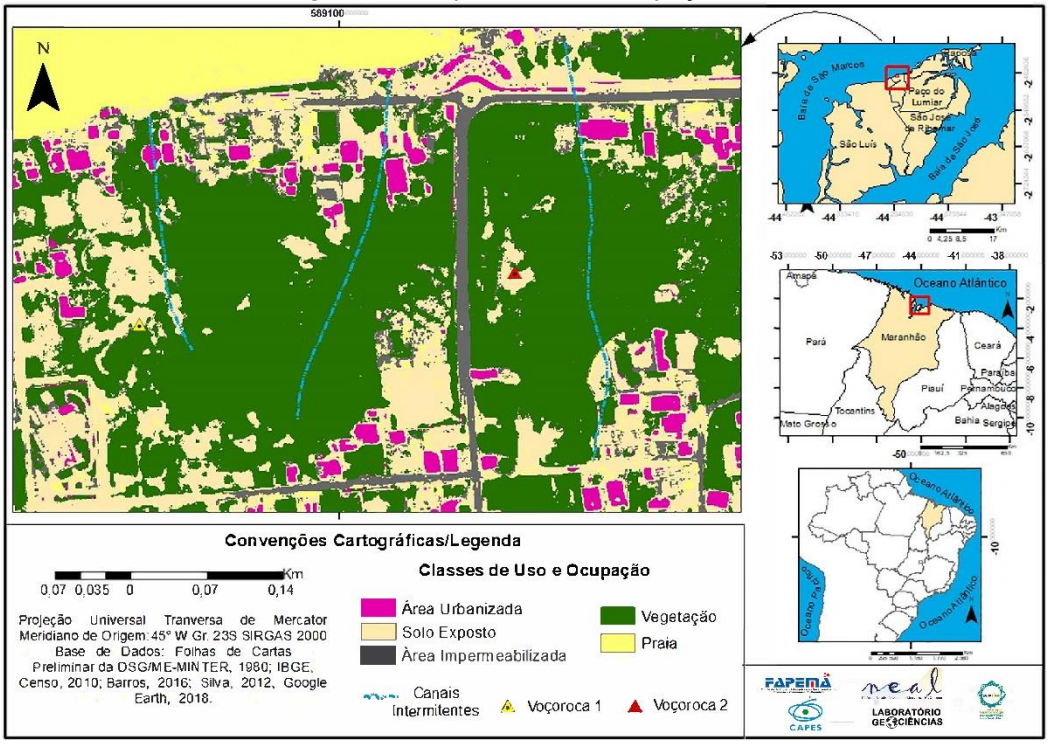
Fonte: Autores, 2021.

Outra classe de solo presente diz respeito ao Neossolo Quartzarênico Órtico Alumínico com ocorrência na região norte, já a oeste observa-se o Neossolo Quartzarênico Órtico Distrófico envolvendo a área ocupada pela voçoroca 1.

Os solos do tipo Neossolos Quartzarênicos são bastante vulneráveis, apesar da aparente profundidade uma vez que a forte presença de areia além dos baixos teores de matéria orgânica e argila proporcionam a diminuição da capacidade de agregação entre as partículas deste tipo de solo. Em consequência disto, são facilmente erodidos por deflação. (Medeiros; Pereira; Almeida, 2012).

Quanto ao uso e ocupação constatou-se o predomínio de vegetação nativa e secundária, já em se tratando da classe solo exposto ocorre tanto nas voçorocas, principalmente, pelo fato de haver ocorrido degradação do solo, como também constata-se próximo as áreas urbanizadas o que evidencia a atuação humana desmatando essas áreas para a construção de moradias (Figura 6); a classe área impermeabilizada diz respeito as avenidas e ruas do bairro do Araçagi, já ao norte identifica-se a praia do Araçagi.

Figura 6 – Mapa de Uso e Ocupação



Fonte: autores, 2021.

Processo erosivo na zona costeira do Araçagi

Uma problemática relacionada ao processo de erosão, presente na zona costeira do Araçagi, diz respeito à ocorrência de voçorocamento. Para diferenciar voçorocas de ravinas, através do critério dimensional como característica principal. Diz-se que são consideradas ravinas incisões com menos de 50 cm, e voçorocas incisões com largura e profundidade superiores a 50 cm. (Oliveira; Santos; Araujo, 2018). A Figura 7 (a) apresenta a voçoroca 1, já a Figura 7 (b) mostra a voçoroca 2, onde pode-se notar a presença de uma residência no topo dela.

Figura 7 – Voçorocas no bairro do Araçagi

Fonte: Autores, 2021.

A presença de residências no topo da voçoroca é um risco potencial de desabamento assim como a perda de vida dos moradores locais. Vale frisar, neste contexto, que na área-objeto ocorre movimentos de massa[5] ao qual tem como principal condicionante as vertentes íngremes das voçorocas e a própria presença de solo exposto devido à erosão. É necessário destacar que na voçoroca 1 não existe moradias adjacentes a ela, a mesma encontra-se rente a uma avenida o que não a exime de um potencial risco de acidente automobilístico.

Geralmente o impacto ambiental começa com o desmatamento e a consequente ocupação do solo, sem considerar o “limite” imposto pelo solo e pelo relevo. Nas áreas urbanas a erosão causa uma série de transtornos, pelo fato de que frequentemente, a densidade populacional é consideravelmente maior que na zona rural. Os processos erosivos que ocorrem nessa área, especialmente as voçorocas, podem acabar resultando em fatalidades e destruição do patrimônio (Oliveira; Santos; Araujo, 2018).

A degradação do solo pela erosão por voçoroca é resultado de uma soma de fatores como os condicionantes naturais (solos pouco coesos e ação da água de rios nas margens), além da atividade humana, que por ter promovido o desmatamento de forma exagerada e desorganizada acabou por deixar o solo suscetível a esse tipo de processo (Oliveira; Santos; Araujo, 2018).

A própria ocupação irregular do relevo como mostrado na Figura 8 onde tanto existem moradias próximas a base da voçoroca como no topo gera um quadro de risco de vida a população e destruição de suas moradias, principalmente, no período chuvoso. Pelo fato de não haver uma densidade de cobertura vegetal expressiva nas vertentes das voçorocas associado à declividade intensifica-se a suscetibilidade erosiva e o consequente dano.

Figura 8 – Moradias próximo a voçoroca 2 no bairro do Araçagi

Fonte: Autores, 2021.

[5] Evidenciado devido à presença de cicatrizes de escorregamento.

Autores como Medeiros, Pereira e Almeida (2012) corroboram e acrescentam argumentando que “solos expostos são mais vulneráveis a atuação intempérica, pelo fato de receberem diretamente a radiação solar, o que não colabora para a formação de uma camada superficial de matéria orgânica no solo e consequentemente sendo este mais pobre em nutrientes”.

É importante ressaltar que a presença de pedestais e de lateritas na área de estudo também revelam a atuação do processo erosivo decorrente da atuação das águas das chuvas que acabam por modificar a paisagem natural e o relevo (Figura 9).

Diante de toda a problemática arrolada neste trabalho decorrente da erosão por voçorocamento existem medidas que podem ser tomadas para mitigar as implicações ambientais. Neste sentido, pode-se pôr em discussão e aplicação as práticas conservacionistas e sistema de manejo dos solos. “Práticas conservacionistas são todas as técnicas utilizadas para aumentar a resistência do solo ou diminuir as forças do processo erosivo”. (Oliveira; Santos; Araujo, 2018, p.75).

Figura 9 – Pedestais (a) e lateritas (b) na voçoroca 2 no bairro do Araçagi

Fonte: Autores, 2021.

Nas cidades é possível observar a necessidade de práticas que corroboram para a utilização eficiente do solo, isso pode ser feito através do planejamento do crescimento urbano, evitando a utilização de áreas que são críticas (Oliveira; Santos; Araujo, 2018), por exemplo, as áreas próximas às voçorocas, encostas, fundos de vale, pois podem gerar uma série de danos, além de perda de vidas humanas.

Outra proposta se trata do monitoramento da degradação ambiental, desta forma “através da mensuração das diversas formas de degradação ambiental, é possível contribuir na realização de um diagnóstico do problema. [...] Essa mensuração, que possibilita a quantificação dos processos, constitui o monitoramento” (Guerra e Cunha, 2016, p.367). Ele

pode ser feito, por exemplo, através de fotografias aéreas, imagens de satélite ou de radar, estações experimentais, coleta de amostras de água, rochas, sedimentos, etc.

No entanto, Guerra e Cunha (2016, p.369) alertam para o fato de que essa "mensuração deve ser feita com um embasamento teórico-conceitual sólido, de forma que os dados produzidos ajudem a compreender a realidade ambiental da área estudada".

Embora existam diversas formas de monitoramento e técnicas para recuperação de áreas degradadas aplicá-las para as voçorocas 1 e 2 no bairro do Araçagi, atualmente, não é viável devido a ser muito dispendioso o investimento. Neste caso, uma alternativa seria realocar as pessoas que residem nas áreas de risco devido ao movimento de massa e desabamento principalmente da casa que está localizada na parte superior da voçoroca 2. Vale salientar que são poucas residências que estão sobre esse risco.

Considerações Finais

O desenvolvimento do presente estudo permitiu compreender que o processo erosivo na zona costeira do Araçagi tem propiciado um quadro de risco aos moradores que residem próximo as áreas com voçorocas. Sendo que a realocação das famílias residentes próximas as voçorocas seria uma alternativa para evitar um dano as moradias e a vida dessas pessoas.

Neste contexto, o planejamento urbano ao qual é parte integrante das politicas públicas tem um papel imprescindível no sentido de agir no bairro do Araçagi para evitar que um dano não venha acontecer aos moradores, principalmente se levar em consideração que no período chuvoso o risco de escorregamentos potencializa-se.

Infere-se que o processo de voçorocamento no bairro do Araçagi foi condicionado tanto por fatores naturais (água da chuva) quanto pela ação antrópica sendo esse último um agente do processo erosivo que a partir da ocupação irregular da área, associado ao desmatamento para a construção de casas intensificou a erosão, entretanto, os agentes naturais são preponderantes neste processo.

Diante do exposto cabe ao poder público do município de São José de Ribamar, em comum acordo com os moradores residentes próximos as voçorocas, agir no sentido de remanejar as famílias e ainda fiscalizar e impedir que se criem moradias em áreas de risco, pois a prevenção é o caminho mais viável para se evitar transtornos e perdas de vidas humanas. Vale ressaltar que o uso das informações sobre a fisiografia da área de pesquisa por parte do poder público é de suma importância em qualquer medida de planejamento ambiental e a consequente tomada de decisão.

Agradecimentos

Agradecimentos: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), nº88887.510964/2020-00. A Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão – FAPEMA através do processo nº BD-10767/22.

Referências

ALMEIDA, H. G. (org.) **Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil**. São Luís SW/NW, Folhas SA.23-V e SA.23-Y. Estados do Pará e Maranhão. Escala 1:500.000. Brasília: CPRM, 2000.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6 ed. São Paulo: Icone, 2008. 355p.

BIGARELLA, J. J. et al. **Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais**. 2. ed. V.3, Florianópolis: Ed. da UFSC, 2007.

BRASIL, Lei n° 6.766, de 19 de dezembro de 1979. **Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências**. Legislação: Leis Ordinárias. Disponível em: http://www.cidades.gov.br/secretariasnacionais/programasurbanos/legislacao/regularizacao-fundiaria/legislacao-federal/leisfederais/6766.pdf/view. Acessoem: 19 nov. 2021.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia, CPRM, 317p, 1994.

CASSETI, V. **Geomorfologia**. Funape.org, 2005.

CUNHA, Sandra B. **Geomorfologia Fluvial**. *In*: GUERRA, A.J.T.; CUNHA, S.B. (orgs.) Geomorfologia uma Base de Atualização e Conceitos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p. 211-252, 2001.

FLORENZANO, T. G. (org.) **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FUJIMOTO N. S. V. M. **Considerações sobre o ambiente urbano**: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. Revista do Departamento de Geografia, n.16, p.76-80, 2005.

GERÊNCIA DE PLANEJAMENTO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO - GEPLAN. **Atlas do Maranhão**. Laboratório de Geoprocessamento UEMA. São Luís: GEPLAN. 2002.

GUERRA, A. J. T. O inicio do processo erosivo. *In:* GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (orgs.). **Erosão e conservação dos solos:** conceitos, temas e aplicações. 1 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999. cap. 1, p.17-55.

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. Características e Propriedades dos Solos Relevantes Para os Estudos Pedológicos e Análise Dos Processos Erosivos. **Anuário do Instituto de Geociências** - V. 19 – 1996.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (orgs.). Degradação ambiental. *In:*___. **Geomorfologia e meio ambiente**. 12 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2016. cap. 7, p.337-379.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. **Geomorfologia ambiental.** 1 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 192p.

INSTITUO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Manuais Técnicos em Geociências: Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

LOPES, E. C. S; TEIXEIRA, S. G. Contexto Geológico. *In*: BANDEIRA, I. C. N. (org.) **Geodiversidade do estado do Maranhão**. Teresina: CPRM, 2013. 294p.

MEDEIROS, M. D.; PEREIRA, V. H. C.; ALMEIDA, L. Q. Áreas de vulnerabilidade ambiental na zona Oeste de Natal/RN/ Brasil. **Revista GEONORTE**, Amazonas, Edição Especial, v.1, n.4, p.474–486, 2012. Disponível em: www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/1849/1727. Acesso em: 20 abr. 2021.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social: teoria método e criatividade**. 16 ed. Petrópolis: Vozes, 2000.

OLIVEIRA, F. F.; SANTOS, R. E. S. dos; ARAUJO, R. C. de. Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes. **Revista Brasileira de Iniciação Científica** (RBIC), Itapetininga, v. 5, n.3, p. 60-83, abr./jun., 2018. Disponível em: https://periodicos.itp.ifsp.edu.br/index.php/IC/article/view/699/928. Acesso em: 22 nov. 2021.

PELOGGIA, A. **O homem e o ambiente geológico**: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo. São Paulo: Xamã, 1998.

PEREIRA, E. D. **Avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação do solo e do aquífero do reservatório Batatã – São Luís (MA)**. 2006. 133f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2006.

SILVA, Q. D. da. **Mapeamento Geomorfológico da Ilha do Maranhão.** 2012. 249f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2012.

SIRTOLI, A. E.; SILVEIRA, C. T. da; MANTOVANI, L. E.; SIRTOLI, A. R. A.; OKA-FIORI, C. Atributos do relevo derivados de modelo digital de elevação e suas relações com solos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.3, p.317-329, 2008. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/11517/8108. Acesso em: 25 nov. 2021.

THORNTHWAITE, C. W. **An approach toward a rational classification of climate**. Geography Review. v.38, 1948.

VALERIANO, M. M. **Dados topográficos**. *In:* FLORENZANO, T. G. (org.) Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos. p. 73-104. 2008.

VEIGA JÚNIOR, J. P. Carta geológica. Recife: CPRM, 2000a./Folha SA.23-X/Z SÃO LUÍS NE/SE, color – colorido), Escala 1:500.000.

WINCANDER, R.; MONROE, J. S. **Essentials of geology**. São Paulo: Cengage Learning, 2009.

Estudos integrados do meio ambiente: uma análise geoambiental do município de Agrestina, Agreste Pernambucano

Integrated studies of the environment: a geoenvironmental analysis of the municipality of Agrestina, Agreste Pernambucano

Leonardo Cristiano da Silva Freitas
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-6385-7058
leonardo.csfreitas@ufpe.br

Tawana de Melo Pereira
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-3167-4900
tawana.pereira@academico.ubpb.br

Lucas Costa de Souza Cavalcanti
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0001-9096-138X
lucas.cavalcanti@ufpe.br

Resumo: Os estudos integrados do meio ambiente são de extrema importância para a conservação da natureza e o desenvolvimento sustentável, pois permitem compreender as relações complexas entre os fatores físicos constituintes da paisagem e as relações socioeconômicos. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo principal analisar as características geoambientais do município de Agrestina (PE), especificamente buscou-se avaliar as correlações dos elementos da paisagem e delimitar as unidades de paisagem do município. Os procedimentos metodológicos se dividiram em quatro etapas: i) revisão bibliográfica e levantamento de dados secundários; ii) mapeamento temático; iii) coleta de dados em campo e acurácia dos dados secundários e; iv) elaboração do quadro síntese das unidades de paisagem. Os resultados demostraram que o município de Agrestina abriga uma diversidade de unidades de paisagem fortemente influenciadas pelo arcabouço geológico, clima, geomorfologia, solos, cobertura vegetal e uso da terra.

Palavras-chave: Meio ambiente, Análise geoambiental, Unidade de paisagem, Agrestina

Abstract: Integrated studies of the environment are extremely important for nature conservation and sustainable development, as they make it possible to understand the complex relationships between the physical factors that make up the landscape and socioeconomic relationships. In this context, the main objective of the present work was to analyze the geoenvironmental characteristics of the municipality of Agrestina (PE), specifically seeking to evaluate the correlations of the landscape elements and to delimit the landscape units of the municipality. The methodological procedures were divided into four stages: i) bibliographic review and secondary data collection; ii) thematic mapping; iii) field data collection and accuracy of secondary data and; iv) elaboration of the summary table of the landscape units. The results showed that the municipality of Agrestina is home to a diversity of landscape units strongly influenced by the geological framework, climate, geomorphology, soils, vegetation cover and land use.

Keywords: Environment, geoenvironmental analysis, landscape unit, Agrestina.

Introdução

Os estudos integrados do meio ambiente é um passo chave para o entendimento dos elementos físicos e ambientais constituintes da paisagem de uma região e contribui fortemente para a conservação dos geossistemas naturais. Nessa perspectiva, a análise

integrada do meio ambiente colabora para conter e minimizar a degradação e os impactos ambientais causados pelas ações antrópicas, visando conciliar o desenvolvimento econômico com a sustentabilidade (SOUSA e AQUINO, 2022).

Nos últimos anos os estudos de natureza geoambiental tem sido desenvolvido por vários autores com intuito de subsidiar a elaboração de planos de manejos para unidades de conservação, zoneamentos e ordenamentos territoriais de municípios e estados, diagnósticos geoambiental de bacias hidrográficas e municípios e estudos de avaliação de impactos ambientais e restauração ecológica (SILVA, 2005; SANTOS et al., 2007; SOARES, 2007; DUTRA e ROBAINA, 2022).

A paisagem em sua abordagem dinâmica pode ser dimensionada pelos sítios, caracterizada pelas feições do relevo, rochas subjacentes e migrações da matéria, ou seja, são as características que predominam da cobertura vegetal (ISACHENKO e CAVALCANTI, 2018). O município de Agrestina possui uma diversidade de unidades e subunidades de paisagem que estão relacionadas diretamente com os fatores físicos e ambientais da região como: o clima, a geologia, a geomorfologia, o solo, a altitude e a temperatura. Essas características influenciam diretamente na distribuição da cobertura vegetal e na dinâmica de uso e ocupação do solo.

Para a diferenciação das classificações de sítios e estados na paisagem e suas modificações ao longo do tempo, entende-se que os estados são considerados dinâmicos descritos por um conjunto de estados de durações diferentes e os sítios a parte estável mantendo suas características essenciais podendo ser submetidos a impactos antrópicos. Já os estados da paisagem são classificados em ciclos anuais de curto, médio e longo prazo, todos em uma magnitude mais rápida que as dos sítios de paisagem, tendo em sua descrição comunidades de plantas e propriedades do perfil do solo (ISACHENKO, 1998; 2007; CAVALCANTI, 2013).

Segundo Sotchava (1977) os geossistemas podem ser definidos como uma área homogênea de qualquer dimensão, cujos componentes físicos estão sistemicamente interrelacionados uns com os outros compondo padrões de paisagens naturais complexos, podendo englobar fenômenos antrópicos. Para Bertrand (1972) os geossistemas podem ser subdivididos em unidades da paisagem considerando-se a escala espaço temporal e as correlações dinâmicas entre os atributos físicos, biológicos e antrópicos.

O conceito chave analisado neste trabalho foi à paisagem, especificamente buscou-se elaborar uma cartografia da paisagem com o mapeamento fisionômico de seu potencial natural e atividade biológica. Nesse sentido o conjunto fisionômico é chamado de unidade de paisagem, cujo em sua delimitação poderá ser classificada e identificada pelos estados e sítios ao longo do tempo. Nessa perspectiva, o artigo teve como objetivo analisar as

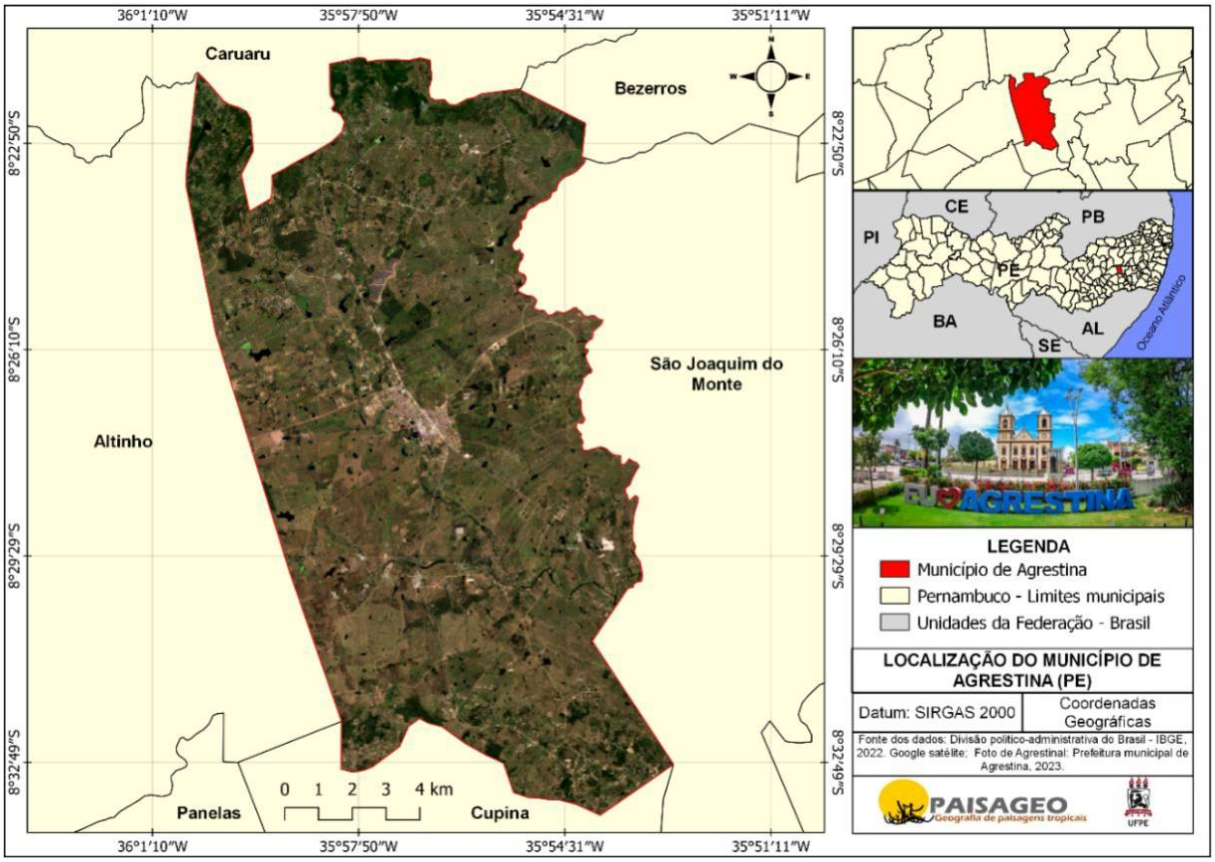
características geoambientais do município de Agrestina (PE), especificamente buscou-se avaliar as correlações dos elementos da paisagem e delimitar as unidades de paisagem do município.

Metodologia

Caracterização da área de estudo

Agrestina é um município brasileiro do estado de Pernambuco, localizado na mesorregião do Agreste e microrregião do Brejo Pernambucano. O município está a 154 Km da capital Recife e possui uma população de aproximadamente 23.780 habitantes com uma densidade demográfica de 119 hab/km². A sua área territorial é de 200,369 km², sendo 5,37 k² ocupado pela urbanização (IBGE, 2022).

Figura 1: Localização do município de Agrestina, área de estudo.



Fonte: Autores, 2023.

Procedimentos metodológicos

Para execução deste estudo, foram realizadas as seguintes etapas: i) revisão bibliográfica e levantamento de base de dados secundários e informações geoambientais do

município; ii) elaboração da base de dados e mapeamento temático; iii) coleta de dados primários e validação da acurácia dos dados secundários in locu e; iv) elaboração do quadro síntese de compartimentação das unidades de paisagem do município.

Inicialmente, para revisão bibliográfica foram realizadas consultas a pesquisas documentais, estudos e relatórios técnicos e científicos para o município de Agrestina e região. Posteriormente, para levantamento das bases de dados e informações geoambientais do município foram realizadas consultas a sites e instituições de pesquisas oficiais.

Em seguida, foi elaborada a base cartográfica dos principais elementos físicos e ambientais constituintes da paisagem do município de Agrestina e elaboração dos mapas temáticos de litologia, aspectos geomorfológicos (unidades geomorfológicas, hipsometria e declividade), solos, vegetação, fatores climáticos (precipitação e temperatura) e uso e cobertura da terra.

Para elaboração base de dados, processamento, análise e interpretação dos dados e produção dos mapas temáticos foram utilizados o Sistema de Informações Geográficas (SIG) livre QGIS versão 3.22 Ltr (Bialowieza) e o Google Earth Pro.

Os dados referentes à geologia foram obtidos nas cartas geológicas Folha Aracaju e Folha Recife, na escala de 1:1.000.000, disponíveis no repositório do Serviço Geológico do Brasil (SGB /CPRM). Já os dados referentes a vegetação e geomorfologia foram obtidos no banco de Dados e Informações Ambientais (BDIA) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) com escalas de 1:250.000, e os dados de hipsometria e declividade foram provenientes da plataforma Topodata. Para o mapa de solos foi utilizado o mapeamento disponibilizado pelo Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (EMBRAPA SOLOS, 2001). Os dados climáticos foram obtidos da base de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Para análise do uso e cobertura da terra, foi utilizado o mapeamento disponibilizado pela plataforma Mapbiomas, que dispõe de uma série histórica de uso e cobertura da terra do território brasileiro, gratuita, referente aos últimos 35 anos. Visando uma análise e interpretação mais precisa do uso e cobertura da terra do município, durante as visitas de campo foi realizado a validação, em alguns trechos, do mapeamento do Mapbiomas.

A elaboração do quadro síntese de compartimentação das unidades de paisagem do município levou em consideração a análise e interpretação integrada de todos os elementos físicos e ambientais constituintes da paisagem do território de Agrestina.

Resultados e discussão

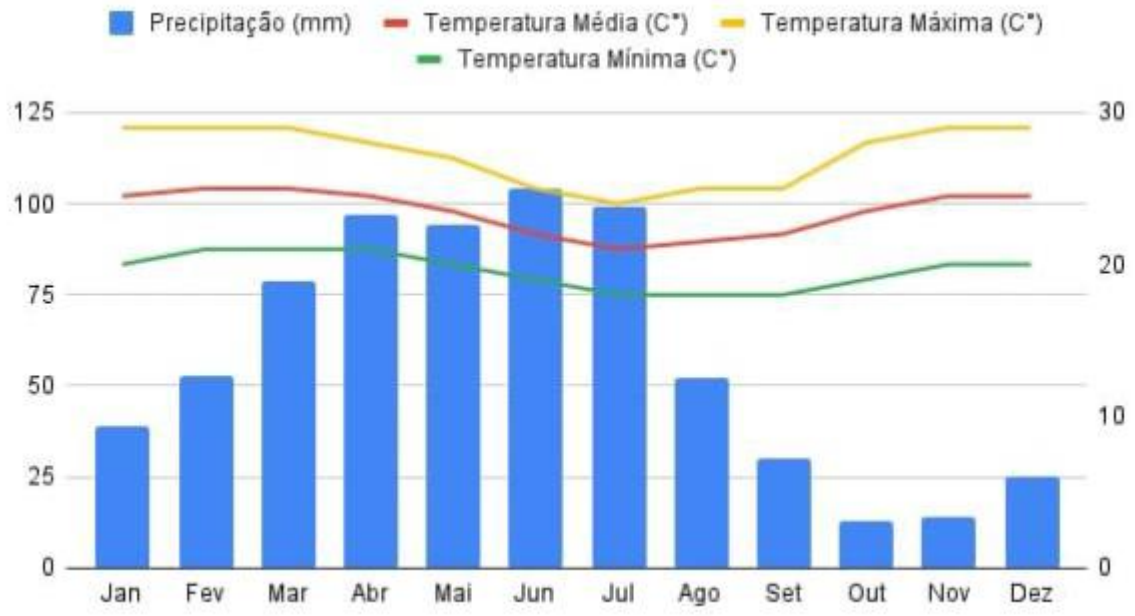
Análise climática

O clima é um fator importante da paisagem, no tocante aos estudos integrados o clima trará informações acerca do potencial natural, sejam eles geomorfológicos, pedológicos e ecológicos (BERTRAND, 1972).

A classificação climática do município de Agrestina é do tipo semiárido (BSh) caracterizados pela baixa umidade e pouco volume pluviométrico (KÖPPEN,1920), constituído por verões quentes e secos e invernos amenos e chuvosos (ALVARES et al., 2014; MEDEIROS et al., 2018). O período chuvoso do município inicia-se em fevereiro com chuvas de pré-estação (chuvas que ocorrem antes da quadra chuvosa) com seu término ocorrendo no final do mês de agosto e podendo se prolongar até a primeira quinzena de setembro (MEDEIROS, 2018).

Os maiores índices pluviométricos centram-se nos meses de abril, maio, junho e julho e os meses mais secos com menores precipitação ocorrem entre outubro, novembro e dezembro (Figura 2). Ao longo do ano, em geral as temperaturas variam de aproximadamente 18 °C a 30 °C. A topografia dentro de Agrestina contém variações de altitude entre 380 e 830 metros que influenciam na variação da temperatura no município.

Figura 2: Climograma do município de Agrestina.



Fonte: INMET, 2022. Organizado pelos Autores.

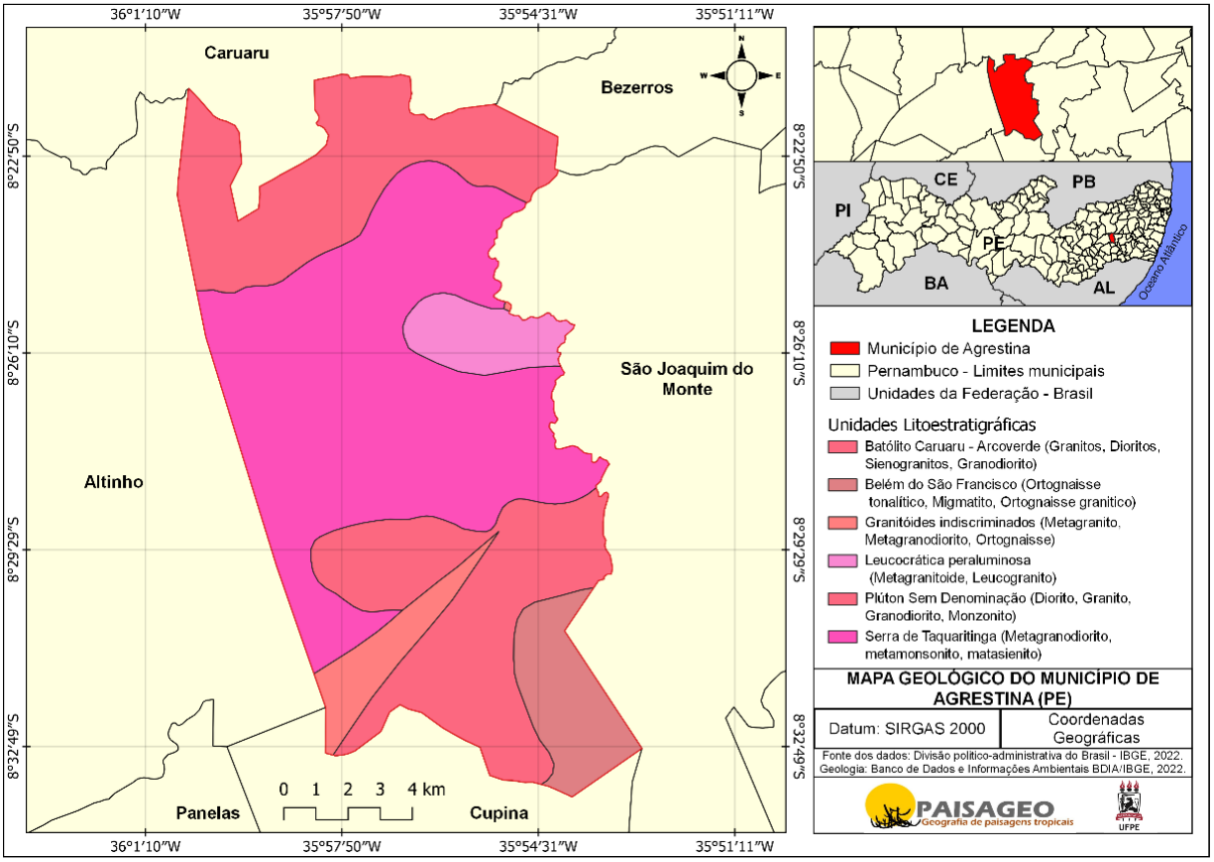
Os principais fenômenos responsáveis pelas chuvas no município de Agrestina são os vórtices ciclônicos de altos níveis (VCAS), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), além das contribuições dos ventos alísios de nordeste no transporte de vapor e umidade que condensam e formam nuvens provocando chuvas de moderadas a fortes, formações das linhas de instabilidades, orografia e suas contribuições local e regional (MEDEIROS, 2016).

Análise geológica

A análise geológica do município de Agrestina foi avaliada a partir das Cartas Geológicas Folha Aracaju e Folha Recife do Serviço Geológico do Brasil (CPRM, 2022), que conta com uma escala de 1:1.000.000, na qual foram destrinchadas características como unidades litoestratigráficas, litotipos, relação geológica com o relevo, relação geológica com os solos e potencial pedológico, além da relação geológica com as águas subterrâneas.

O município de Agrestina é constituído por um arcabouço geológico bastante variado, distribuído em seis unidades litoestratigráficas, predominantemente cristalinas de origem plutônicas e resultantes de metamorfismos regionais (Figura 3).

Figura 3: Mapa geológico do município de Agrestina.



Fonte: SGB /CPRM, 2022. Organizado pelos autores.

Dentre as unidades litoestratigráficas, se destacam o corpo Batólito Caruaru-Arcoverde localizado no extremo norte do município, sendo formado por granitos, dioritos, sienogranitos, granodiorito e monsonito. Essas áreas apresentam relevos elevados, próximo a 800 m de altitude, com declividades que variam de forte onduladas a montanhosas e escarpadas, além de temperaturas mais amenas, vegetação ombrófila densa e aberta características de áreas úmidas e afloramentos rochosos. Dessa forma, percebe-se que o arcabouço geológico da área influencia fortemente os demais elementos constituintes da paisagem, sendo possível classificar essa unidade da paisagem como um brejo de altitude.

A unidade litoestratigráfica mais representativa no município de Agrestina é a Suíte Serra de Taquaritinga resultante do metamorfismo regional e constituída pelos litotipos metagranodiorito, metamonsonito, metassienogranito e augengnaisse. Essa unidade apresenta relevos aplainados, pouco declivosos, variando de plano a suave ondulado com pediplanos retocados inumados. A vegetação predominante é Caatinga arborizada (Savana-Estépica Arborizada).

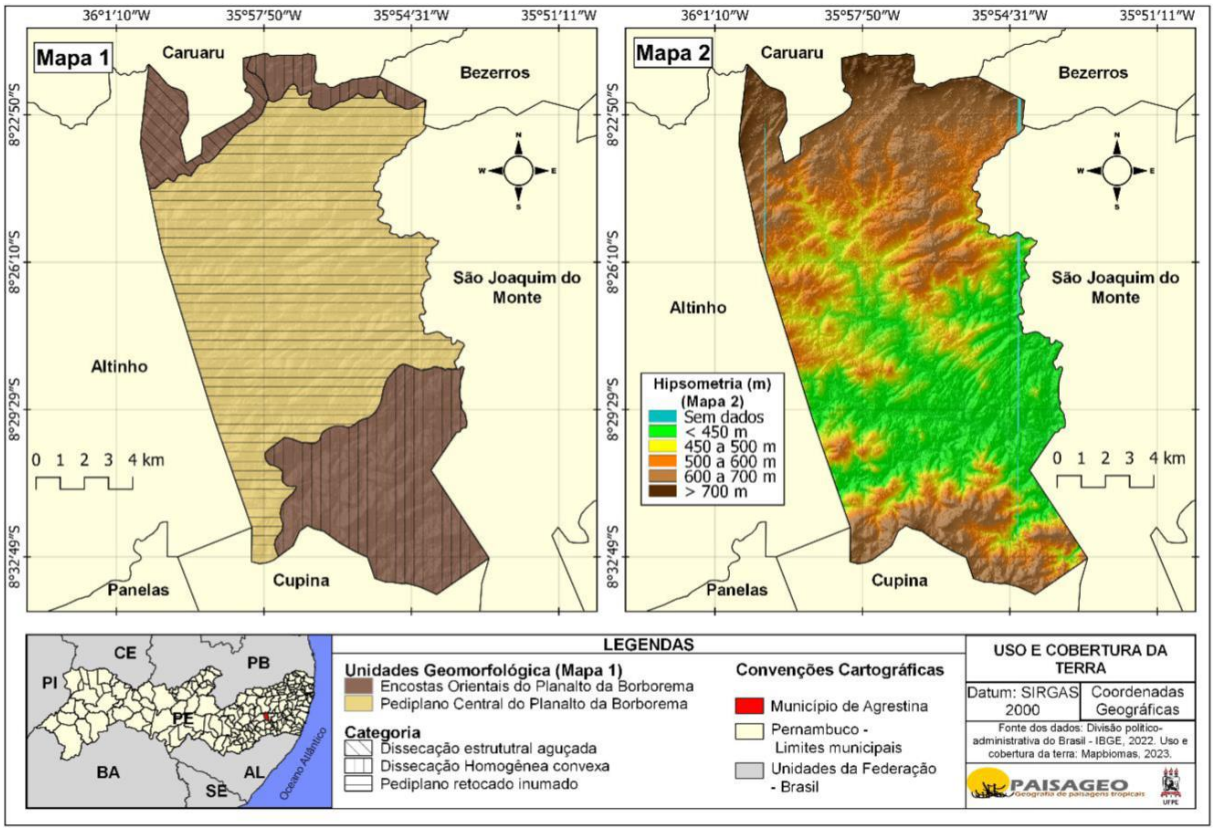
Outras unidades geológicas presentes no município são: os corpos plutônicos sem denominação, composto por rochas plutônicas como granito, diorito e granodiorito; o Complexos Belém de São Francisco, constituído por litotipos como ortognaisse tonalíticos, migmatito e ortognaisse granodiorítico e granítico, provenientes do metamorfismo regional; os corpos Granitoides Indiscriminados também resultante do metamorfismo regional como litotipos de Metagranito, metagranodiorito e ortognaisse; e a suíte intrusiva Leucocrática Peraluninosa de origem plutônica e metamórfica com rochas do tipo metagranitoide e leucogranito.

Diante das características avaliadas de forma conjunta, é observada a importância da geologia para com o relevo considerando a direção das falhas concordantes ao Lineamento Pernambuco, bem como sua altimetria. Nessas zonas falhadas ocorre o encaixe da rede de drenagem de importantes corpos hídricos do munícipio como o Rio Una (transversal ao Lineamento Pernambuco), Riacho Mentirosos e Riacho Chata, perpendicular ao Lineamento Pernambuco (CPRM 2005).

Análise geomorfológica

O município de Agrestina está inserido na região geomorfológica do planalto da Borborema e subdividido em duas unidades geomorfológica, sendo elas o Pediplano Central do Planalto da Borborema e as Encostas Orientais do Planalto da Borborema (Figura 4). Essas unidades possuem características distintas e são fortemente influenciadas pelo arcabouço geológico.

Figura 4: Mapa geomorfológico e hipsométrico do município de Agrestina (PE).



Fonte: Mapa geomorfológico, BDIA/IBGE, 2022; MDT: Pernambuco 3D. Organizado pelos autores.

As áreas de pediplanos corresponde aos pediplanos retocado inumado (Pri) e dominam espacialmente, relevos planos com inclinações de até 3º inumados por coberturas detríticas, resultantes de retoques e remanejamentos, indicando predominância de erosão areolar e processos de decomposição física (BDIA/IBGE, 2022). Essa unidade de aplainamento ocupa a maior extensão do município e apresenta altitudes medias de 400 metros sendo ocupada predominantemente por pastagens plantadas para pecuária extensiva, quando não desmatada a área é composta por vegetação de Caatinga arborizada. Nota-se ainda, na geomorfologia, ambientes fluviais encaixados nas áreas mais rebaixadas, com relevo plano.

Por outro lado, as áreas inseridas nas Encostas Orientais do Planalto da Borborema apresentam relevos com dissecação estrutural ou dissecação homogênea de topos convexos. Trata-se de relevos fortemente dissecados com topos diminuindo de altimetria em direção ao litoral. Morfologicamente, caracteriza-se pelo predomínio de formas convexas e aguçadas de dissecação estrutural, comprovada pela orientação a aprofundamento dos vales,

normalmente em "V". Esse modelado apresenta aprofundamentos de drenagem variando de baixo a alto e encostas com declividades variando de 5º a 25º (BDIA / IBGE, 2022).

Essa unidade geomorfológica no município de Agrestina apresenta altitudes que chegam a 830 metros (Figura 4) e está inserida na unidade litoestratigráfica do Batólito Caruaru-Arcoverde. A área é composta por fragmentos de floresta ombrófila densa e aberta, já o uso da terra varia entre pastagens e agricultura familiar em pequenas propriedades (sítios e chácaras). Além disso, a região apresenta temperaturas amenas, maior precipitação e formas de relevo forte ondulado e montanhoso.

As maiores declividades do município estão ao norte e ao sul, nas áreas de maiores elevações, ao norte no Batólito de Caruaru-Arcoverde as declividades chegam a angulações maiores entorno de 45º sendo classificado como terrenos muito íngremes, com restrições de ocupação, enquadrando-se como Área de Preservação Permanente (APP). E ao sul, nos corpos plutônicos sem denominação também há áreas com declividades entre 15º e 30º. No município essas áreas são utilizadas geralmente para pecuária extensiva de bovinos. No entanto, ao ser avaliado a possibilidade de uso para agricultura dessas áreas mais eclivosas localizadas em propriedades rurais, nota-se que a mecanização agrícola convencional será limitada, criando-se a necessidade de um maior aporte tecnológico para os maquinários.

Ao analisar o território do município de Agrestina na sua totalidade, nota-se que os terrenos do estremo norte e sul apresentam maiores altitudes e consequentemente maiores declividades que chegam a 45°. Percebe-se que esses terrenos são constituídos por rochas cristalinas plutônicas como granitos, dioritos sienogranitos, dentre outras. Não obstante, essas litologias apresentam maior resistência aos agentes intempéricos, resultando assim, em relevos mais elevados. Por outro lado, a maior a parte do município é constituído por relevos planos e suave ondulado.

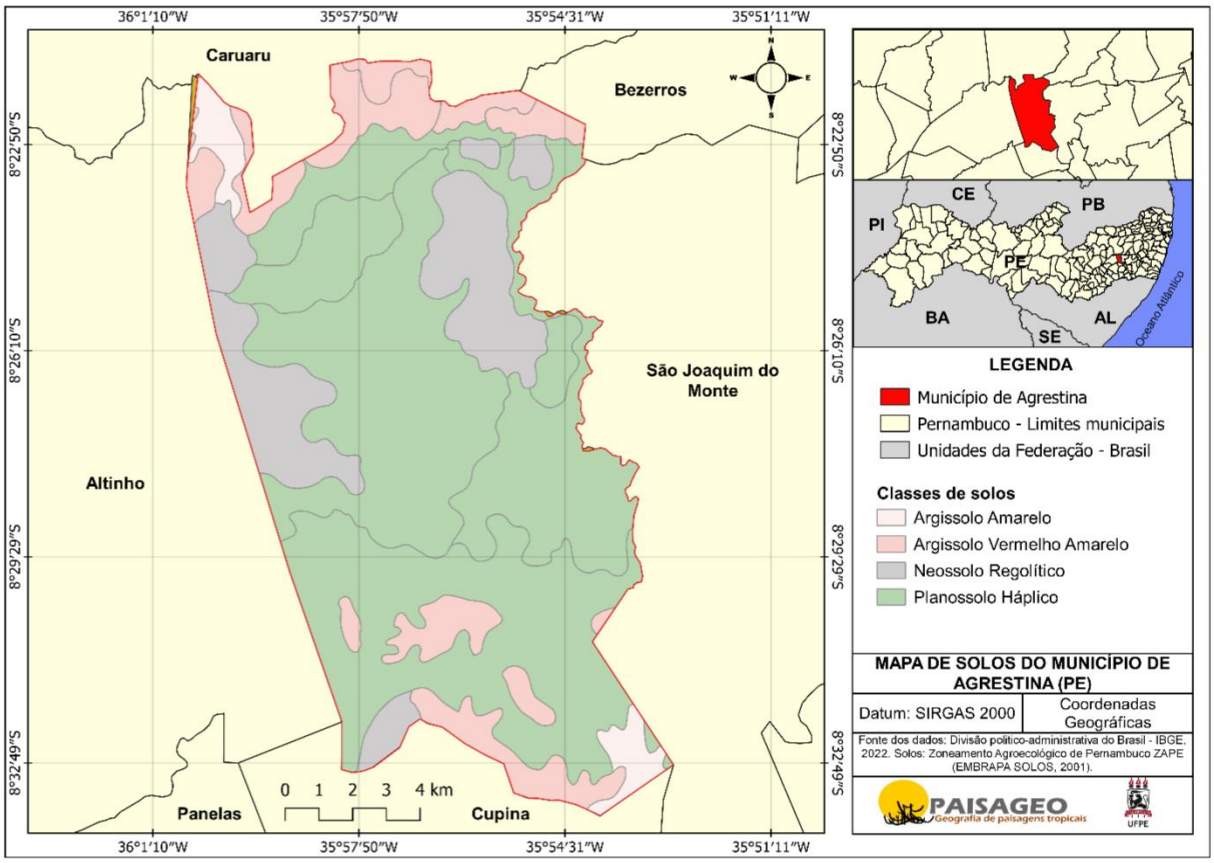
Análise do solo

De acordo com os dados do ZAPE (2001) o município de Agrestina é constituído por 4 classes de solos principais, sendo elas; Argissolo amarelo, Argissolo vermelho-amarelo, Neossolo Regolítico e Planossolo háplico. Essas classes de solos estão fortemente relacionadas com os atributos geológicos e geomorfológicos da região.

No mapa de solos (Figura 5) percebe-se uma relação dos Argissolo amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo com os relevos mais elevados e declivosos com dissecação e formados por rochas cristalinas plutônicas, tanto na porção norte, como também, no sul do município. Essas áreas apresentam maior umidade e precipitação e consequentemente, favorece o intemperismo químico e os processos pedogenéticos, resultando em solos mais desenvolvidos. Vale ressaltar que, os Argissolo amarelos se desenvolvem na porção do relevo

menos movimentado, geralmente encontrados no todo dessas áreas, enquanto, os Argissolo vermelho-Amarelo ocupam terrenos com maiores declividades no município.

Figura 4: Mapa de solos do município de Agrestina (PE).



Fonte: ZAPE, Embrapa, 2001. Organizado pelos autores.

Os Argissolo são compostos pelo maior teor de argila nos horizontes subsuperfíciais, que caracteriza um gradiente textural ao longo do perfil, sendo caulínitos, oxídicos ou com caráter alítico. A cor pode variar de bruno acizentada, acinzentada até avermelhada, sendo os matizes amarelos e vermelhos os mais comuns. Esse tipo de solo pode ser encontrado em praticamente todas as regiões brasileiras em diversas condições de clima e relevo. Representam aproximadamente 24% da superfície do País. Em termos de extensão geográfica ocupam a segunda posição, depois dos Latossolos (SiBCS, 2018).

Os Argissolo amarelos apresentam boas condições físicas de retenção de umidade e boa permeabilidade. Segundo a Embrapa (2022), a principal limitação de uso é a fertilidade normalmente baixa, risco de interferência causado pela diferença de textura superficial e subsuperficial e condições de declividade. No entanto, quando eutrofico pode apresentar alta fertilidade. Para o ZAPE (2001), no município de Agrestina esses solos compõe as terras agricultáveis de bom potencial agrícola e médio potencial de irrigação.

Por sua vez, os Argissolo Vermelho-amarelo recebem esta denominação devido a forte presença de óxidos de ferro como hematita e goethita. São solos com muito baixa a média fertilidade natural, apresentando maiores restrições aqueles que ocorrem em ambientes com relevos movimentados, relacionados aos ambientes de rochas cristalinas, como identificado no município. Esses solos são mais suscetíveis a processos erosivos principalmente quando ocorrem em relevos declivosos.

Os Neossolos são pouco evoluídos pedogeneticamente e com ausência de horizontes diagnósticos subsuperficiais, seja pela reduzida atuação dos processos pedogenéticos ou ação dos fatores de formação. Apresentam predomínio de características herdadas do material originário, o qual confere grande variabilidade para as subordens. Ocorrem aproximadamente em 15% do território brasileiro (SiBCS, 2018).

A subordem dos Neossolo Regolítico são solos não hidromórficos e de textura normalmente arenosa, apresentando alta erodibilidade principalmente em relevos mais declivosos (EMBRAPA, 2022). Esses solos classificam-se como terras agricultáveis de potencial restrito, sendo geralmente utilizado na região do agreste e sertão para agricultura de subsistência de ciclo curto e para pastagens.

Já os Planossolo háplico é a classe mais representativa do município de Agrestina, geralmente apresentam alta saturação por bases > 50%, o que lhe confere grande importância nutricional, no entanto, possui características físicas que desfavorece o manejo por apresentar consistência muito firme e extremamente firme mesmo quando úmido e rachaduras quando o solo está seco (EMBRAPA, 2022). Esses solos apresentam aumento de argila em subsuperfície e mudança textural abrupta, ou transição abrupta com gradiente textural.

A baixa permeabilidade em subsuperfície condiciona redução e oxidação do ferro, propiciando as cores acinzentadas ou variegadas e mosqueados. De maneira geral, observa-se um horizonte de cor clara sobrepondo o horizonte subsuperficial, e em muitos solos, estrutura colunar no horizonte B. Esses solos ocorrem predominantemente em áreas de relevo plano ou suave ondulado, muito utilizados com pastagem no município e na região Nordeste do País. Ocupam aproximadamente 2% do território nacional (SiBCS, 2018).

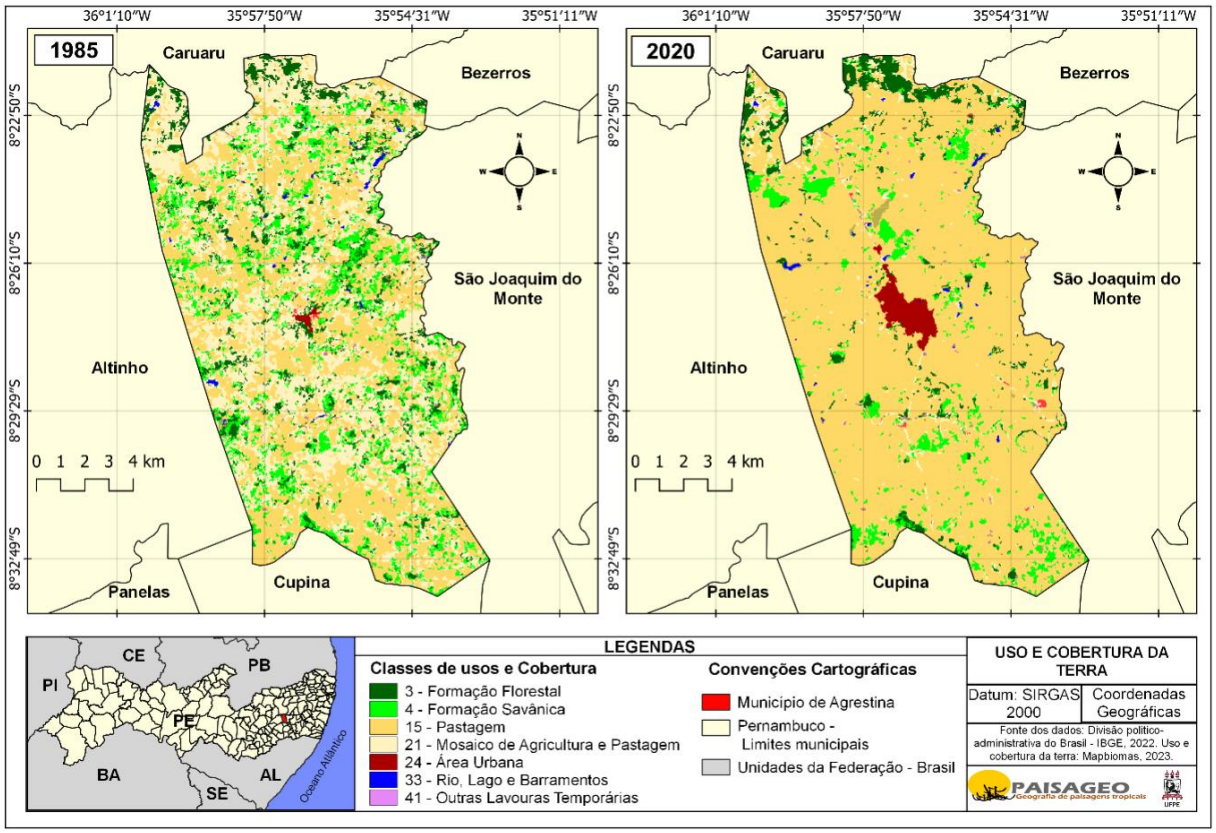
Cobertura e uso da terra

A cobertura natural pretérita do município segundo dados do BDIA/IBGE (2023) era composta por Contato Savana-estépica / floresta estacional (contato ecótono e encrave), Savana-estépica arborizada, Floresta ombrófila aberta e floresta ombrófila densa. As áreas de Contato de Savana-estépica / floresta estacional e Savana-estépica arborizada ocupavam a maior parte do município, sendo ao longo do tempo substituída principalmente por pastagem para pecuária extensiva de bovinos.

Atualmente, estas formações florestais são predominantemente secundárias e ocupam pequenas extensões do município compondo, principalmente, áreas de Reservas Legais (RLs), Áreas de Proteção Permanentes (APPs) e áreas de pastagens abandonadas em diferentes estágios de regeneração natural que recebe o nome de Capoeira. Já as áreas de florestas ombrófilas densas e abertas ocorrem na porção norte do município que apresenta maior elevação, e relevos forte ondulados e montanhoso, sendo classificado pelo IBGE como refúgio Vegetacional montano, e compõe fragmentos mais extensos de florestas, no entanto, também apresentam perturbações antrópicas com ocupações habitacionais (em sítios e chácaras) e, principalmente, com a pecuária extensiva.

De acordo com a classificação de uso e cobertura da terra do Mapbiomas (2021), o município de Agrestina divide-se em sete classes de uso e cobertura da terra, fortemente influenciadas por fatores antrópicos, sendo elas: formação florestal, formação savânica, pastagem, agricultura, mosaico de agricultura e pastagem, área urbana e corpos d'água (Figura 5).

Figura 5: Mapa de uso e cobertura da terra do município de Agrestina (PE).



Fonte: Mapbiomas, 2022. Organizado pelos autores.

Dessa forma, as classes de agropecuária (agricultura, pastagem e mosaico de agricultura e pastagem) compõem as principais formas uso da terra de Agrestina ocupando aproximadamente 85,70% do município, sendo a maior parte destinado a pastagem, predominantemente plantadas. As áreas de agricultura são pouco representativas no município, e compõem lavouras temporárias de curta e média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, cultivadas por pequenos agricultores familiares e que após a colheita necessitam de novo plantio (MAPBIOMAS, 2022).

Figura 6: Aspectos do uso da terra do município de Agrestina (PE).

Fonte: Autores, 2022.

As classes de cobertura florestal (formação florestal e formação savânica) ocupam aproximadamente 11,50% da área municipal, sendo a formação savânica a mais predominante. Segundo o Mapbiomas (2022) as formações florestais no bioma Caatinga estão ligadas a tipos florestais com predomínio de dossel contínuo - Savana-Estépica Florestada, Floresta Estacional Semidecidual e Decidual. Já as formações savânicas são tipos de vegetação com predomínio de espécies de dossel semi-contínuo - Savana-Estépica Arborizada, Savana Arborizada (Figura 7).

Figura 7: Aspectos da cobertura natural da terra do município de Agrestina (PE).

Fonte: Autores, 2022.

A classe área urbanizada ocupa aproximadamente 2% do município de Agrestina, sendo constituída por áreas com significativa densidade de edificações, vias e outras infraestruturas urbanas, incluindo áreas livres de construções (MAPBIOMAS, 2023). Já a classe de corpos d'águas ocupam menos de 1% do território municipal e compreende as áreas dos rios, riachos, lagos e barragens (Figura 8).

Ao ser observado o grau de desmatamento do município de Agrestina em uma escala temporal de 1985 a 2020, percebe-se a substituição da vegetação florestal primária por extensas pastagens plantadas e áreas de agricultura. Nota-se também um aumento de corpos d'águas superficiais, provavelmente através da criação de barramentos para armazenamento de água para a pecuária extensiva de caprinos e bovinos. Em campo foi possível observar uma grande quantidade de açudes e barramentos, principalmente, nas áreas de drenagem de riachos intermitentes e efêmeros.

Figura 8: Aspectos da dos corpos hídricos do município de Agrestina (PE).

Fonte: Autores, 2022.

Diante dessa transição histórica, de acordo com a série histórica de uso e cobertura da terra do Mapbiomas, (2022) percebe-se que a classe formação savânica foi a mais desmatada no município de Agrestina entre os anos de 1987 e 2017, substituída predominantemente por pastagem.

Síntese das unidades de paisagem

No município de Agrestina para definição das unidades foi levado em consideração as análises das características como o clima, a geologia, a geomorfologia, o solo, a altitude e a temperatura e as observações de campo. De forma a unir características dos sítios e estado da paisagem (Quadro 1).

Quadro 1: Unidades de paisagem do município de Agrestina.

Unidades De Paisagem	Unidades Geomorfológica	Relevo	Solos	Vegetação	Uso Da Terra
Pedimentos com pecuária extensiva e afloramentos	Pediplano retocado inumado	Plano, suave ondulado	Planossolos Háplico Eutrófico	Caatinga hipoxerófila	Pecuária extensiva
Pedimentos com afloramentos e caatinga lenhosa aberta	Pediplano retocado inumado	Plano, suave ondulado	Planossolos Háplico Eutrófico	Caatinga hipoxerófila	Pecuária extensiva
Pedimentos com pecuária extensiva com açudagem	Pediplano retocado inumado	Plano, suave ondulado	Planossolos Háplico Eutrófico	Caatinga hipoxerófila	Pecuária extensiva
Pedimentos com caatinga lenhosa densa com afloramentos	Pediplano retocado inumado	Plano, suave ondulado	Planossolos Háplico Eutrófico	Caatinga hipoxerófila	Vegetação natural
Pedimentos com afloramento e pasto sujo	Pediplano retocado inumado	Suave ondulado	Neossolos Regolíticos Eutrófico	Contato (ecotone e encrave	Pecuária extensiva
Superfície de cimeira cm floresta ombrófila densa	Dissecação estrutural aguçada	Ondulado e forte ondulado	Argissolo vermelho-amarelo	Floresta ombrófila densa	Vegetação natural
Superfície de cimeira com pecuária extensiva com afloramento	Dissecação estrutural aguçada	Ondulado e forte ondulado	Argissolo vermelho-amarelo	Floresta ombrófila densa	Pecuária extensiva
Superfície de cimeira com pecuária extensiva	Dissecação estrutural aguçada	Ondulado e forte ondulado	Argissolo vermelho-amarelo	Floresta ombrófila densa	Pecuária extensiva
Superfície de cimeira com agricultura temporária	Dissecação estrutural aguçada	Ondulado e forte ondulado	Argissolo vermelho-amarelo	Floresta ombrófila densa	Agricultura com lavouras temporárias
Superfície de cimeira com floresta ombrófila aberta	Dissecação estrutural aguçada	Ondulado e forte ondulado	Argissolo vermelho-amarelo	Floresta ombrófila densa	Vegetação natural
Superfície de cimeira com afloramento rochoso e caatinga lenhosa densa	Dissecação homogênea convexa	Forte ondulado e montanhoso	Neossolos Litólico Eutrófico	Caatinga hipoxerófila	Vegetação natural
Encostas com pecuária extensiva e caatinga lenhosa densa	Dissecação homogênea convexa	Forte ondulado e montanhoso	Neossolos Litólico Eutrófico	Caatinga hipoxerófila	Pecuária extensiva
Encostas com pecuária extensiva e pedregosidade	Dissecação estrutural aguçada	Ondulado e forte ondulado	Argissolo vermelho-amarelo	Floresta ombrófila densa	Vegetação natural
Encostas com afloramento rochoso e caatinga lenhosa densa	Dissecação homogênea convexa	Forte ondulado e montanhoso	Neossolos Litólico Eutrófico	Caatinga hipoxerófila	Pecuária extensiva
Encostas com floresta ombrófila aberta	Dissecação estrutural aguçada	Ondulado e forte ondulado	Argissolo vermelho-amarelo	Floresta ombrófila densa	Vegetação natural
Planícies aluviais com caatinga lenhosa densa	Planície fluvial	Plano, suave ondulado	Solos aluviais	Contato (ecotone e encrave	Vegetação natural
Planícies aluviais com pecuária extensiva e caatinga lenhosa densa	Planície fluvial	Plano, suave ondulado	Solos aluviais	Contato (ecotone e encrave	Pecuária extensiva
Planícies aluviais com culturas anuais em solos aluviais	Planícies fluviais	Plano, suave ondulado	Solos aluviais	Contato (ecotone e encrave	Agricultura com lavouras temporárias
Planícies aluviais com pecuária extensiva e afloramento	Planícies fluviais	Plano, suave ondulado	Solos aluviais	Contato (ecotone e encrave	Pecuária extensiva
Terraços aluviais com agropecuária e caatinga lenhosa densa	Planícies fluviais	Plano, suave ondulado	Solos aluviais	Contato (ecotone e encrave	Agricultura com lavouras temporárias

Fonte: Organizado pelos autores (2022).

Ao elaborar o quadro de correlações das unidades de paisagens observou-se que a maior parte do município está inserido na unidade dos pediplanos retocados inundados com relevos que variam de plano a suave ondulados com presença de Planossolos Háplicos eutróficos com pecuária extensiva ou caatinga lenhosa densa.

No contexto do município, essa unidade pode ser dividida em outras subunidades, levando em consideração características do terreno e da superfície como vegetação e uso antrópico. Dessa forma foram observadas as seguintes subunidades da paisagem:

Pedimentos com pecuária extensiva e afloramentos; Pedimentos com afloramentos e caatinga lenhosa aberta; Pedimentos com pecuária extensiva com açudagem; Pedimentos com caatinga lenhosa densa com afloramentos.

As unidades compostas por encostas também representaram uma diversidade de subunidades de paisagens que estavam sempre relacionadas com as características físicas e o uso da terra, se destacando na área as encostas com pecuária extensiva e caatinga lenhosa densa, encostas com pecuária extensiva e pedregosidade, encostas com afloramento rochoso e caatinga lenhosa densa, encostas com floresta ombrófila aberta.

A região norte do município apresenta um relevo diferenciado, com altitudes que superam os 800m e maiores declividades. Essas condições influenciam diretamente na temperatura local e nos processos de formação do solo que tendem a serem mais desenvolvidos como os Argissolo vermelho-amarelo presentes na área. Esse conjunto de características influencia diretamente na composição da vegetação que é composta por florestas ombrófilas densas e abertas características de climas quentes e úmidos. Além de influenciar na dinâmica de uso e ocupação da terra, que apresenta característica singular, se diferenciando das áreas de pedimentos.

Essa unidade de paisagem mais elevada é composta por várias subunidades de paisagem, como as de encostas já citadas e as superfícies de cimeiras, na qual se destacam: Superfície de cimeira com floresta ombrófila densa; Superfície de cimeira com pecuária extensiva com afloramento; Superfície de cimeira com pecuária extensiva; Superfície de cimeira com agricultura temporária; Superfície de cimeira com floresta ombrófila aberta; Superfície de cimeira com afloramento rochoso e caatinga lenhosa densa.

Outra unidade de paisagem bastante representativa no município são as áreas ou planícies aluviais encontradas nas margens dos canais de drenagem representadas por depósitos aluviais e coberturas detríticas, resultante da deposição de sedimentos pelos rios e riachos que são bastante presentes.

Essas áreas apresentam características diversas com presença de afloramentos, bancos de areia, rochosidade, dentre outras. Além de apresentar um uso e ocupação diversificado. Dessa forma, essas áreas foram divididas nas seguintes subunidades: Planícies aluviais com caatinga lenhosa densa; Planícies aluviais com pecuária extensiva e caatinga lenhosa densa; Planícies aluviais com culturas anuais em solos aluviais; Terraços aluviais com agropecuária e caatinga lenhosa densa; Planícies aluviais com pecuária extensiva e afloramentos rochosos.

Considerações Finais

Os estudos integrados do meio ambiente são de fundamental importância para o desenvolvimento sustentável e para conservação da natureza, pois permitem uma compreensão abrangente e interdisciplinar das complexas relações entre os sistemas naturais e a sociedade. Sendo crucial para a tomada de decisões ecológicas e ambientais, que promovam a o uso sustentável dos recursos naturais e contribuam para a vitalidade do planeta.

Percebe-se, que atualmente as ferramentas de geoprocessamento contribuem fortemente para os estudos integrados do meio ambiente, permitindo a realização de mapeamento, manipulação e processamentos de dados ambientais, disponíveis em diversos órgão e instituição de pesquisas oficiais. No entanto, as ferramentas de geotecnologias não substituem os trabalhos de campo, que são fundamentais para análise e acurácias das informações processadas e devem ser vistos como aliadas dos estudos ambientais.

Com os parâmetros empregados para avaliação integrada do meio ambiente do município de Agrestina, constatou-se que os padrões de paisagem estão fortemente integrados. Durantes o estudo observou-se a influência do arcabouço geológicos na diferenciação das diferentes unidades de paisagem.

Na porção norte e sul do município as litologias cristalinas de origem plutônicas apresentam relevos com dissecação, mais elevados e declivosos, além de apresentarem maior umidade que é influenciada pela altitude. Consequentemente, essas áreas apresentam solos mais desenvolvidos como Argissolos amarelo e vermelho-amarelo, um mosaico mais diversificado de uso, e cobertura vegetal característica de regiões úmidas como é o caso das florestas ombrófila densa e aberta identificadas.

Já a região mais central do município é composta por litologias metamórficas e apresentam relevos aplainados com pediplanos retocados inumados, com altitudes medias de 400 m e declividades que variam de plano a suave ondulados e presença de Planossolos Háplicos, diante dessas características ambientais essas áreas são predominantemente utilizadas para pecuária extensiva de bovino.

Diante desses padrões espaciais e sua dinâmica, permite-se entender a paisagem e delimitar suas unidades. Nessa perspectiva, o território pode ser gerido mediante cada perfil de unidade de paisagem. Com os resultados do mapeamento das unidades de paisagem e avaliação de alguns parâmetros geoambientais, percebe-se a importância da análise integrada do meio ambiente, considerando as mudanças de estado da paisagem e os desencadeadores dessas mudanças.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento desta pesquisa e ao grupo de pesquisa Geografia de Paisagens Tropicais (PAISAGEO).

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, DOI: http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507.2014.

BDIA, BANCO DE DADOS DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS, 2022. Disponível: . Acesso em: 01 out. 2022.

Belo Jardim - SC.24-X-B-III, escala 1:100.000: nota explicativa./ Gorki Mariano, José Maurício Rangel da Silva, Paulo de Barros Correia, Sérgio Pacheco Neves, Adeli Figueiroa Cabral, Francis Miller J. Virtuoso da Silva, Isaac Thompson Chagas, Tiago Siqueira de Miranda, Saulo Ferreira de Oliveira, Breno Soares Freire - Pernambuco: UFPE /CPRM, 2007.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: um esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra. N.13. São Paulo. IGUSP. 1972. 27p.

BERTRAND, Georges (1972). Paisagem e geografia física global: esboço metodológico.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. Da descrição de áreas a teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre sínteses naturalistas / Lucas Costa de SouzaCavalcanti. - Recife: O autor, 2013.

CPRM- Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Agrestina, estado de Pernambuco. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CPRM/SGB. Serviço Geológico do Brasil, 2022.

DA SILVA DUTRA, Danilo; DE SOUZA ROBAINA, Luís Eduardo. ZONEAMENTO GEOAMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE CANGUÇU/RS. Geoambiente On-line, Goiânia, n. 43, 2022. Disponível em: https://revistas.ufj.edu.br/geoambiente/article/view/71783. Acesso em: 19 ago. 2023.

DE CARVALHO SOUSA, Glécia Maria; DE AQUINO, Cláudia Maria Sabóia. DIAGNÓSTICO GEOAMBIENTAL E SOCIOECONÔMICO DO MUNICÍPIO DE SANTO ANTÔNIO DE LISBOA/PIAUÍ. Geoambiente On-line, n. 44, p. 91-113, 2022

DE MEDEIROS, Raimundo Mainar. BALANÇO HÍDRICO E O AQUECIMENTO NO MUNICÍPIO DE CARUARU–PE, BRASIL. REVISTA EQUADOR, v. 7, n. 2, p. 126-146, 2018. Econômico. [S.1.1. 2018.

EMBRAPA SOLOS. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco/José Coelho de Araújo Filho.... [et al.]: Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2018. Sistema Brasileiro de Classificação de Solo, 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa.

IBGE. Estimativa Populacional 2022. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2022.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2012. Manual técnico da vegetação brasileira. Manuais técnicos em geociências. IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2013. Manual Técnico de Uso e Cobertura da Terra. Manuais técnicos em geociências.

ISACHENKO, G. A. (2007). Long-term conditions of taiga landscapes of European Russia. In K. N. Isachenko, G. A. Structure and Long-Term Dynamics of Landscape as a Reflection of the Natural Processes and History of Nature Use: The Example of the Northwest of European Russia. Landscape Patterns in a Range of Spatio-Temporal Scales, Landscape, Series 26, 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-31185-8_17

ISACHENKO, G.A.; CAVALCANTI, L. Some results of research on the landscape of CaatingaKÖPPEN, W.; GEIGER, R. “Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes”. Wall-map 150cmx200cm. 1928.

MAPBIOMAS. Coleção 6.0 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil, Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR Acesso: 01 out. 2022.

MAPBIOMAS. Plataforma Map Biomas.Disponível em https://plataforma.brasil.mapbiomas.org/cobertura. Acesso em 20 de novembro de 2022.

MEDEIROS, R. M. Planilhas do Balanço Hídrico Normal segundo Thornthwaite & Mather (1955). s.n. 2016.

MEDEIROS, R.M.; HOLANDA, R. M.; VIANA, M. A.; SILVA, V. P. Climate classification in Köppen model for the state of Pernambuco - Brazil. REVISTA DE GEOGRAFIA (RECIFE). , v.35, p.219 - 234, 2018.

North-Eastern Brazil. Eds.: V.B. Mikhno [et al.]. Proceedings of the XIII International landscape conference, is dedicated to the 100th anniversary of the birth of F.N. Milkov, Voronezh, 14-17 May 2018. Voronezh: ISTOKI, Vol. 1. 2018. p.355-357. (em russo).

PERNAMBUCO. Pernambuco Tridimensional. Secretaria de Desenvolvimento

SANTOS, L. J. C; OKA-FIORI, C; CANALLI, N. E; FIORI, A. P; SILVEIRA, C. T; SILVA, J. M. F. (2007). Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. Revista Brasileira de Geociências.Volume 37, n.4, dezembro de 2007. p.812-820

SIBCS. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos / Humberto Gonçalves dos Santos … [et al.]. – 5. ed., rev. e ampl. − Brasília, DF : Embrapa, 2018.

SILVA, S. F. Zoneamento Geoambiental com auxílio de lógica fuzzy e proposta de um geoindicador para caracterização do meio físico da bacia do rio do Peixe.SãoCarlos/SP, 2005. (Tese de Doutorado)

SOARES, F. M. (2007). Diagnóstico geoambiental da bacia do Litoral no Ceará. Mercator– Revista de Geografia da UFC, ano 06, número 11.http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/61

SOTCHAVA, V. B. (1977). O estudo dos geossistemas. Métodos em Questão. São Paulo, n. 6,1977. 50p. Tradução Olga Cruz – Caderno de Ciências da Terra. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, no13, 1972.

ZAPE Digital. Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco. Recife, 2001. CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 35).

A importância do Parque Estadual das Trilhas na promoção dos serviços ecossistêmicos: a percepção ambiental da comunidade do entorno

The importance of Parque Estadual das Trilhas for the promotion of ecosystem services for the environmental perception of the surrounding community

Marcos Henrique Batista Monteiro
Universidade Federal da Paraíba
0009-0009-0715-1761
marcoshenrique23bm@gmail.com

Henrique Elias Pessoa Gutierres
Universidade Federal da Paraíba
0000-0003-0220-3410
hepg86@hotmail.com

Joel Silva dos Santos
Universidade Federal da Paraíba
0000-0002-8068-630X
joelgrafia.santos@gmail.com

Allan Yu Iwama
Universidade Federal da Paraíba
0000-0003-1707-8392
allan.iwama@gmail.com

Resumo: As Unidades de Conservação possuem importância na promoção dos serviços ecossistêmicos, pois conservam áreas verdes representativas dos ecossistemas, protegem a biodiversidade da região e proporcionam a relação sociedade-natureza. Este trabalho teve como objetivo principal compreender a percepção ambiental dos estudantes em relação aos Serviços Ecossistêmicos promovidos pelo Parque Estadual das Trilhas para a população na Escola Estadual Benedita Targino Maranhão, localizada nas proximidades do Parque , em João Pessoa/PB. Foram realizados, levantamento bibliográfico, reconhecimento e a caracterização geográfica do Parque das Trilhas. Foram desenvolvidos trabalhos de campo e levantamento fotográfico. A percepção ambiental da população do entorno foi identificada a partir de um questionário, com a participação de 18 discentes da escola. Os resultados apontam a importância do Parque na proteção ambiental, ações de educação ambiental e atividades de campo junto à comunidade local, e a necessidade da manutenção dos serviços ecossistêmicos em áreas de interesse turístico e especulação imobiliária.

Palavras-chave: Educação Ambiental; Serviços Ecossistêmicos; Unidades de Conservação

Abstract: Conservation Units are important in promoting ecosystem services, as they preserve green areas representative of ecosystems, protect the region's biodiversity and promote the society-nature relationship. The main objective of this work was to understand the environmental perception of students in relation to the Ecosystem Services promoted by Parque Estadual das Trilhas for the population at Escola Estadual Benedita Targino Maranhão, located close to the Park, in João Pessoa/PB. A bibliographical survey, recognition and geographical characterization of Parque das Trilhas were carried out. Fieldwork and photographic surveys were carried out. The environmental perception of the surrounding population was identified through a questionnaire, with the participation of 18 students from the school. The results point to the importance of the Park in environmental protection, environmental education actions and field activities with the local community, and the need to maintain ecosystem services in areas of tourist interest and real estate speculation

Keywords: Conservation Units; Ecosystem Services; Environmental education.

Introdução

O crescimento populacional das médias e grandes cidades têm impacto direto no processo de formação e expansão das áreas urbanas ao longo dos anos. Diante desse aumento acelerado dos ambientes urbanos, a quantidade de áreas verdes tem apresentado uma redução crescente de seus remanescentes. Segundo Caporusso e Matias (2008, p.72 e p.73), “a partir da urbanização, o meio natural é substituído por centros de concentração humana, onde o espaço está organizado para permitir a sobrevivência do homem.” Tal substituição apresenta riscos imensuráveis para a biodiversidade e a geodiversidade locais, sendo este definido por Silva (2008 p.12) apud Eberhard (1997) como “a diversidade natural entre aspectos geológicos, do relevo e dos solos”, devido às práticas antropogênicas negativas, a exemplo do intenso desmatamento, queimadas, ocupações irregulares, poluição hídrica e de resíduos, além de outras ações humanas que implicam diretamente na degradação das áreas verdes, resultando na destruição de habitats naturais de algumas espécies, acarretando, assim, o desequilíbrio ambiental, que pode trazer implicações futuras irreversíveis para o meio ambiente.

A promulgação da Lei Federal nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), vem contribuindo para a amenização dos impactos oriundos dos ambientes urbanos. A lei estabelece a criação das Unidades de Conservação e define seus objetivos como espaços destinados à preservação da natureza com o uso direto ou indireto dos recursos disponíveis, criando áreas de conservação, diversidade biológica, geodiversidade, restituição de ecossistemas, bem como a garantia da subsistência das populações tradicionais residentes no interior de algumas categorias de UCs, além de ter uma relação de harmonia e cumplicidade com a população do entorno.

Nesse contexto, a valorização e a gestão dessas áreas protegidas são de essencial importância para a manutenção do bem estar social, pois resultam em diferentes benefícios para a população através dos serviços ecossistêmicos promovidos por elas. Sendo assim:

> [...] a abordagem dos serviços ecossistêmicos na criação e gestão de UCs reconhece a ampla gama de benefícios que as mesmas proporcionam e a importância dos interesses múltiplos e frequentemente conflitantes dos atores sociais em sua gestão (BALDIM, 2022, p.55 apud GARCÍA-LLORENT et al., 2018).

A implementação e a gestão das Unidades de Conservação possuem um caráter de proteger não só a fauna, flora e os recursos naturais desses territórios, mas também preservar os serviços ecossistêmicos que elas proporcionam para o ecossistema e, consequentemente, para a população em geral. Destaca-se assim, a importância das Unidades de Conservação localizadas em áreas urbanas que são essenciais para proporcionar mecanismos de

regulação da qualidade do ar, recarga hídrica e outros aspectos que estão interligados ao conceito de serviços ecossistêmicos.

Dessa forma, o Parque Estadual das Trilhas é uma Unidade de Conservação localizada na cidade de João Pessoa e possui aspectos essenciais para o desenvolvimento sustentável e manutenção do bem-estar da população local. Nesse contexto, o objetivo foi compreender a percepção ambiental dos estudantes em relação aos Serviços Ecossistêmicos promovidos pelo Parque Estadual das Trilhas. A partir da aplicação de um questionário para os alunos da Escola Estadual Benedita Targino Maranhão localizada próxima ao referido parque estadual.

A Importância das Unidades de Conservação

As áreas verdes assumem extrema importância para o equilíbrio ambiental e sustentabilidade, contribuindo para a redução de temperatura, para o balanço hídrico, preservação da biodiversidade da região, entre outros aspectos que beneficiam o ecossistema, sejam em áreas rurais ou urbanas. Os serviços ecossistêmicos promovidos por essas áreas potencializam o bem-estar humano, como destacado a seguir:

> [...] da mais alta importância para a qualidade da vida urbana. Elas agem simultaneamente sobre o lado físico e mental do Homem, absorvendo ruídos, atenuando o calor do sol; no plano psicológico, atenua o sentimento de opressão do Homem com relação às grandes edificações; constitui-se em eficaz filtro das partículas sólidas em suspensão no ar, contribui para a formação e o aprimoramento do senso estético, entre tantos outros benefícios (LOBODA, 2003 apud SOUZA, 2011, p.29).

Verifica-se o papel fundamental dessas áreas para a promoção da qualidade de vida através dos Serviços Ecossistêmicos. Entretanto, pela crescente urbanização desenfreada, tais áreas são colocadas em risco, como bem explica Souza (2012, p.17):

> […] a expansão urbana resulta, geralmente, em desmatamento - em primeira instância e ocupação do solo e impermeabilização - em segunda instância -, o que provoca alterações nos padrões das relações entre os processos hidrológicos, especialmente nos processos de infiltração e interceptação. O desdobramento inevitável é a degradação, sendo que a dos recursos hídricos é precedida pela dos recursos florestais, dos quais depende a produção de água em qualidade e quantidade. (Souza, 2012, p.17)

Sendo assim, é preciso compreender a diversidade de objetivos quando se almeja criar uma unidade de conservação. Logo, as UCs dividem-se em dois grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. O primeiro grupo caracteriza-se pela admissão do uso indireto dos seus recursos naturais, enquanto que o segundo compatibiliza

a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais, permitindo o uso de forma direta.

Segundo Fonseca, Lamas e Kasecker (2010, p.18), “a função das áreas protegidas e o seu papel na sociedade mudaram ao longo dos anos, mas basicamente esses espaços são uma resposta cultural às ameaças sofridas pela Natureza, sua exuberante flora e fauna e belezas cênicas”. A partir dessa colocação, considerando que as UCs constituem um tipo de área protegida, as mesmas podem ser definidas como os espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000). Medeiros e Garay (2006, p.160) explicam que a criação de espaços protegidos

> [.] pode ser considerada uma importante estratégia de controle do território que visa a estabelecer limites e dinâmicas próprios de uso e ocupação. Tal controle, assim como os critérios de uso que o sustentam, responde frequentemente à valorização dos recursos naturais existentes não somente econômica, como também cultural, espiritual ou religiosa e, também, à necessidade de resguardar biomas, ecossistemas e espécies raras ou ameaçadas de extinção (MEDEIROS; GARAY, 2006, p.160).

Como enfatizado ao longo do texto, a conservação dos recursos naturais é uma prerrogativa essencial por implicar diretamente na sua utilização em diferentes vertentes, servindo para a manutenção da fauna e flora na região, a conservação do habitat marinho e na amplificação dos ciclos biogeoquímicos nos ecossistemas das Unidades de Conservação. Segundo Pina e Ferreira (2010, p.5), “a bacia hidrográfica, por ser a unidade territorial de planejamento preconizada pela lei, abriga diversos processos geoambientais materializados em ecossistemas e biomas”. Logo, a preservação e a manutenção dos aspectos naturais que promovem o equilíbrio ambiental e proporcionam grande diversidade biológica nas Unidades de Conservação são essenciais, conforme a explicação de Hassler (2005, p.87).

> Os benefícios aos seres humanos provenientes das chamadas áreas protegidas vão além daqueles oriundos da conservação da biodiversidade. Baseando-se nas medidas de criação das Unidades de Conservação e na preservação natural daí proveniente, pode-se citar como exemplos a conservação dos recursos hídricos e das belezas cênicas, a proteção de sítios históricos e/ou culturais, a manutenção da fauna silvestre e da qualidade do ar e da água, além da ordenação do crescimento econômico regional, entre outros.(HASSLER, 2005, p.87)

O conceito de serviços ecossistêmicos é relacionado por colaborar na manutenção do bem estar e qualidade de vida da sociedade humana, sendo tais serviços essenciais para o equilíbrio e desenvolvimento do ecossistema local.

Serviços Ecossistêmicos

De acordo com Muñoz e Freitas (2016, p. 91), “os serviços ecossistêmicos são considerados como os benefícios diretos e indiretos obtidos pelo homem a partir do funcionamento dos ecossistemas".

> ”Pode ser colocada ênfase na consideração de diversos valores dos PCN (Nature’s contributions to people) para informar políticas e práticas quotidianas, por exemplo, em alimentos para consumo humano e animal; na proteção dos processos evolutivos da biodiversidade e do funcionamento contínuo dos ecossistemas; ou em honrar a Terra como um ser vivo sagrado ou em manter relações harmônicas entre as pessoas e a natureza”. (PASCUAL, 2017, p. 9)

Diante disso, é possível notar a importância que eles exercem para a população. Nesse contexto, segundo a Lei Federal nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021, que instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, os serviços ecossistêmicos podem ser classificados nas seguintes modalidades: serviços de provisão, serviços de regulação e serviços de cultura.

Os serviços de provisão são categorizados como aqueles que fornecem bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização (tais como água, alimentos, madeira, fibras e extratos, entre outros). Ademais, os serviços de regulação possuem uma função de manutenção do equilíbrio ecossistêmico (regulação da qualidade do ar, polinização, regulação do clima, regulação da água entre outros), que permitem a natureza se manter em equilíbrio e, consequentemente, gerar o bem estar social na população humana e das espécies de animais que vivem na natureza. E, por último, existem os serviços culturais, que segundo a citada lei, são benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo, da identidade cultural, de experiências espirituais e estéticas e do desenvolvimento intelectual, dentre outros. Portanto, compreende-se que os serviços ecossistêmicos permitem a integração dos diferentes meios que compõem o ambiente (meio físico, meio biótico e meio antrópico), sendo pensados de forma integrada, a exemplo do entendimento de Silva et al. (2018).

> É indispensável, no que tange à avaliação do meio ambiente, que todos os aspectos naturais, bióticos e abióticos, sejam considerados. Assim, a união dos estudos, por meio dos serviços ecossistêmicos, pode ser facilitadora do processo de interpretação ambiental e uma ferramenta poderosa nas ações de manejo e conservação da natureza (SILVA, MANSUR; NASCIMENTO, 2018,p. 706).

Desse modo, o aprofundamento em relação aos aspectos naturais e as suas contribuições para o ecossistema, se interliga ao conceito de área protegida por justamente

propor alternativas de preservação e potencialização dos serviços ecossistêmicos. Diante dessa perspectiva, as Unidades de Conservação são locais que proporcionam uma grande variedade de serviços de provisão, regulação e culturais, principalmente para as comunidades do entorno.

> Alguns dos benefícios da natureza para as pessoas não requerem intervenção (ou intervenção mínima) da sociedade para serem produzidos. Por exemplo, a produção de oxigénio e a contribuição para a regulação da temperatura da Terra pelos organismos fotossintéticos; a regulação da quantidade e qualidade dos recursos hídricos pela vegetação; protecção costeira através de recifes de coral e mangais; e o fornecimento direto de alimentos ou medicamentos por animais selvagens, plantas e microrganismos (DIÁZ, 2015, p.6).

Nesse contexto, o Parque Estadual das Trilhas já proporciona diversos serviços, no entanto, a crescente urbanização desenfreada impacta diretamente na promoção dos serviços ecossistêmicos. A ocorrência de atividades antropogênicas, como ocupações ilegais em áreas dentro do Parque Estadual das Trilhas, poluição hídrica e queimadas prejudicam o ecossistema da região. Além disso, o poder público implementou a criação de rodovias, como a PB 008 e a construção de uma obra de ligação entre a mesma e o bairro de Mangabeira, que corta o Parque Estadual das Trilhas, ocasionando a interceptação de trechos de riacho contido no perímetro do parque e o desmatamento de parte da vegetação natural. Contudo, mesmo diante de tal cenário, é possível notar o papel primordial do parque na promoção dos serviços ecossistêmicos para a população, que precisa ser sensibilizada e conscientizada para que esses benefícios permaneçam ao longo do tempo (MUÑOZ; FREITAS, 2016).

A Educação Ambiental nas Unidades de Conservação voltada para a comunidade do entorno

A educação tem papel importante na transmissão de conhecimentos sobre diferentes vertentes para grupos sociais diversificados. Diante disso, a educação ambiental se destaca por possuir o papel de consolidação das temáticas ambientais como conservação, biodiversidade, geodiversidade, recursos naturais, alterações climáticas, entre outras, para o público em geral (comunidade) e alunos (escola). Essa vertente da educação propõe diferentes possibilidades de aprendizagem, internamente e externamente a escola, que não coloca o aprendiz apenas como receptor de informações, mas que constrói seu conhecimento fazendo relações. Sendo um dos papéis do professor, possibilitar as interações para o aluno reorganizar seu conhecimento e suas ações (SILVA, 2006).

As unidades de conservação são espaços onde a educação ambiental pode ser uma ferramenta de ação pedagógica de grande importância, auxiliando na assimilação dos conhecimentos e na maior conscientização ambiental. Logo, a sensibilização da sociedade

para a importância das unidades de conservação deve ser algo constante. Tendo a educação ambiental um papel centrado no alerta e no desenvolvimento do pensamento crítico em relação aos problemas ambientais, podendo ser de escala global, regional e até realidade local. Possibilitando que as comunidades possam ter uma participação maior nas decisões e na manutenção do equilíbrio ambiental da sua região e, consequentemente, propiciando uma melhor qualidade de vida para a população a partir da manutenção e conservação das áreas protegidas (QUEIROZ; QUINTANILHA, 2020).

Metodologia

Caracterização da área de estudo - Parque Estadual das Trilhas

O Parque Estadual das Trilhas, localizado na cidade de João Pessoa - PB, foi criado pelo Decreto Estadual nº 37.653, no ano de 2017. A Figura 1 apresenta os limites do município de João Pessoa e a inserção do Parque Estadual das Trilhas (área verde indicada pela seta).

Figura 1 – Localização no Parque Estadual das Trilhas no município de João Pessoa.

Fonte: Filipeia/SIGWEB, 2023.

O parque foi concebido a partir da incorporação de parte das áreas de três parques estaduais que existiam anteriormente: Parque do Aratu, Parque da Mata de Jacarapé e o Parque das Trilhas dos Cinco Rios. Essa junção resultou na formação do maior reduto de Mata Atlântica em área urbana da Paraíba, com uma área de 578,5 hectares de extensão. Na Figura 2 são delimitados os limites do Parque Estadual das Trilhas e a sua proximidade com a área urbanizada de João Pessoa, bem como os terrenos do Polo Turístico Cabo Branco, que estão localizados entre os fragmentos do parque, próximos à praia.

Figura 2 – Delimitação do Parque Estadual das Trilhas.

Fonte: Filipeia/SIGWEB, 2023.

O parque é cortado pelos rios Aratu, Jacarapé, Mangabeira, Cuiá e os riachos Estivas e Sanhavá, que contribuem para o abastecimento hídrico e o equilíbrio ambiental da área do parque, o que impacta diretamente na vida da população que vive da pesca e de atividades voltadas ao turismo local. A Figura 3 e 4 denotam, respectivamente, o rio Aratu e o rio Cuiá no interior do Parque Estadual das Trilhas, com o Centro de Convenções indicado pela seta ao fundo da Figura 3.

Figura 3 – Trecho do Rio Aratu e ao fundo o Centro de Convenções.

Fonte: Atividade de Campo (Mar/2023).

Figura 4 – Foz do Rio Cuiá.

Fonte: Atividade de Campo (Mar/2023).

Próximos ao parque estão localizados bairros como Penha e as comunidades de Jacarapé e do Aratu, onde moradores locais utilizam-se dos recursos naturais de forma direta ou indireta para subsistência e comercialização. Com isso, para que os aspectos positivos dessa área se perpetuem ao longo do tempo, são necessárias ações de fiscalização dos órgãos competentes que fazem o gerenciamento da área e também dos próprios moradores locais para a preservação dos recursos naturais da região. Daí a importância da conscientização ambiental da comunidade do entorno na conservação dos recursos e manutenção do bem estar social proporcionado pelo Parque Estadual das Trilhas através dos serviços ecossistêmicos.

Procedimentos metodológicos

Inicialmente foi realizado o levantamento bibliográfico da temática em questão, e a caracterização geográfica do parque. Para o reconhecimento e caracterização da área de estudo, foram realizados trabalhos de campo e levantamento fotográfico aéreo com uso de drone.

Para verificar a percepção ambiental da população do entorno, foi elaborado e aplicado um questionário junto aos discentes da Escola Estadual Benedita Targino Maranhão, localizada no bairro da Penha em João Pessoa. O objetivo foi compreender a percepção ambiental dos estudantes em relação aos serviços ecossistêmicos promovidos pelo Parque Estadual das Trilhas. Diante disso, o questionário proposto foi desenvolvido com a divisão de três seções:

- Perfil Socioeconômico: foram questionados sobre as características sociais e econômicas do público participante do projeto, ou seja, dos estudantes e suas famílias;
- Conhecimentos sobre Educação Ambiental: foram coletadas informações sobre os aspectos ambientais vivenciados na escola, com foco nos temas de Unidades de Conservação, Serviços Ecossistêmicos e Conflitos socioambientais;
- Conhecimentos sobre o Parque Estadual das Trilhas: foram coletadas informações sobre os aspectos ambientais e as possibilidades de aproveitamento do Parque.

A partir da análise de 18 questionários respondidos pelos estudantes, onde inicialmente a estimativa esperada acerca de temas como Serviços Ecossistêmicos, Unidades de Conservação e o Parque Estadual das Trilhas, era que a percepção ambiental fosse estimulada, sendo possível obter uma visão geral dos conhecimentos dos alunos sobre estudos relação a tais temas.

Vale destacar que todas essas ações foram desenvolvidas ao longo do Projeto de Extensão “A importância das Unidades de Conservação na promoção da sustentabilidade

socioambiental” (PROEX/UFPB), desenvolvido entre agosto de 2022 e julho de 2023, pelo Laboratório de Planejamento e Gestão Ambiental da Universidade Federal da Paraíba (LAPLAG/UFPB).

Resultados e Discussões

Identificação dos Serviços Ecossistêmicos

A partir das definições dos serviços ecossistêmicos, como desenvolvido anteriormente, os mesmos podem ser divididos em três categorias: provisão, regulação e cultural. Sendo categorias que podem ser evidenciadas em diferentes locais de dimensões ambientais e sociais, contribuindo para o bem-estar humano e a manutenção da qualidade de vida de todas as espécies do globo.

Nesse contexto, o Parque Estadual das Trilhas promove diversos serviços ecossistêmicos que, devido a processo de urbanização e a diminuição das áreas verdes, se fazem ainda mais necessários para o desenvolvimento de duas das três categorias dos serviços, que são os de regulação e os culturais, pois o parque permite apenas a utilização dos seus recursos naturais de forma indireta, restringindo a utilização dos serviços de provisão, que consistem no fornecimento de bens ou produtos ambientais utilizados pelo ser humano para consumo ou comercialização. Na Figura 5 observa-se o rio Cuiá e a vegetação característica do parque e a sua importância na proteção do solo contra a erosão, caracterizando um exemplo de serviço ecossistêmico de regulação. Além da proteção contra a erosão do solo, destaca-se a vegetação como um dos principais fatores que influenciam na regulação térmica da região, corroborando para a utilização das áreas verdes como habitat de espécies da fauna e para a manutenção do bem-estar social.

Figura 5 – Entrada do rio Cuiá no Parque Estadual das Trilhas (próximo a Estação de Tratamento de Esgoto da CAGEPA).

Fonte: Atividade de Campo (Mar/2023).

Diante disso, no Parque Estadual das Trilhas, denota-se a relação existente com essa categoria dos serviços com a manutenção dos processos naturais existentes no ambiente.

Assim como está previsto no Decreto de criação do parque, objetivos que remetem aos serviços ecossistêmicos de regulação promovidos pela Unidade de Conservação:

> I - assegurar a preservação dos recursos naturais e da diversidade biológica;
> III - garantir a conservação das populações de flora e fauna, especialmente as ameaçadas de extinção, através da sua proteção e ações de manejo;
> IV - garantir a conservação das porções dos rios Cuiá, Jacarapé, Aratu, Mangabeira, Mussuré, e dos riachos Estivas e Sanhavá, inseridos dentro do seu limite e na sua Zona de Amortecimento;
> V - proteger o remanescente florestal para garantir a manutenção do microclima da cidade de João Pessoa;

Por isso, quando é observada a estabilidade da qualidade do ar, regulação do clima e da água, diminuição da erosão do solo, diminuição do desenvolvimento de doenças da população na região, a polinização, entre outros aspectos, estes estão relacionados à regulação e o desenvolvimento dos aspectos naturais da região, são remetidos a serviços ecossistêmicos de regulação. Ademais, contribuem para a redução de ameaças naturais como enchentes e no aspecto social promovem a manutenção do bem-estar da população, exercendo um papel essencial para a preservação dos aspectos naturais da região e promovendo o desenvolvimento sustentável.

A Figura 6 evidencia a lagoa de Jacarapé, local que contribui com diversos serviços ecossistêmicos, como a regulação do ciclo da água e regulagem do clima atrelados também ao abastecimento hídrico, que contribuem para a biodiversidade na região. Ademais, a sua utilização como área de lazer e local de estudo de pesquisas científicas e educacionais no Parque Estadual das Trilhas, evidencia, assim, a sua importância a partir da promoção de diversos serviços ecossistêmicos de regulação e culturais, cumprindo e mantendo desse modo os objetivos previstos no Decreto de criação do Parque Estadual das Trilhas.

Figura 6 – Rio Jacarapé nas proximidades da rodovia PB-008.

Fonte: Atividade de Campo (Mar/2023).

Já os serviços ecossistêmicos culturais remetem a utilização das Unidades de Conservação como forma de constituir benefícios não materiais providos pelos ecossistemas, por meio da recreação, do turismo, da identidade cultural, de experiências espirituais e

estéticas e do desenvolvimento intelectual. Obtendo, assim, a relação sociedade-natureza, onde a população local tem a compreensão da importância da região para o ecossistema, resultando numa maior consciência de preservação dessas áreas verdes. Nesse contexto, o desenvolvimento de atividades em prol da população local e de visitantes é essencial para existir o contato e o sentimento de pertencimento ao lugar e a transmissão de conhecimentos culturais e naturais. Logo, podendo a população usar os recursos naturais do Parque Estadual das Trilhas para subsistência com atividades turísticas, educacionais e de recreação. Como exemplo, a foz do rio Jacarapé, que é um dos principais apelos turísticos da região. Bizerra (2013, p.49), sobre o cenário encontrado na praia de Jacarapé, explica que “a partir da instalação de bares e moradias de pescadores, após a construção da rodovia litorânea PB-008, o lazer tornou-se uma fonte de atração para visitantes.” A partir da iniciativa da população local, bares e restaurantes recebem os turistas que visitam a região em busca de mergulhar tanto nas águas do rio quanto nas águas do mar.

Nesse contexto, a Figura 7 retrata a utilização turística da foz do rio Jacarapé por banhistas e comerciantes, colaborando para a relação mútua de sociedade-natureza. Tal realidade incentiva o contato e a participação por parte da população local com o Parque Estadual das Trilhas, a partir de atividades como o comércio e a prestação de serviços turísticos que complementam a renda familiar, recreação e atividades educacionais dos habitantes locais. A percepção ambiental dos aspectos naturais presentes no Parque vai se desenvolvendo informalmente com as vivências da população local e visitantes, contribuindo para a visão de preservação e sustentabilidade.

Ademais, existe a utilização de trechos do parque para atividade como trilhas, arborismo, orientação com bússola, exercícios em corda, rapel, boulder, passeios de caiaque no mangue e nos corais, slackline, highline, tirolesa, ascensão em corda e trilhas a pé. O "Quintal do Eber" é um projeto localizado na praia de Jacarapé, idealizado e criado pelo mecânico industrial Daniel Eber e por mais três estudantes.

Figura 7 – Foz do rio Jacarapé e a sua utilização com atividades turísticas e de lazer.

Fonte: Atividade de Campo (Mar/2023).

Na Figura 8 é possível observar a realização de passeios de caiaque no mangue realizados pelo projeto Quintal do Eber, que é uma iniciativa que relaciona a natureza com lazer e esporte, introduzindo alternativas sustentáveis para a prática das atividades ao ar livre e incentivando o desenvolvimento de práticas sustentáveis e a conservação dos aspectos naturais. A iniciativa usa o esporte para despertar o pensamento crítico sobre assuntos relacionados à preservação do meio ambiente, que estão diretamente ligados ao contexto local. O projeto tem como objetivo proporcionar à população local e aos visitantes o contato com a natureza e promover o aumento de visitas à praia de Jacarapé.

Figura 8 – Atividade realizada no Projeto Quintal do Eber.

Fonte: Instagram (@quintaleber)

Percepção Ambiental dos estudantes sobre Serviços Ecossistêmicos

Como retratado anteriormente, as Unidades de Conservação podem ser definidas em termos mais gerais como berços de proteção à biodiversidade e recursos naturais, servindo como espaços propícios para o desenvolvimento de atividades educacionais, lazer e turísticas para as populações, especialmente para as comunidades próximas.

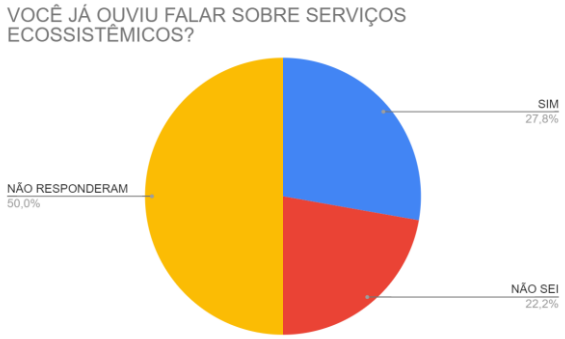
> [...] especialmente a categoria Parques, representam um espaço de excelência para um trabalho efetivo ancorado nas premissas dessa vertente educacional, uma vez que a vivência in loco nos aproxima da realidade, possibilitando a ampliação das fronteiras do conhecimento (QUEIROZ; QUINTANILHA, 2020, p.149).

A partir da afirmação de Queiroz e Quintanilha (2020), compreende-se que a educação ambiental contribui para a relação sociedade-natureza, pois a mesma vai se desenvolvendo em uma relação mútua de benefícios, resultando na sustentabilidade e na preservação dos recursos naturais atrelados aos conhecimentos adquiridos e atividades realizadas pela população na natureza e que podem ser enriquecidos, a partir da existência de uma unidade de conservação na região.

Diante dessa perspectiva, foram aplicados dezoito questionários com alunos das turmas do ensino médio (com curso técnico integrado de “Guia de Turismo”) de uma escola estadual no bairro da Penha (distante 1km do parque), com faixa etária de 14 a 17 anos.

Ao analisar o perfil socioeconômico dos respondentes, identificou-se que a renda familiar da maioria é de menos de um salário mínimo, evidenciando uma realidade de pobreza desse público escolar. Além disso, os estudantes residem em localidades como os bairros da Penha e Portal do Sol e a comunidade Jacarapé, sendo a maioria das moradias localizadas próximas ao Parque Estadual das Trilhas, fazendo-os parte da parcela da população que é impactada diretamente pelas ações realizadas no parque. Contribuindo, assim, para a utilização dos serviços ecossistêmicos de forma direta ou indireta promovidos pelo parque na vida das famílias dos estudantes. No questionário foram contempladas questões visando identificar os conhecimentos sobre o conceito e os exemplos de serviços ecossistêmicos, buscando entender a percepção dos estudantes em relação a um tema que está inserido no cotidiano da população local. Diante disso, houve a elaboração de perguntas como: “Você já ouviu falar sobre Serviços Ecossistêmicos? Poderia citar algum exemplo?” (Figura 9).

Figura 9 – Resultado das respostas dos estudantes.



Fonte: Trabalho de campo (Mar/2023).

Entre os 18 questionários respondidos, metade, ou seja, 9 alunos não responderam, 4 alunos não souberam responder, enquanto 5 responderam “sim” e deram os seguintes exemplos:

- “Sobre a energia solar”
- “A transferência de energia, a ciclagem de nutrientes”
- “Já ouvi falar, mas não sei o que significa ao certo”
- “Provisão e regulação”
- “Turbinas eólicas”

Ao analisar as respostas, foi obtido que uma grande parcela dos respondentes teve dificuldades em relação aos conhecimentos sobre o significado do termo, ocasionando grande quantidade de respostas negativas e sem respostas. Evidenciando uma realidade em que as temáticas ambientais são desenvolvidas com pouca ênfase para esses estudantes, contribuindo para a falta de conhecimento sobre a importância dos serviços ecossistêmicos e os benefícios que são gerados para a população, que no contexto da região é essencial para

o desenvolvimento da consciência ambiental. E quando questionados sobre a importância dos serviços ecossistêmicos (“Qual a importância dos serviços ecossistêmicos?”), doze alunos não responderam, dois alunos responderam “não sei” e quatro alunos responderam:

> “Para ajudar o ecossistema”
>
> “São essenciais para a sobrevivência humana e ambiental” (duas pessoas responderam)
>
> “Não sei sinceramente acho que pra gerar algo orgânico”

Observa-se que, por não reconhecerem o conceito de Serviços Ecossistêmicos, existe ainda mais dificuldade na elaboração da sua importância para a região, pois uma pequena parcela compreende brevemente alguns aspectos em relação ao tema, porém longe do cenário ideal de aprendizagem sobre o assunto. Diante disso, a percepção dos estudantes sobre a relação dos serviços ecossistêmicos e o Parque Estadual das Trilhas em contexto local acaba não sendo bem desenvolvida como denotada na seguinte pergunta: “O Parque das Trilhas proporciona serviços ecossistêmicos? Quais?”

Dentre as respostas, a maior parcela dos alunos, ou seja, 14 alunos não responderam, dois responderam “não sei” e outros dois alunos responderam (“Suponho que sim”; “Limpeza do Trilhas”). Fica evidente a dificuldade de associar a realidade local do parque com os serviços ecossistêmicos promovidos pelo mesmo para a população local. Diante disso, é importante destacar a necessidade da educação ambiental para as comunidades do entorno de Unidades de Conservação.

> Uma das formas que se pode destacar para a aproximação e compromisso da população, em relação às áreas protegidas, é fazê-la pensar sobre a UC, os benefícios diretos e indiretos que ela apresenta para o local e o papel de cada cidadão na sua conservação, ou seja, buscar a percepção ambiental que as pessoas têm sobre a UC (BRESOLIN, 2010, p.105).

Diante disso, o compromisso da população em relação à preservação das UCs é benéfico para todas as partes. Podendo ser disponibilizadas oficinas temáticas por meio do ecoturismo na região que busca fomentar, de forma sustentável, o patrimônio natural e cultural, incentiva sua conservação e busca a formação de uma consciência ambiental por meio da interpretação do ambiente, promovendo o bem-estar das populações. Nessa realidade, temáticas como serviços ecossistêmicos precisam ser abordados em ambientes escolares próximos a Unidades de Conservação para um maior conhecimento do assunto.

Segundo Martins Neto (2022 p.15), “o eixo biodiversidade e serviços ecossistêmicos, além do bem-estar arraigado a esta interface, são necessários mecanismos que tornem possíveis usufruir dos benefícios da natureza no futuro”. Nessa realidade, as Unidades de

Conservação possuem um papel primordial na elaboração e elucidação das temáticas ambientais para a transmissão de conhecimentos para os alunos.

O Parque Estadual das Trilhas é um lugar destinado não só para a preservação e proteção de fauna, flora, recursos hídricos, falésias, mangues e demais recursos naturais, mas também pode ser gerenciado para o desenvolvimento de atividades educacionais e de pesquisa científica, onde a população local pode se beneficiar com atividades educacionais e recreativas na área para fomentar a relação população-natureza.

Entretanto, a atual realidade do Parque Estadual das Trilhas impossibilita um maior desenvolvimento de atividades de lazer e de turismo ecológico, devido a falta de infraestrutura física para receber visitantes, de plano de manejo e conselho consultivo, cercamento incipiente e incompleto, regularização fundiária, além da necessidade de ações de fiscalização por parte do órgão gestor (Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA). Além disso, o poder público tem realizado obras na região que interferem diretamente nos aspectos naturais do parque, como, por exemplo, a existência da rodovia PB-008, que corta o parque e os leitos dos rios Aratu, Jacarapé e Cuiá. Atualmente, encontra-se em fase de finalização uma obra viária que cruza o leito do riacho Sanhavá (afluente do rio Cuiá) e que vai interligar a rodovia PB-008 e o bairro de Mangabeira (figura 10). Além do Centro de Convenções de João Pessoa e o início da construção dos resorts, parque aquático e outros empreendimentos do Polo Turístico Cabo Branco, de iniciativa do governo estadual.

Figura 10 – Obra viária, de iniciativa do governo estadual, ligando a rodovia PB-008 ao bairro de Mangabeira.

Fonte: Atividade de Campo (Mar/2023).

Por fim, vale destacar mais uma preocupação em relação a integridade do parque, já que a urbanização avança no perímetro da UC, como bem destaca Oliveira (2018, p.59 e p.60), quando afirma que “a área vem sofrendo com o avanço desordenado do tecido urbano, o que inclui ocupações irregulares, as quais podem, diante da falta de planejamento e disciplinamento do uso e ocupação do solo, vir futuramente a comprometer a função ambiental dos ecossistemas.

Portanto, a realidade atual, mesmo sem a implantação e a devida gestão do parque pelo poder público, corrobora que o Parque Estadual das Trilhas proporciona serviços ecossistêmicos de regulação e culturais, denotando a sua importância na manutenção do bem estar social e da vida silvestre na região. Contudo, o seu papel social poderia ser ainda maior a partir de uma melhor gestão, resultando num maior controle das atividades antropogênicas através de uma fiscalização mais rigorosa e a elaboração e o planejamento de ações de educação ambiental na região para aproximar a população do entorno, especialmente a comunidade das escolas dos bairros próximos.

Considerações Finais

As Unidades de Conservação desempenham funções de extrema importância para a preservação das áreas verdes, biodiversidade e a promoção dos serviços ecossistêmicos, que geram benefícios para a população local em diferentes aspectos do seu cotidiano. Nesse contexto, o Parque Estadual das Trilhas possui atributos que beneficiam as comunidades próximas, na oferta dos serviços ecossistêmicos, principalmente de regulação e cultural. O parque apresenta potencialidades e possibilidades da prática de atividades turísticas sustentáveis através de diversas atividades ligadas ao ecoturismo local. Tais atividades podem contribuir diretamente por meio de pesquisas científicas para uma melhor compreensão geográfica da realidade socioambiental da região.

As respostas obtidas com a aplicação dos questionários indicam a dificuldade da população local em conhecer temas relacionados aos Serviços Ecossistêmicos e a sua relação com a Unidades de Conservação. Tal resultado pode ser denotado pela falta de incentivo e desenvolvimento do Parque Estadual das Trilhas em aspectos de educação ambiental e no desenvolvimento de conceitos ambientais importantes. Portanto, são necessárias medidas de gestão que desenvolvam as potencialidades do parque, de forma a extrair positivamente toda sua capacidade de uso de forma sustentável. Dessa forma, a educação ambiental pode fomentar o olhar crítico da população e as ações de mobilização contra às práticas antropogênicas negativas para a região, contribuir para o desenvolvimento sustentável da região e, consequentemente, a manutenção dos serviços ecossistêmicos do Parque Estadual das Trilhas.

Referências

BALDIM, M. M. et al. Valoração dos serviços ecossistêmicos como instrumento para a criação de unidades de conservação: um estudo de caso no Distrito do Saí (São Francisco do Sul/SC). 2022.

BIZERRA, D. da S. Dinâmica físico-ambiental no parque estadual mata de Jacarapé, João Pessoa, Paraíba. 2013.

BRESOLIN, A. J. ZAKRZEVSKI, S. B. B.; MARINHO, J. R. Percepção, comunicação e educação ambiental em unidades de conservação: um estudo no Parque Estadual de Espigão Alto–Barracão/RS–Brasil. **Revista Perspectiva**, v. 34, n. 128, p. 103-114, 2010.

CAPORUSSO, D. ; MATIAS, Lindon Fonseca. Áreas verdes urbanas: avaliação e proposta conceitual. **VIII Seminário de Pós-graduação em Geografia da UNESP. Rio Claro–SP**, 2008.

DÍAZ, S. et al. The IPBES Conceptual Framework—connecting nature and people. **Current opinion in environmental sustainability**, v. 14, p. 1-16, 2015.

FONSECA, M. ; LAMAS, I. ; KASECKER, T. O papel das unidades de conservação. **Scientific American Brasil**, v. 39, p. 18-23, 2010

HASSLER, M. L.. A importância das Unidades de Conservação no Brasil. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 33, 2005. p. 87

MARTINS NETO, M. C.. Percepção de serviços ecossistêmicos promovidos pelo Parque Nacional de Ubajara (Ceará, Brasil): reconhecimento e valorização da biodiversidade do semiárido. 2022.

MEDEIROS, E.; GARAY, E. "Singularidades do sistema de áreas protegidas para a conservação e uso da biodiversidade brasileira." In: GARAY, I; BECKER, B. (orgs.). As Dimensões Humanas da Biodiversidade: o desafio de novas relações sociedade-natureza no século XXI. Petrópolis: Editora Vozes, 2006.

MUÑOZ, A. M. M. ; DE FREITAS, S. R. Importância dos Serviços Ecossistêmicos nas Cidades: Revisão das Publicações de 2003 a 2015. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 89-104, 2017.

OLIVEIRA, H. P. S. de. O projeto do Pólo Turístico Cabo Branco e os impactos para o Parque Estadual das Trilhas. Monografia (Graduação em Direito). Universidade Federal da Paraíba, 2018.

PASCUAL, Unai et al. Valuing nature's contributions to people: the IPBES approach. **Current opinion in environmental sustainability**, v. 26, p. 7-16, 2017.

PINA, J. H. A.; FERREIRA, V. de O. A Importância da Relação entre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação e a Política Nacional de Recursos Hídricos: possibilidade para uma gestão integrada. **Anais XVI Encontro Nacional de Geógrafos**, 2010.

QUEIROZ, E.D. de; QUINTANILHA, L. da S. As Unidades de Conservação e os riscos: o papel da Educação Ambiental para a comunidade do entorno. In: CARDOSO, C.; SILVA, M.S. da; GUERRA, A.J.T. (Orgs.). Geografia e os Riscos Socioambientais. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020.

SILVA, C. R. da. **Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado, para entender o presente e prever o futuro**. CPRM, 2008

SILVA, M. L. N.da; MANSUR, K. L.; DO NASCIMENTO, M. A. L. Serviços ecossistêmicos da natureza e sua aplicação nos estudos da geodiversidade: uma revisão. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 41, n. 2, p. 699-709, 2018.

SILVA, F. B. da et al. Educação ambiental: interação no campus universitário através de trilha ecológica. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 17, 2006.

SOUZA, M.C. B. Influência da mata ciliar na qualidade da água de trecho do Rio Jararecica Maceió/AL. Dissertação (Mestrado). Maceió: 2012.

SOUZA, N. L. de. UNIDADES DE CONSERVAÇÃO EM ÁREAS URBANAS - O CASO DO PARQUE CINTURÃO VERDE DE CIANORTE – MÓDULO MANDHUY. **RAEGA - O Espaço Geográfico em Análise**, [S.l.], v. 23, nov. 2011. ISSN 2177-2738.

Inundações: um panorama na Região Nordeste entre 2020 e 2022 a partir dos registros do SI2D

Flooding: an overview of the Northeast Region between 2020 and 2022 based on SI2D records

Raul Reis Amorim
Universidade Estadual de Campinas(UNICAMP)
https://orcid.org/0000-0001-7358-6696
raulreis@unicamp.br

Isabelle Salazar Vieira Alves
Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)
https://orcid.org/0000-0001-8506-4449
isabellesalazargeo@gmail.com

Ednice de Oliveira Fontes Baitz
Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC)
https://orcid.org/0000-0003-0142-3331
ednice@uesc.br

Resumo: O objetivo desse trabalho é apresentar um panorama dos episódios de inundações deflagradas entre os anos de 2020 e 2023 na Região Nordeste do Brasil. Os episódios de inundações causam danos, alteram a dinâmica das áreas afetadas e passaram a ter maior frequência, intensidade e magnitude na Região Nordeste. Para atender ao objetivo proposto analisou-se os dados de ocorrência de inundações nos estados da Região Nordeste no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID do Governo Federal. No período analisado, foram informadas a ocorrência de 118 episódio de inundações. Os dados permitiram identificar as localidades afetadas e os impactos associados. Conclui-se que o estudo da ocorrência de inundações apresenta um panorama menor do que a ocorrência real do fenômeno, pois os episódios de maior magnitude foram informados com o como Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas o que dificulta o estudo e a análise da ocorrência de inundações no Brasil.

Palavras-chave: Inundações; Região Nordeste; impactos; danos.

Abstract: The aim of this paper is to present an overview of the flooding episodes that occurred between 2020 and 2023 in the Northeast of Brazil. Floods cause damage, alter the dynamics of the affected areas and have become more frequent, intense and significant in the Northeast. In order to meet the proposed objective, data on the occurrence of floods in the states of the Northeast Region was analyzed in the Federal Government's Integrated Disaster Information System - S2ID. During the period analyzed, 118 episodes of flooding were reported. The data made it possible to identify the locations affected and the associated impacts. It can be concluded that the study of the occurrence of floods presents a smaller picture than the actual occurrence of the phenomenon, since the episodes of greater magnitude were reported as Local Storm/Convective - Heavy Rainfall, which makes it difficult to study and analyze the occurrence of floods in Brazil.

Keywords: Flooding; Northeast region; impacts; damage.

Introdução

O objetivo desse trabalho é apresentar um panorama dos episódios de inundações deflagradas entre os anos de 2020 e 2023 na Região Nordeste do Brasil, e esse panorama terá ênfase nos impactos relacionados.

Ressalta-se que a abordagem dos estudos relacionados a esse tema não deve se limitar às implicações negativas das inundações. É crucial que esses estudos também explorem os benefícios que esses eventos trazem aos sistemas fluviais interligados. As inundações periódicas, de fato, acarretam vantagens significativas. Elas contribuem com sedimentos ricos em nutrientes para os solos agrícolas, conferem melhorias aos ecossistemas aquáticos e, em certos casos, contribuem para a elevação da superfície terrestre acima do nível do mar.

As inundações, sem dúvida, estão entre os desastres naturais mais proeminentes globalmente. Qualquer região sujeita a precipitações pluviométricas está suscetível a experimentar inundações. O aumento da frequência e intensidade das inundações afeta sociedades diversas, tendo raízes em duas causas principais. Em primeiro lugar, o crescimento populacional e o desenvolvimento econômico têm propiciado a expansão das áreas ocupadas em zonas propensas a inundações, intensificando, assim, a exposição. Em segundo lugar, as mudanças ambientais globais, impulsionadas por transformações nos padrões de uso de terras e no clima, possivelmente contribuem para elevar a probabilidade e severidade dos eventos de inundação (IPCC, 2012 e Milly et al., 2002).

As consequências dessas causas reverberam globalmente, ultrapassando fronteiras nacionais, incluindo o Brasil. A Comissão Europeia (2007) documenta os impactos das inundações em distintas regiões do mundo. É notável a disseminação de informações através da mídia, a qual se torna uma fonte crucial para registrar a ocorrência cada vez mais frequente de inundações. Hudson et al. (2014) sustentam que o risco potencial de inundações está em ascensão globalmente, referindo-se a estudos do IPCC (2012); Milly et al. (2002); Bouwer et al. (2010); Hall et al. (2005); e Te Linde et al. (2011).

Torna-se imperativo estabelecer bancos de dados que reúnam informações históricas sobre danos materiais e perdas humanas, pois as inundações manifestam períodos recorrentes diversos. Alguns cursos d'água podem sofrer inundações em intervalos curtos, enquanto em outros, as ocorrências são mais espaçadas. No Brasil, os registros sobre inundações carecem de abrangência e uniformidade. Esta realidade não se limita aos países em desenvolvimento, uma vez que, de acordo com Mitchell (2003), apenas recentemente foi constituído um banco de dados contemplando eventos ocorridos em todo o continente europeu.

Conhecer o histórico de ocorrências é fundamental para planejar ações de prevenção e mitigação dos possíveis danos decorrentes de inundações, pois o tempo de retorno tem sofrido alterações à medida que os eventos extremos decorrentes da transição climática têm desencadeado episódios mais frequentes e com maior magnitude em cidades da Região Nordeste do Brasil.

Material e Métodos

Para atender ao objetivo proposto, o trabalho fez um panorama da ocorrência de inundações na Região Nordeste do Brasil a partir da análise dos dados registrados entre 2020 e 2022 no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID do Governo Federal que sistematiza os dados em quatro relatórios: (1) Relatório Gerencial – Danos Informados; (2) Relatório Gerencial – Reconhecimentos Realizados; (3) Relatório Gerencial – Reconhecimentos vigentes; e (4) Relatório Gerencial – Visão Geral. Foram organizados mapas e tabelas com os dados sistematizados.

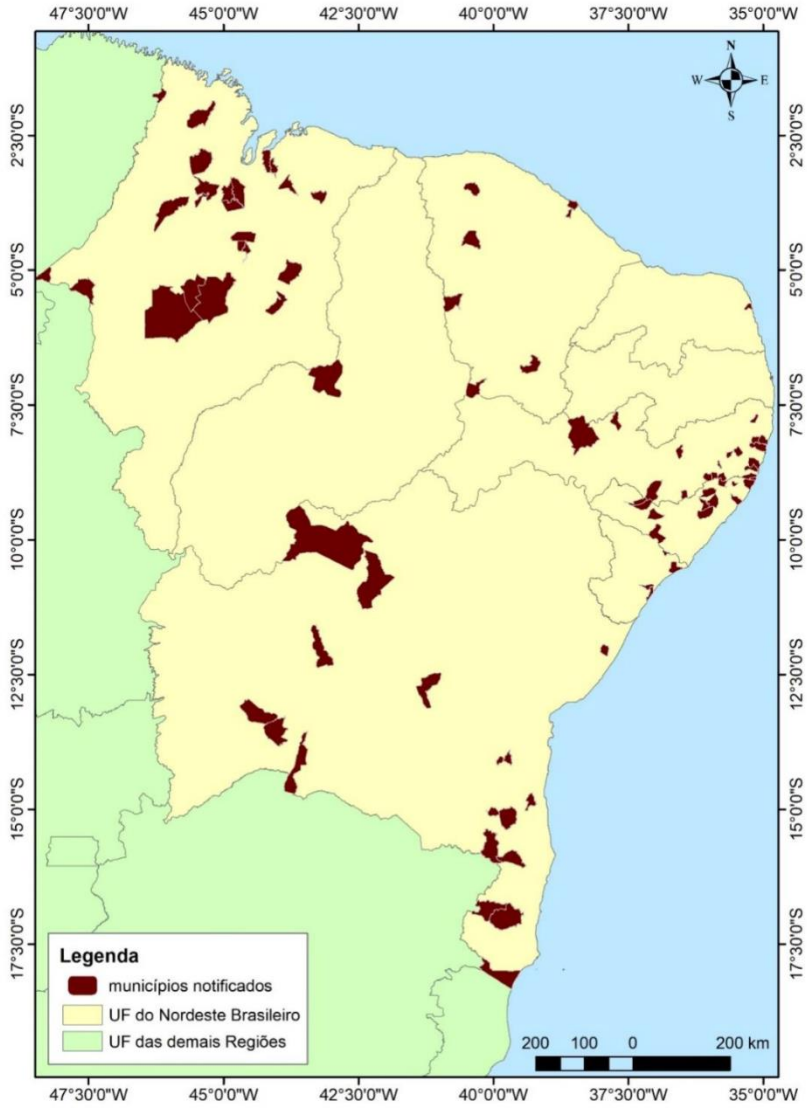
Também se levantou reportagens dos principais jornais de circulação nacional para quatro episódios de inundações de grande magnitude: as inundações do Extremo Sul da Bahia em 08 de dezembro de 2021; as inundações do Sul da Bahia em 25 de dezembro de 2021; Alagoas e Pernambuco na primeira semana de julho de 2022.

As reportagens analisadas serviram para verificar se os episódios notificados pela Defesa Civil apresentavam os mesmos danos relatados e noticiados pela mídia durante a ocorrência do fenômeno.

Resultados e Discussões

No sistema S2ID, foram notificados 118 episódios de inundações com o código COBRADE, sendo 37 em 2020, 23 em 2021 e 58 em 2022. O detalhamento das ocorrências por unidade da federação está representado na Figura 1 e detalhado na Tabela 1.

Figura 1 – Municípios com notificações de inundações entre 2020 e 2022 no S2ID.



Fonte: Os autores (2023).

Tabela 1 – Ocorrências de inundações registradas no S2ID com código COBRADE de inundações entre 2020 e 2022.

UF	Anos			Total
	2020	2021	2022	
Alagoas	2	-	11	13
Bahia	3	10	7	20
Ceará	4	1	4	9
Maranhão	16	7	20	43
Paraíba	-	-	-	-
Pernambuco	9	3	15	27
Piauí	-	1	-	1
Rio Grande do Norte	-	-	1	1
Sergipe	3	1	-	4
Total	37	23	58	118

Fonte: S2ID (2023).

O estado com mais notificações foi o Maranhão, com 43 episódios. Em 2020, ocorreram 16 episódios de inundações entre os meses de março e abril, e nos municípios de Arari, Conceição do Lago-Açu, Mata Roma e Vitória do Mearim ocorreram dois episódios de inundações em cada um deles. Nos demais estados, cada município teve uma notificação. No estado de Alagoas, todos os episódios de inundações ocorreram entre os meses de março e abril. Na Bahia, as três ocorrências foram em novembro. No estado do Ceará, dois episódios foram deflagrados em março e um episódio em agosto. Em Pernambuco, ocorreram três episódios entre março e abril e seis no mês de junho. Em Sergipe, as três ocorrências foram deflagradas entre maio e junho.

No ano de 2021, a Bahia foi o estado com mais notificações, totalizando 10, seguido pelo Maranhão com 7 episódios de inundações notificados, sendo que em Trizidela do Vale ocorreram duas notificações (no mês de abril). Na Bahia, os 10 episódios ocorreram no mês de dezembro. Já no Maranhão, um episódio ocorreu em janeiro, três em março e um em abril, com exceção dos episódios de Trizidela do Vale.

No estado de Pernambuco, um episódio ocorreu em março e dois no mês de maio. O episódio do Ceará ocorreu em junho, o do Piauí em março e o de Sergipe em outubro. No ano de 2022, os estados com mais notificações foram o Maranhão com 20 episódios, seguido de Pernambuco com 15 e Alagoas com 11 notificações. Nesse ano, quatro municípios tiveram mais de uma ocorrência de inundação: quatro ocorrências em Rio Formoso (PE) entre maio e junho, Rosário (MA) em março, Fortaleza (CE) em março e Traipu (AL) em fevereiro e março. No Maranhão, ocorreram oito inundações em janeiro, onze entre março e abril e uma em dezembro. Em Pernambuco, catorze inundações ocorreram entre maio e julho e uma inundação em janeiro. As nove inundações que afetaram o estado de Alagoas ocorreram entre maio e julho, com exceção das ocorrências de Traipu. Na Bahia, três inundações ocorreram em janeiro, duas entre março e abril e duas em dezembro. As quatro inundações que ocorreram no Ceará foram entre março e abril; a inundação notificada no Rio Grande do Norte ocorreu em abril.

Ao analisar os dados, verificou-se que os episódios de inundações que tiveram repercussão na mídia devido à intensidade e magnitude do fenômeno não foram notificados no SI2D como inundações, mas sim como Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas. A Defesa Civil optou por notificar os eventos com essa classificação quando diferentes riscos se manifestaram: inundações, alagamentos, enxurradas e movimentos de massa.

A forma de notificação dos episódios dificulta a análise dos fenômenos, uma vez que o SI2D apenas apresenta os dados quantitativos das notificações. O acesso ao AVADAN e ao FIDE, que permite a leitura da descrição do fenômeno e das áreas afetadas, não está mais

disponível no sistema, o que dificulta sua análise. A complementação das informações referentes às inundações, quando não se tem acesso ao AVADAN e/ou FIDE, é feita com base no inventário de reportagens que retratam o fenômeno. As Figuras 2, 3, 4 e 5 trazem como exemplo reportagens utilizadas para essa análise.

As Figuras 2 e 3 fazem parte de um conjunto de 50 reportagens que trataram dos episódios de inundações que ocorreram nos estados de Alagoas e Pernambuco entre maio e julho de 2022, e as Figuras 4 e 5 tratam de inundações que afetaram municípios do Extremo Sul da Bahia entre 08 e 10 de dezembro de 2021 e a região Sul da Bahia entre 24 e 26 de dezembro de 2021.

Figura 2 – Reportagem que retrata da inundação que afetou o estado de Pernambuco em julho/2022.

Fonte: Fonte de Pernambuco (2023).

Figura 3 – Reportagem que retrata da inundação que afetou o estado de Alagoas em julho/2022.

Fonte: Portal G1 (2023).

Figura 4 – Reportagem que retrata da inundação que afetou o extremo sul da Bahia em dezembro/2021.

BBC NEWS BRASIL

Notícias Brasil Internacional Economia Saúde Ciência Tecnologia Vídeos

O que causou tempestade atípica que arrasou o sul da Bahia

André Biernath - @andre_biernath
Da BBC News Brasil em São Paulo

10 dezembro 2021

DIVULGAÇÃO/PREFEITURA DE JUCURUÇU

Em vídeo divulgado pelo Facebook, a Prefeitura de Jucuruçu mostra os alagamentos que tomaram boa parte da cidade

Ao menos 24 cidades localizadas no sul da Bahia estão em situação de emergência após fortes chuvas acometerem a região nos últimos quatro dias.

Em alguns municípios, foram registradas inundações e as pessoas tiveram que deixar suas casas para buscar abrigo em locais mais altos.

- O projeto inovador que salvou corais da destruição após furacão
- O país que se prepara para desaparecer com mudanças climáticas

O Governo do Estado da Bahia informa que está em contato com prefeitos e montou uma força-tarefa de "ajuda humanitária e máquinas para obras de infraestrutura" nas cidades afetadas.

De acordo com especialistas, a tempestade atípica ocorreu pela combinação de dois fenômenos climáticos distintos: um corredor de umidade que vem da Amazônia e a formação de uma depressão subtropical (rajadas de ventos e nuvens em formato circular que giram em sentido horário).

Principais notícias

Expansão do Brics, moeda comum e guerra na Ucrânia: por que reunião na África do Sul pode ser decisiva
Há 4 horas

Eleição no Equador: quem são a advogada esquerdista e o empresário de 35 anos que disputarão presidência no 2º turno
Há 5 horas

Guatemala elege Bernardo Arévalo, 1º presidente progressista após 40 anos de governos conservadores
Há 3 horas

Fonte: BBC News Brasil (2023).

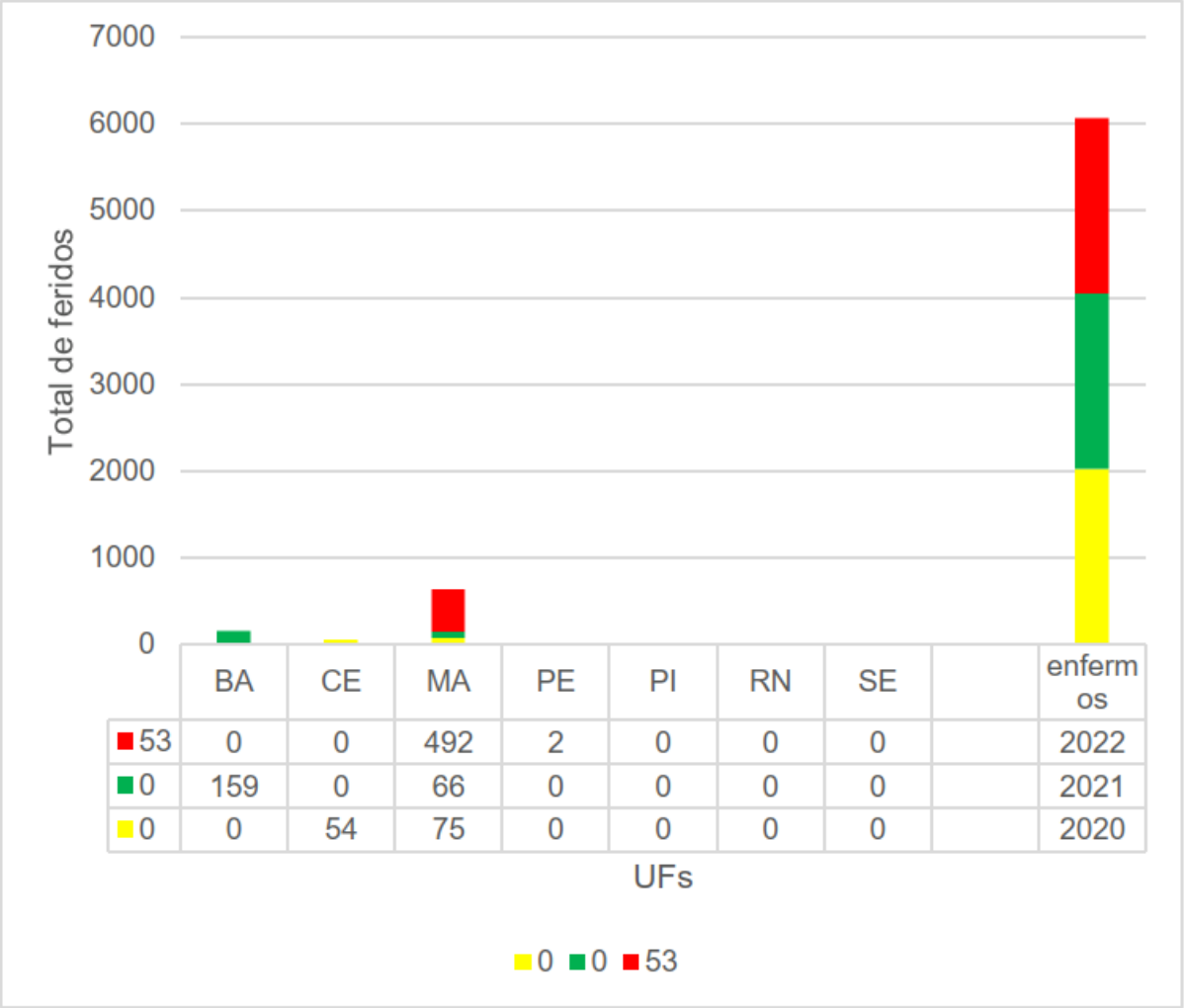
Figura 5 – Reportagem que retrata da inundação que afetou Itabuna-BA em dezembro/2021.

Fonte: `Portal G1.

Nos quatro casos, a análise dos danos não pode ser conclusiva, pois as reportagens precisam de validação de dados e os dados fornecidos nos Relatórios de Danos do S2ID agrupam vários fenômenos (inundações, alagamentos, enxurradas e movimentos de massa), o que não permite definir um quantitativo exato de danos. Optou-se neste trabalho por analisar os danos dos episódios de inundações notificados no SI2D para o período.

A Figura 6 apresenta o quantitativo de feridos nas ocorrências de inundações por estado da Região Nordeste. O estado do Maranhão notificou 633 feridos no período. Apenas no município de São Luís Gonzaga do Maranhão, em 2022, foram registrados 400 feridos como consequência da inundação de 07/01/2022.

Figura 6 – Notificações de feridos em ocorrências de inundações no sistema S2ID na região Nordeste entre 2020-2022.



Fonte: S2ID (2023).

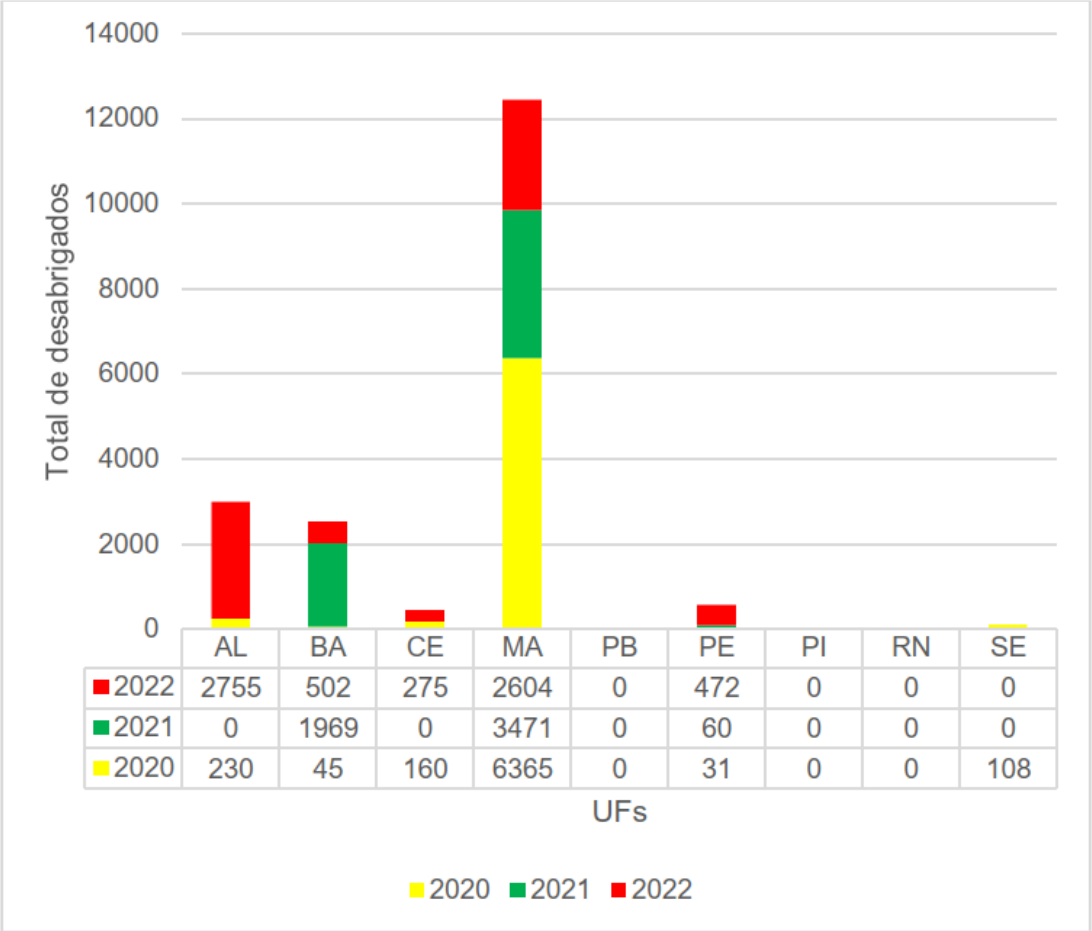
No episódio de inundação em 08/12/2021, no município de Jucuruçu, foram notificados 150 feridos. Esse município integra o conjunto de municípios do Extremo Sul da Bahia afetados por inundações decorrentes de chuvas volumosas que variaram de 280 a 400 mm. Os dados de feridos nos demais municípios foram notificados como Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas.

O mesmo ocorreu com a notificação da cidade de Atalaia, em Alagoas, no episódio de inundação na notificação de 04/07/2022, que registrou 50 feridos. O total de feridos do episódio que teve abrangência regional também não pôde ser analisado, pois os dados dos demais municípios foram notificados como Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas.

As Figuras 7 e 8 apresentam o quantitativo de desabrigados e desalojados nas ocorrências de inundações. No período, o Maranhão teve 12.440 desabrigados e 22.446

desalojados; Alagoas, 3.005 desabrigados e 2.507 desalojados; Bahia, 2.516 desabrigados e 8.131 desalojados; Pernambuco, 563 desabrigados e 6.536 desalojados; Ceará, 435 desabrigados e 505 desalojados; e Sergipe, 108 desabrigados e 1 desalojado. No Maranhão, destaca-se o maior número de desabrigados em cinco episódios de inundações em 2020, que ocorreram nos municípios de Trizidela do Vale com 1276 desabrigados e 3937 desalojados; Pedreiras com 842 desabrigados e 1296 desalojados; Conceição do Lago-Açu com 756 desabrigados e 185 desalojados; Arari com 750 desabrigados e 900 desalojados; e Imperatriz com 680 desabrigados e 990 desalojados. Em Alagoas, o maior número de desabrigados e desalojados em 2020 foi registrado no município de Santana do Ipanema, com 195 desabrigados e 2283 desalojados. No Ceará, foram 120 desabrigados e 450 desalojados no município de Hidrolândia. Em Sergipe, 120 pessoas ficaram desabrigadas em Aracaju e em Pernambuco, nos municípios de Barra de Guabiraba e Barreiros, não houve desabrigados, mas, em compensação, houve um número elevado de desalojados, respectivamente 1.747 e 1.350.

Figura 7 – Notificações de desabrigados em ocorrências de inundações no sistema S2ID na região Nordeste entre 2020-2022.



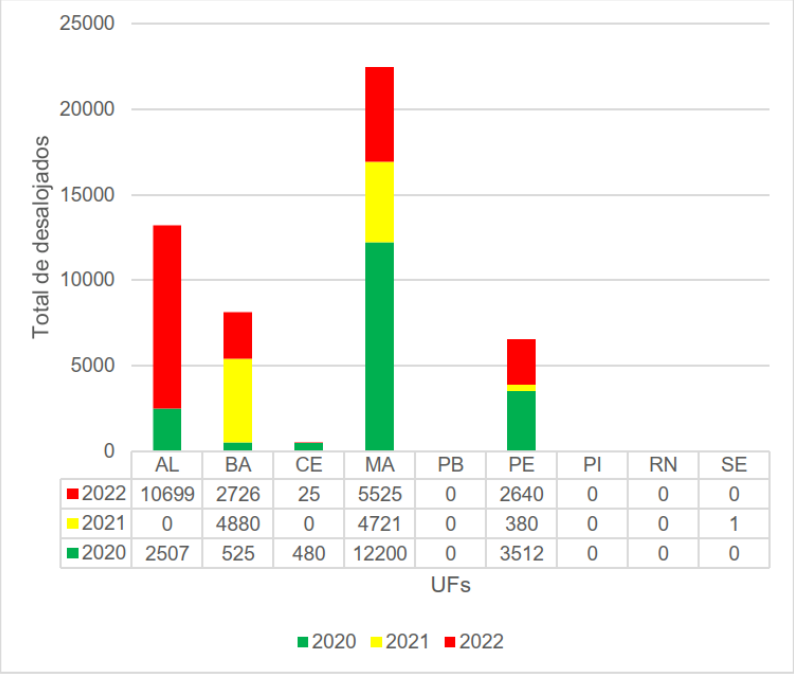
	AL	BA	CE	MA	PB	PE	PI	RN	SE
2022	2755	502	275	2604	0	472	0	0	0
2021	0	1969	0	3471	0	60	0	0	0
2020	230	45	160	6365	0	31	0	0	108

Fonte: S2ID (2023).

Em 2021, os estados com o maior número de desabrigados e desalojados foram os estados do Maranhão e Bahia devido a eventos de inundação. Nos municípios do Maranhão, os que apresentaram o maior número de desabrigados e desalojados foram Pindaré-Mirim, com 826 desabrigados e 92 desalojados; Imperatriz, com 450 desabrigados e 445 desalojados; e Ariri, com 400 desabrigados e 1250 desalojados. Na Bahia, Jucuruçu registrou 1500 desabrigados e 500 desalojados.

No ano de 2022, o maior número de desabrigados decorreu das inundações nos estados do Maranhão e de Alagoas, seguidos pela Bahia e Pernambuco. No Maranhão, os municípios com mais desabrigados e desalojados foram Trizidela do Vale, com 574 desabrigados e 668 desalojados, e o município de Grajaú, com 360 desabrigados e 700 desalojados. Em Alagoas, o município de Murici contabilizou 1620 desabrigados e 1135 desalojados, seguido pelo município de União dos Palmares, com 412 desabrigados e 3112 desalojados. Na Bahia, o município com maior número de desabrigados foi Itaguaçu da Bahia, com 412 desabrigados e nenhum desalojado, e merece destaque também o município de Cardeal da Silva, com 78 desabrigados e 1600 desalojados. Em Pernambuco, Cabo de Santo Agostinho teve 272 desabrigados e 102 desalojados, enquanto Belém de Maria registrou 6 desabrigados e 1663 desalojados.

Figura 8 – Notificações de desalojados em ocorrências de inundações no sistema S2ID na região Nordeste entre 2020-2022.



Fonte: S2ID (2023).

Considerações Finais

A partir dos dados analisados e disponibilizados no SI2D através dos seguintes relatórios gerenciais: (1) Relatório Gerencial – Danos Informados; (2) Relatório Gerencial – Reconhecimentos Realizados; (3) Relatório Gerencial – Reconhecimentos vigentes; e (4) Relatório Gerencial – Visão Geral, é possível obter um panorama parcial das inundações na Região Nordeste do Brasil. Isso ocorre por dois motivos. Primeiramente, a disponibilidade de dados em formato de tabela, indicando apenas a data do registro, município de ocorrência e dados quantitativos, não permite identificar as localidades urbanas e rurais afetadas. Os dados necessários para tal análise, como o FIDE e o AVADAN, que estavam disponíveis no sistema até meados do ano de 2018, permitem essa análise.

O segundo motivo é que o registro realizado pela Defesa Civil municipal e/ou estadual adota apenas um único código COBRADE, e muitos episódios de inundações são registrados com outros códigos COBRADE, tais como: 12300 – Alagamentos; 11321 – Deslizamentos; 12200 – Enxurradas; 13214 - Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas; 13213 - Tempestade Local/Convectiva – Granizo; 13212 - Tempestade Local/Convectiva - Tempestade de Raios. O ideal seria que os formulários de notificação permitissem a inclusão de códigos COBRADE secundários, mascarando assim a ocorrência de inundações. Episódios com maior magnitude e impacto na Região Nordeste, como os da Bahia em 2021 e Alagoas e Pernambuco em 2022, foram notificados como 13214 - Tempestade Local/Convectiva - Chuvas Intensas.

O estado do Maranhão é o que mais notificou as inundações com o respectivo código COBRADE, porém isso não significa necessariamente que o fenômeno seja mais recorrente e intenso nesse estado. Acredita-se que nos demais estados do Nordeste, o fenômeno seja recorrente e frequente, mas a forma de registro das informações acaba mascarando o fenômeno.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, processo nº. 2022/03080-4 e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), processo nº. 88887.705094/2022-00.

Referências

BBC NEWS Brasil. O que causou tempestade atípica que arrasou o sul da Bahia. https://www.bbc.com/portuguese/brasil-59617328 (Acesso em 21/08/2023) .

BOUWER, L. M.; BUBECK, P.; AERTS, J. C.J. H. Changes in future flood risk due to climate and development in a Dutch polder area. Global Environmental Change, v. 20, n. 3, p. 463-471, 2010.

Folha de Pernambuco. Pernambuco tem 36 cidades afetadas por chuvas e quase 10 mil pessoas fora de casa. https://www.folhape.com.br/noticias/pernambuco-tem-36-cidades-afetadas-por-chuvas-e-quase-10-mil-pessoas/232665/ (Acesso em 21/08/2023)

HALL, J. W.; SAYERS, P. B.; DAWSON, R. J. National-scale assessment of current and future flood risk in England and Wales. Natural Hazards, v. 36, n. 1-2, p. 147-164, 2005.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change): Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation, Cambridge University Press, New York, 2012.

MILLY, R., WETHERALD, R., DUNNE, K.; DELWORTH, T. Increasing risk of great floods in a changing climate. Nature, v. 415, n. 6871, p. 514-517, 2002.

MITCHELL, J. K. European river floods in a changing world. Risk Analysis: An International Journal, v. 23, n. 3, p. 567-574, 2003.

Portal G1. Alagoas tem maior enchente da história recente do estado: 'Pior que a de 2010'. https://g1.globo.com/al/alagoas/noticia/2022/07/10/alagoas-tem-maior-enchente-da-historia-recente-do-estado-pior-que-a-de-2010.ghtml (Acesso em 21/08/2023).

Portal G1. Casas, lojas e agências bancárias amanhecem alagadas em Itabuna após rio subir nove metros. https://g1.globo.com/ba/bahia/noticia/2021/12/26/casas-lojas-e-agencias-bancarias-amanhecem-alagadas-em-itabuna-apos-rio-subir-nove-metros.ghtml (Acesso em 21/08/2023).

S2ID. Sistema Integrado de Informações sobre Desastres https://s2id.mi.gov.br/paginas/relatorios/

TE LINDE, A. H.; BUBECK, P., DEKKERS, J. E. C., DE MOEL, H., AERTS, J. C. J. H. Future flood risk estimates along the river Rhine. Natural Hazards and Earth System Sciences, v. 11, n. 2, p. 459, 2011.

Dinâmica Espaço-Temporal do Uso e Cobertura do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Pirangi (RN): Uma abordagem por meio das Geotecnologias

Spatial-Temporal Dynamics of Land Use and Land Cover in the Pirangi River Watershed (RN): An approach through Geotechnologies

Luana de Holanda Viana Barros
Universidade Federal do Rio grande do Norte
Identificador Orcid: 0009-0004-4129-4428
luana.barros.093@ufrn.edu.br

Larícia Gomes Soares
Universidade Federal do Rio grande do Norte
Identificador Orcid: 000-0001-8731-8780
laricia.gomes.121@ufrn.edu.br

Resumo: Este estudo tem como objetivo analisar a dinâmica espaço-temporal do Uso e Cobertura do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Pirangi (RN) por meio de uma abordagem fundamentada em geotecnologias. Inicialmente, a fase preliminar do artigo consistiu em uma análise bibliográfica sobre os temas em estudo e na elaboração de material cartográfico, incluindo mapas dos condicionantes físico-ambientais da área de estudo e o mapa de uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Pirangi. Esse mapa foi confeccionado com base em imagens dos satélites Landsat 5 e 8, disponibilizadas pelo Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MAPBIOMAS), referentes aos anos de 1991 e 2021. A análise multitemporal revela um intenso processo de expansão urbana impulsionado pelas principais atividades econômicas na região da bacia, com destaque para a pastagem e outras lavouras temporárias.

Palavras-chave: Paisagem, Bacia Hidrográfica, Uso e Ocupação.

Abstract: This study aims to analyze the spatiotemporal dynamics of Land Use and Land Cover in the Pirangi River Watershed (RN), employing a geotechnology-based approach. Methodologically, the initial phase of the article relied on bibliographical analysis of the researched topics and the creation of cartographic materials, including maps of the physical-environmental determinants of the study area, as well as the land use and land cover map of the Pirangi River Watershed. This map was constructed using imagery from Landsat 5 and 8 satellites, made available by the Annual Land Use and Land Cover Mapping Project in Brazil (MAPBIOMAS), for the years 1991 and 2021. Through the multitemporal analysis, it is observed that there was a significant urban expansion process driven by the main economic activities around the watershed, notably pastureland and other temporary crops.

Keywords: Landscape, Watershed, Land Use and Land Cover.

Introdução

Sabe-se que os primeiros aglomerados humanos da história surgiram próximos a cursos d'água, devido à necessidade desse recurso vital. À medida que esses recursos se esgotavam, seja devido à variação do fluxo de água na superfície ou por outras razões, as populações migraram para outras regiões em busca de fontes de água para garantir sua subsistência.

Com o processo de expansão urbana característico das sociedades modernas, diversos impactos ambientais se intensificaram, resultantes da construção de grandes espaços para habitação e outras atividades. Essas ocupações são particularmente relevantes nos centros urbanos e regiões metropolitanas, acarretando, por vezes, a remoção de vegetação em áreas extensas e levando à impermeabilização dos solos, contaminação dos lençóis freáticos e águas superficiais, aumento de resíduos sólidos, entre outras questões ambientais, que têm consequências negativas para o meio ambiente e consequentemente para a qualidade de vida humana.

Por essa razão, a degradação ambiental tornou-se um problema comum nas cidades, gerando diversos desafios relacionados ao uso e ocupação do solo. Nesse contexto, os estudos de bacias hidrográficas, se tornam muito relevantes. Para Souza et al. (2002 apud LIMA, 2020), a utilização da bacia hidrográfica como unidade de análise para estudos de planejamento justifica-se não só pela importância dos recursos hídricos, mas também pela riqueza de variáveis que ela agrega e que devem ser consideradas na pesquisa. Assim, não há qualquer área de terra, por menor que seja, que não se integre a uma bacia hidrográfica e, quando o problema central é água, a solução deve estar estreitamente ligada ao seu manejo e manutenção.

Logo, a bacia hidrográfica é uma unidade de paisagem físico-territorial importante para os estudos ambientais. Nela, todos os elementos pertencentes a ela, como geologia, geomorfologia, cobertura vegetal, clima e rios, estão integrados e interligados, de tal maneira que alterações em quaisquer desses componentes podem revelar fragilidades e vulnerabilidades (ROSS, 1994; TAMANINI, 2008; KAWAKUBO, 2005; SCHINEIDER et al. 2011). Por isso, analisar o uso e a ocupação do solo nas bacias hidrográficas tem se mostrado uma das maneiras mais eficientes para a constatação de impactos no ambiente (BORGES, 2002; QUEIROZ, 2011).

Nesse sentido, buscando identificar e analisar impactos ambientais em bacias hidrográficas, as geotecnologias se mostram eficazes, uma vez que "o mapeamento facilita a detecção de áreas exploradas de forma inadequada e, com sua localização precisa, promove a tomada de decisões pelos órgãos competentes encarregados da fiscalização" (LOPES, 2008, p.127).

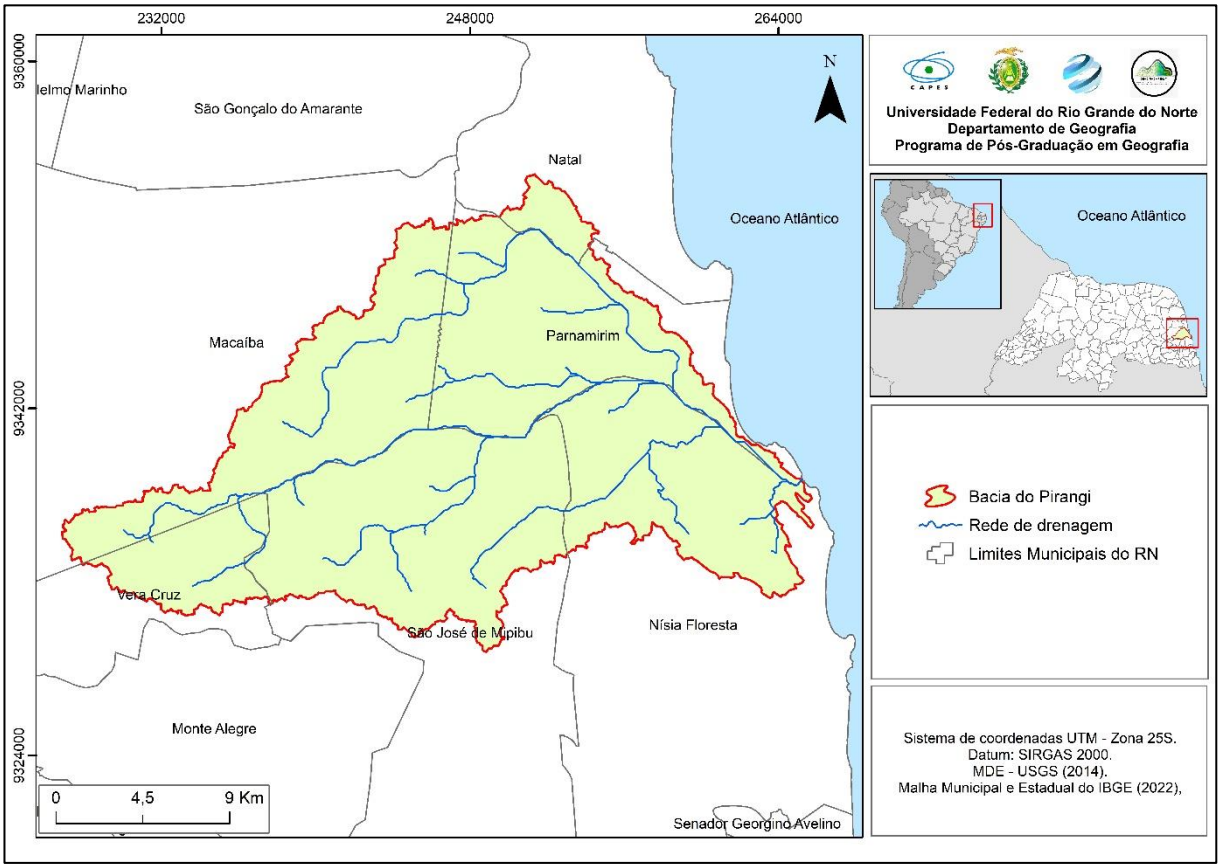
No universo dos mapeamentos, as geotecnologias, agregando os sistemas de informações geográficas, são fundamentais para auxiliar na interpretação do espaço geográfico, e de acordo com Faustino, Ramos e Silva (2014, p.20), "constituem ferramentas computacionais que propiciam gerar novas informações espaciais através da análise e representação do espaço ou dos fenômenos espaciais". Logo:

> As técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento tornaram-se ferramentas úteis e indispensáveis no monitoramento da dinâmica de uso e ocupação das terras, pelo fato de propiciar maior frequência na atualização de dados, agilidade no processamento e viabilidade econômica (VAEZA et al. 2010, p. 24).

Assim sendo, o tratamento e a geração de informações acerca do espaço por meio de técnicas advindas das geotecnologias são imprescindíveis para a otimização de tempo e redução de custos em campo, em especial nos estudos de bacias hidrográficas. Desse modo, o objetivo do presente estudo é realizar uma análise da dinâmica espaço-temporal do Uso e Cobertura do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Pirangi (RN), através de uma abordagem baseada nas geotecnologias.

A Bacia Hidrográfica do Rio Pirangi (Figura 1) está localizada no estado do Rio Grande do Norte (RN), na porção sul, ocupando parte dos municípios de Natal, Parnamirim, Macaíba, Vera Cruz, São José do Mipibu e Nísia Floresta pertencentes à Região Metropolitana da Grande Natal. A bacia ocupa uma área física aproximada de 467,81 km2 e está situada entre as bacias hidrográficas do rio Potengi e do rio Trairi.

Figura 1 – Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do rio Pirangi



Fonte: Autores (2023).

Na Bacia hidrográfica em questão, constatam-se inúmeros impactos, produto de um contínuo processo de ocupação urbana, destacando-se os municípios de Natal e Parnamirim.

Entre os impactos observados estão desmatamento, abertura de estradas, loteamento de áreas rurais, além da especulação imobiliária e da atividade industrial, as quais também concorrem para as modificações da paisagem do sistema hidrográfico da Bacia, sobretudo no seu baixo curso, onde ocorre a influência dos sistemas continental e costeiro (RAMALHO; FARIAS, 2010, p. 20). Nesse sentido, o estudo nesse recorte geográfico se justifica como relevante, uma vez que o mapeamento e a análise do uso e ocupação do solo na área podem desempenhar um papel crucial no embasamento das decisões relacionadas ao ordenamento territorial e à promoção de um desenvolvimento mais sustentável nessa localidade.

Materiais e Métodos

Bacias Hidrográficas: Uma Análise Conceitual e Legislativa

Os primeiros estudos abordando as bacias hidrográficas se concentraram no gerenciamento das águas (RODRIGUEZ, SILVA E LEAL, 2011). Com o passar do tempo, houve um aprofundamento no conhecimento dos elementos que compõem as bacias e suas interações, ampliando a visão para além do uso racional da água e considerando a bacia hidrográfica como uma integração de fatores ambientais.

A bacia hidrográfica foi reconhecida como uma unidade espacial importante, sendo Chorley em 1969 um dos pioneiros ao enfatizar sua relevância como unidade geomórfica principal. De acordo com Botelho (1999) a bacia hidrográfica abrange a área drenada por um rio principal e seus afluentes, sendo delimitada pelas cotas altimétricas estabelecidas pelos divisores de água. Essa área é definida espacialmente por uma hierarquia fluvial ou rede de drenagem, compreendendo uma série de canais desde as nascentes até o ponto de saída ou desembocadura, representados em uma base cartográfica.

A partir dessa abordagem integrada, a bacia hidrográfica passou a ser vista como uma célula básica de análise ambiental, permitindo a avaliação e o entendimento dos diversos componentes, processos e interações que ocorrem nessa região, com base em uma visão sistêmica e integrada do território (BOTELHO; SILVA, 2011).

Santos (2004 apud LIMA, 2020) destaca que o conceito de bacia hidrográfica está relacionado à ideia de sistema, compreendendo nascentes, divisores de águas, cursos de água hierarquizados e foz, onde todos os eventos têm impacto na dinâmica desses sistemas, na quantidade e qualidade dos cursos d'água. Ao considerar a atuação de outros fatores nas atividades e funcionamento das bacias hidrográficas, torna-se mais viável identificar e resolver os impactos decorrentes do uso desordenado e da ocupação dos recursos naturais que compõem essas bacias.

Assim, a constatação da importância da bacia hidrográfica como objeto de estudo de aplicações integradas que enfoquem os processos recíprocos existentes entre sociedade e

natureza é clara. Verifica-se que antes mesmo de ser reconhecido por Lei, o processo de gerenciamento das águas no Brasil passou por importantes acontecimentos, onde segundo Rocha et al. (2011 apud FARIAS, 2015) foram de suma importância para o desenvolvimento do que é encontrado atualmente. Como forma de exemplificar tais processos, podemos mencionar: a criação da Diretoria de Águas do Ministério da Agricultura (1933); a edição do Código das Águas em 1934; a criação do Departamento Nacional de Águas e Energia (DNAEE – 1965); e também a instituição do Comitê Especial de Estudos Integrados de Bacias Hidrográficas (CEEIBH-1978).

A Constituição Federal de 1988, traz em seu artigo 21, inciso XIX, a instituição do sistema nacional de gerenciamento dos recursos hídricos e definir os critérios de outorga de direitos de uso, estabelecendo as bacias hidrográficas como unidades de estudos, objetivando o planejamento ambiental, e assim determina algumas normas, por exemplo, para a gestão de recursos hídricos.

Logo, a partir da promulgação das leis de recursos hídricos em nível federal e estadual, a bacia hidrográfica tornou-se a unidade territorial para o planejamento e gestão das águas. Esses marcos legais, como a Lei nº 9.433 de 1997, instituindo a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e criando o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SNGRH), estabeleceram bases sólidas para a gestão integrada, participativa e descentralizada dos recursos hídricos no país.

Em concomitância com a criação das novas diretrizes, a PNRH, ainda possui cinco instrumentos que dão viabilidade à gestão dos recursos hídricos, de forma independente, devem ser utilizados em integração com instrumentos estabelecidos em outras políticas como, por exemplo, a Política Nacional de Meio Ambiente. Assim, os instrumentos estabelecidos se constituem como: plano de recursos hídricos, cobrança, outorga, enquadramento e sistema de informações (LIMA, 2020).

Ainda a respeito da legislação, concomitante a instauração da PNRH, (Lei nº 9.433/1997) foi criado o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (SNGRH), no qual foi estruturado com a intenção de promover a gestão dos recursos hídricos de forma integrada, participativa e descentralizada. O SNGRH tem sua composição formada por seis entes, sendo eles: Conselho Nacional de Recursos Hídricos; Agência Nacional de Águas (ANA); Conselho de Recursos Hídricos dos Estados e do Distrito Federal; Comitê de Bacias Hidrográficas; os órgãos dos poderes públicos federal, estaduais, do Distrito Federal e municipais e; as agências de Água.

Dessa maneira, segundo Farias; Amorim; Saraiva Jr (2018) os estados organizam suas legislações orientadas por essa estrutura de gestão dos recursos hídricos no âmbito

federal, com o intuito de promover os usos múltiplos dos seus recursos, garantindo água em quantidade e qualidade para todos os usuários.

Nesse contexto, a Lei Estadual nº. 6.908/1996 é o marco regulatório da gestão dos recursos hídricos no Rio Grande do Norte, instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH) e o Sistema Integrado de Gestão dos Recursos Hídricos (SIGERH), que semelhante aos outros 16 Estados-Membros da Federação, são anteriores à promulgação da Lei das Águas que instituiu o SNGRH.

> Tem como objetivos: “planejar, desenvolver e gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa, o uso múltiplo, controle, conservação, proteção e preservação dos recursos hídricos; assegurar que a água possa ser controlada e utilizada em padrões de quantidade e qualidade satisfatórios por seus usuários atuais e pelas gerações futuras” (Art. 1º, incisos I e II) apud Lima (2020, p. 34).

É válido ressaltar assim que O SIGERH foi instituído pelo Decreto nº 13.284/1997 e apresenta a estrutura organizacional, os objetivos e as formas de atuação dos órgãos e entidades que compõem o sistema, a saber: Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CONERH), Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH), Comitês de Bacia Hidrográfica e o Instituto de Gestão das Águas do Estado do Rio Grande do Norte (IGARN).

Assim, nota-se que, a legislação estadual atual apresenta uma estrutura teoricamente organizada e fornece bases para uma gestão que busca garantir o acesso à água e evitar desvios em relação ao que é estabelecido por lei. No entanto, na prática, observa-se o uso diversificado do recurso hídrico ao longo do tempo, resultando em impactos negativos não apenas no fornecimento de água para o consumo humano, mas também afetando as paisagens e a dinâmica hídrica das bacias hidrográficas, onde esses usos inadequados contribuem para uma alteração no curso natural dos rios.

Diante desse contexto, fica evidente que mais do que uma legislação eficiente apenas no papel, é urgente a necessidade de estabelecer diretrizes que estejam fundamentadas na realidade da bacia hidrográfica, oferecendo estratégias sustentáveis para que esse recurso, essencial para as comunidades locais, possam coexistir de maneira equilibrada com as demandas existentes.

Procedimentos Metodológicos

A metodologia adotada no presente artigo baseou-se em um primeiro momento de análise bibliográfica acerca dos temas pesquisados e, a posterior, na realização do material cartográfico, buscando-se, assim, integrar as informações de forma sistêmica.

Para o processamento e confecção dos mapas temáticos do artigo, foi criado um banco de dados no Arcgis versão 10.8 desktop. Para a delimitação da Bacia Hidrográfica do Rio

Pirangi, mapa de hipsometria e de declividade, foi utilizado o Modelo Digital de Elevação (MDE), da missão Shuttle Radar Topography Mission (SRTM). As imagens foram obtidas no site Earth Explorer do Instituto Geológico Americano (USGS). A resolução espacial das imagens é de 30 metros. As imagens foram projetadas no sistema de coordenadas Datum Sirgas 2000 Zona 25S. Em seguida, foram realizados os procedimentos para tratar o MDE, possibilitando, a delimitação da área da bacia e obtenção da rede de drenagem. Foi utilizado os shapefiles disponibilizados pelo IBGE, como a malha municipal e os limites estaduais do país, para compor o mapa de localização.

Em relação os atributos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e de vegetação, os arquivos utilizados foram recortados com a área de interesse e projetado no sistema de coordenadas planas na Zona UTM 25S. Para elaboração do mapa geológico e de geomorfologia da bacia foi utilizado os arquivos vetoriais disponibilizados pela CPRM através do banco de dados (Geobank) e as unidades geomorfológicas do IBGE. Em relação a litoestratigrafia, foram utilizadas as cartas geológicas: Folha São José do Mipibu (SB.25-Y-A-II) e a Folha Natal (SB.25-V-C-V) PRONAGEO – UFRN, com escala de 1:100.000. E a base de dados utilizadas para a delimitação das unidades geomorfológicas foi a do IBGE em escala de 1:250.000, a partir da carta SB25 da Sudene que foi atualizada pelo instituto.

Para a confecção do mapa pedológico e de vegetação da bacia do Pirangi foi utilizado os arquivos vetoriais arquivos vetoriais do IBGE, em escala de 1:250.000. Para a cores no mapa de solos, foi utilizado o Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2015), e a descrição das classes de solos foram feitas através Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) do portal da EMBRAPA (2018). A identificação das formações vegetais pretéritas da bacia, foram sendo construídas a partir da Regiões Fitoecológicas e a descrição das unidades foi realizada a partir do Manual Técnico da Vegetação Brasileira (2012) e CPRM (2005). E desse modo, foram obtidos os dados para a espacialização das informações referentes aos solos e vegetação nativa da área.

O mapa de uso e ocupação do solo da Bacia do Pirangi foi elaborado a partir das imagens do satélite Landsat disponibilizadas pelo Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil (MapBiomas). Os processamentos dos dados no MapBiomas são realizados através de nuvem na plataforma Google Earth Engine, que geram informações históricas através de mapas anuais de uso e cobertura da terra do Brasil.

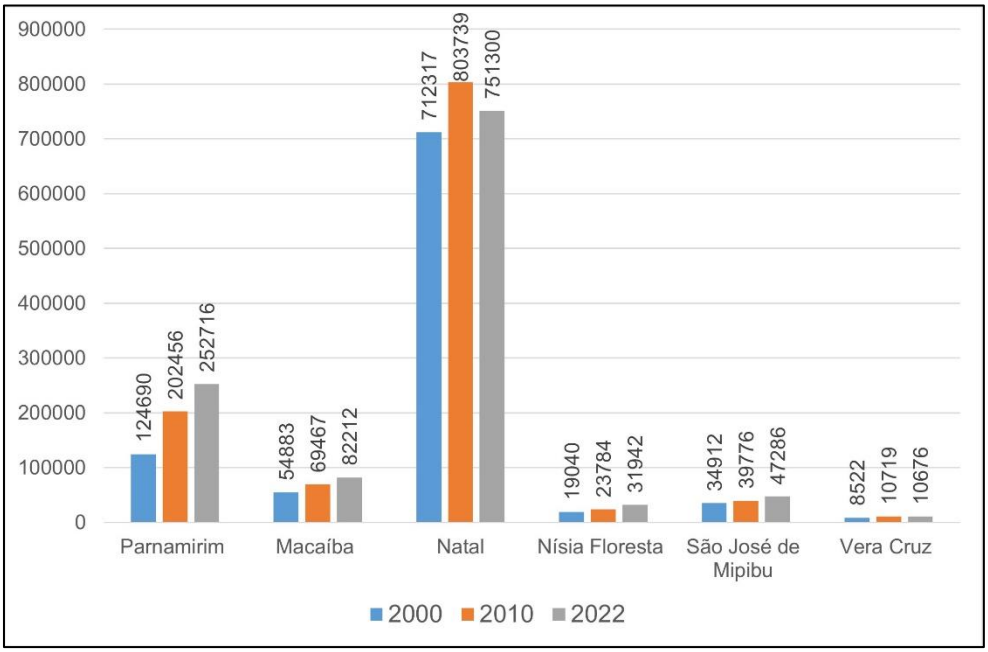
Dessa forma, foi realizada a seleção de duas imagens raster no MapBiomas, dos anos 1991 e 2021 para que assim fossem mostradas as mudanças no uso e cobertura do solo em um período de 30 anos. Em ambiente SIG, o raster foi projetado na Zona UTM 25S, e foi feito o recorte do raster com os limites da bacia utilizando a ferramenta Clip. A legenda foi realizada utilizando a paleta de cores a RGB disponibilizadas também pelo MapBiomas.

Nesse viés, para subsidiar a análise do uso e cobertura da terra na bacia do Pirangi através da análise dos componentes naturais avaliando a percepção sobre a importância desses elementos para a compreensão das transformações na paisagem da bacia e a importância da utilização de técnicas de geoprocessamento como subsídio para o planejamento ambiental.

Resultados e Discussão

A bacia do Pirangi está inserida em uma área de grande dinâmica urbana, as principais atividades econômicas desenvolvidas são: agropecuária, extrativismo, extração de petróleo, gás natural, carvão vegetal, silvicultura, comércio, turismo e especulação imobiliária. Em relação a população residente nos municípios da bacia do Pirangi, de acordo com os três últimos censos demográficos realizados pelo IBGE, verifica-se uma mudança no quantitativo da população residente nos municípios. Os municípios de Parnamirim, Macaíba, Nísia Floresta e São José do Mipibu, a população aumentou conforme dados dos três últimos censos e a população dos municípios de Natal e Vera Cruz teve uma diminuição, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Evolução da população dos municípios da bacia do Pirangi/RN



Fonte: Censos IBGE (2000, 2010 e 2022), dados organizados pelos autores (2023).

No que diz respeito aos aspectos físico-ambientais, os municípios da bacia do Potengi estão inseridos, geologicamente, na Província Borborema, sendo constituído pelo Grupo Barreiras, Complexo João Câmara, Depósitos Aluvionares Antigos, Depósitos Marinhos e Continentais Antigos, Depósitos Aluvionares de Canal, Unidade Sedimentos Aluvionares,

Unidade Depósitos Arenosos e Areno-argilosos, Depósitos Eólicos Continentais recentes, Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados, Depósitos Eólicos Litorâneos não Vegetados e Depósitos Flúvio-marinhos (CPRM, 2014).

Dessa forma, conforme a CPRM (2014), o Grupo Barreiras apresenta predomínio de camadas horizontais de arenito conglomerático com matriz caolínica, contendo lentes e lençóis de conglomerado e brecha, ricos em seixos e grânulos de quartzo e/ou feldspato, e intercalações de argilito caolínico silto-arenoso, silte. O Complexo João Câmara apresenta migmatito bandado e nebulítico com mesossoma granodiorítico, ortognaisses granodioríticos a tonalíticos, em parte migmatizados.

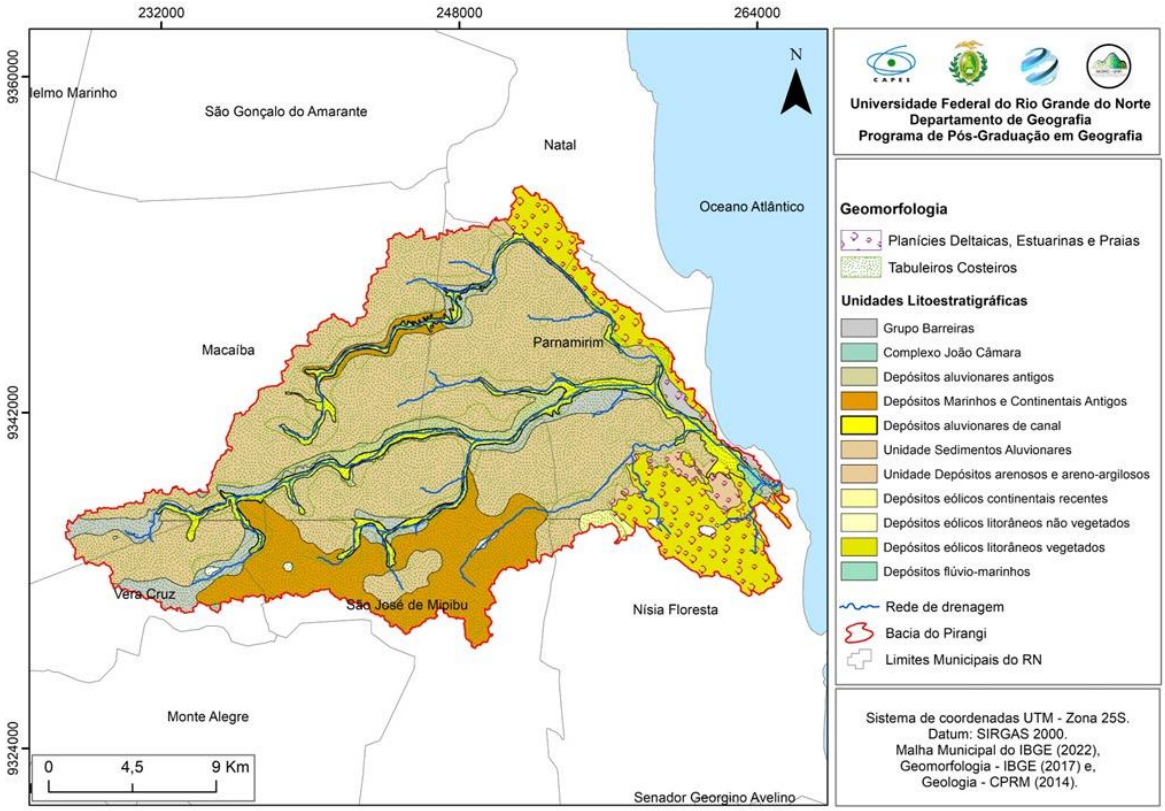
Os Depósitos Aluvionares Antigos possuem sedimentos areno-argilosos, finos a médios, variegados, restos de matéria orgânica com intercalações de argila e cascalho, conglomerado, arenito conglomerático, arenito, finas camadas de argilito. Os Depósitos Marinhos e Continentais Antigos apresentam arenito fino a grosso, com grânulos dispersos, matriz areno-argilosa e coloração creme a amarelada; nos níveis conglomeráticos é comum a presença de fragmentos de crostas lateríticas (CPRM, 2014).

Depósitos Aluvionares de Canal possuem sedimentos inconsolidados em leitos de rios. Areias quartzosas muito finas a grossas, ocasionalmente conglomeráticas, de coloração castanho escura/amarelada, com seixos de quartzo, silexito, cataclasito, fragmentos de rochas e concreções ferruginosa. A Unidade Sedimentos Aluvionares, apresentam coberturas arenosas a areno-argilosas inconsolidadas de granulometria média a grossa. Localmente podem apresentar fragmentos de quartzo e/ou seixos de arenito remobilizados. A Unidade Depósitos Arenosos e Areno-Argilosos, apresentam coberturas inconsolidadas arenosas a areno-argilosas, com granulometria variando de areia fina a muito grossa e grânulos dispersos; localmente pode apresentar níveis de cascalhos e lentes de argila (CPRM, 2014).

Depósitos Eólicos Continentais recentes, apresentam areia média a fina derivada da atividade eólica, apresentando-se, em geral, na forma de sedimentos espraiados, porém, a geometria de duna, é observada em alguns locais. Depósitos Eólicos Litorâneos Vegetados, apresentam areias quartzosas bem selecionadas, finas a médias, grãos arredondados, coloração esbranquiçada, avermelhada (presença de óxido de ferro) ou amarronzada (matéria orgânica); formam dunas esparsas ou campos de dunas e interdunas vegetados. Os Depósitos Eólicos Litorâneos não Vegetados apresentam areias quartzosas bem selecionadas e grãos arredondados, de coloração clara; formam dunas gigantes e campos de dunas e interdunas não vegetados, podendo transicionar a dunas vegetadas; formas de dunas diversas (frontais, barcanoides, parabólicas). E os Depósitos Flúvio-marinhos, apresentam Depósitos indiscriminados de pântanos e mangues, fluvio-lagunares e litorâneos indiscriminados (CPRM, 2014).

Em relação às Unidades Geomorfológicas, conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na bacia apresenta duas unidades geomorfológicas são as Planícies Deltaicas, Estuarinas e Praias ocorrem na faixa estreita ao longo do litoral, desaparecendo em alguns trechos, sendo substituídas por falésias vivas esculturadas em sedimentos da Formação Barreiras. E os Tabuleiros Costeiros que são conjuntos de formas de relevo de topo plano, elaboradas em rochas sedimentares, em geral limitadas por escarpas, dessa forma os tabuleiros apresentam altitudes relativamente baixas. O mapa das unidades litoestratigráficas e unidades geomorfológicas da bacia podem ser visualizados na Figura 3.

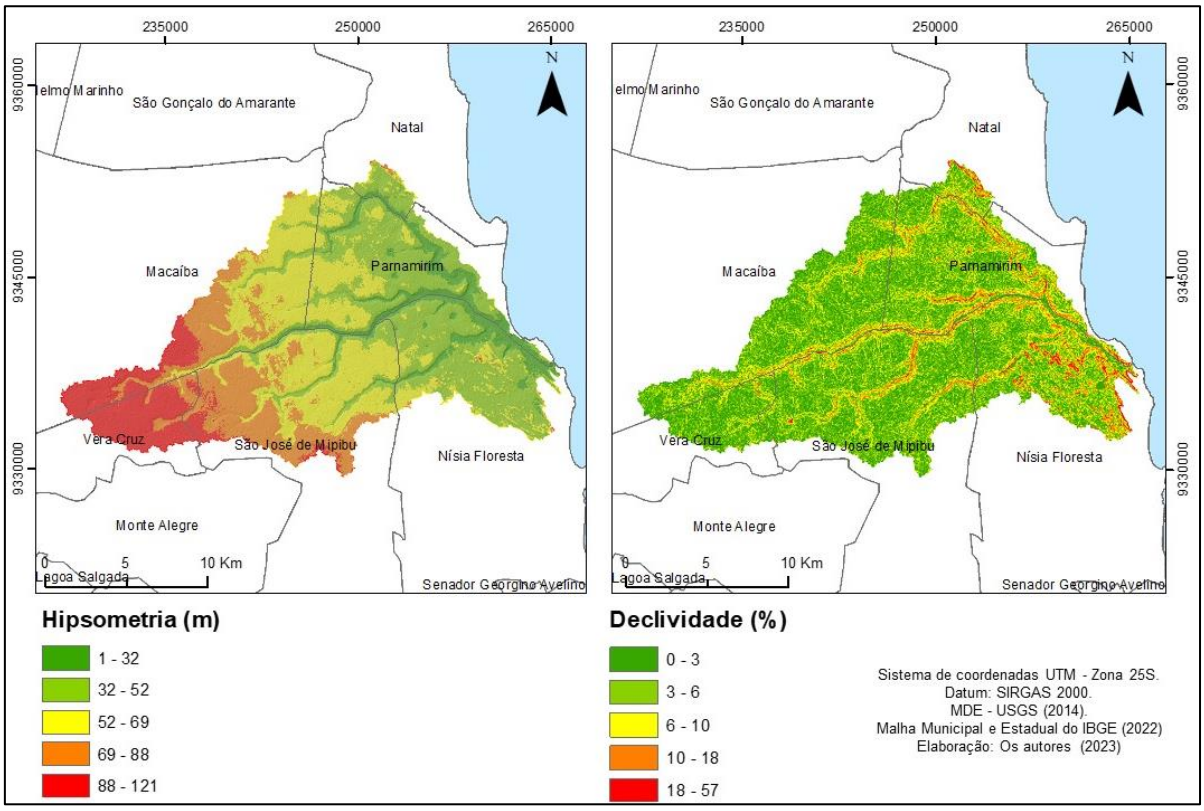
Figura 3 – Mapa Geológico e Geomorfológico da bacia do Pirangi (RN)



Fonte: CPRM (2014), IBGE (2021), elaborado pelos autores (2023).

E nesse viés, com base na Figura 3, que traz a geologia e geomorfologia da bacia, é visto na Figura 4 as relações entre a formação geológica da área e a configuração do relevo. A altitude da bacia apresentou de 1 a 121 metros. É uma região mais plana, e apresenta os pontos mais baixo através das planícies deltaicas, estuarinas e praiais (Figura 9). Nas regiões de relevo mais profundo, iram incidir formações dunares. Já os Tabuleiros Costeiros, relevos planos de baixa altitude, também denominados planaltos rebaixados, localizam-se próximo ao litoral (IDEMA, 2008). É visto que a declividade plana compreende maior parte da bacia, já que corresponde a uma superfície de topografia lisa ou horizontal. A declividade da bacia apresentou os seguintes intervalos conforme a Figura 4.

Figura 4 – Mapa de Hipsometria e Declividade da bacia do Pirangi (RN)



Fonte: USGS (2014), IBGE (2022), elaborado pelos autores (2023).

No que se refere aos aspectos pedológicos são encontradas na bacia do Pirangi a predominância dos solos: Argissolo, Latossolo, Neossolo e Neossolo Quartzarênico (IBGE, 2021). O Argissolo são solos identificados pelo alto teor de argila nos horizontes subsuperficiais em relação aos superficiais, que caracterizam um gradiente textural ao longo do perfil. O Latossolo apresenta sedimentos altamente intemperizados e sem a presença de argila em determinados tipos de profundidade.

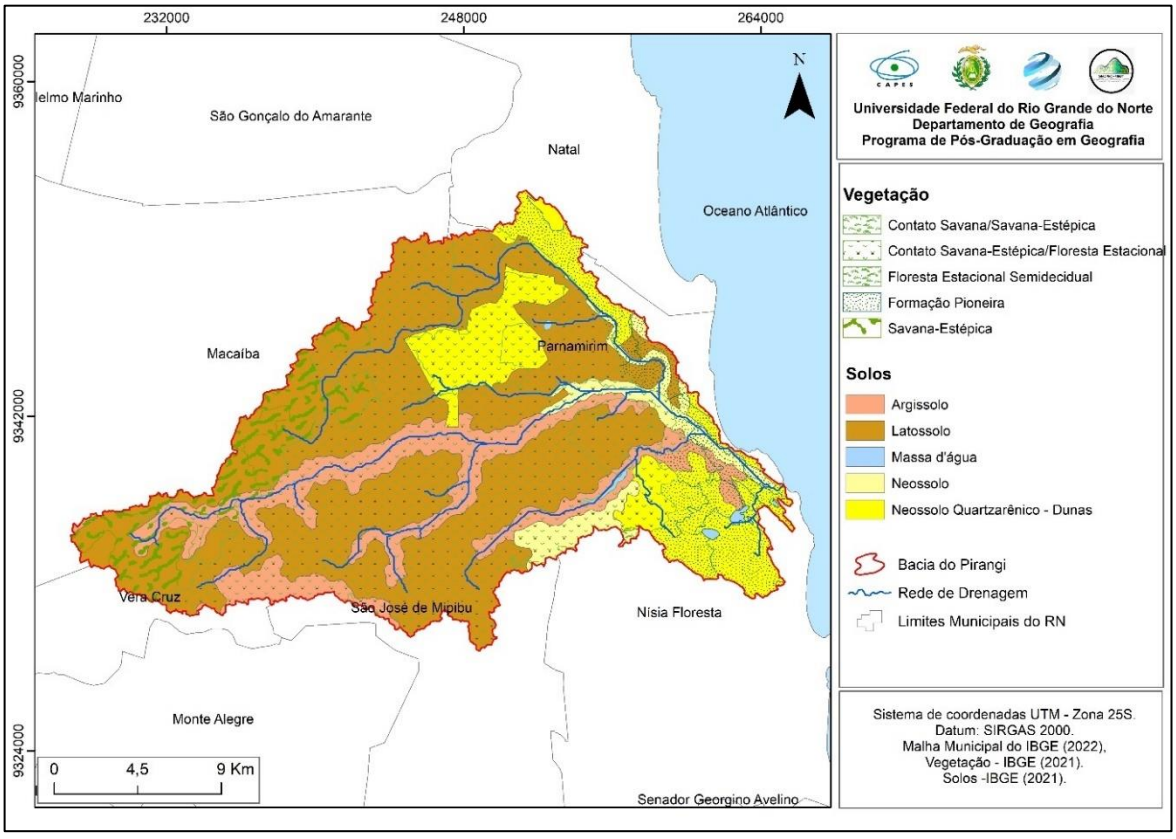
O Neossolo são solos que possuem pouca evolução nos processos pedogenéticos ou ação dos fatores de formação. São solos jovens, constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura. Nota-se também os neossolos quartzarênicos, que constitui as Dunas, estas ligadas aos ambientes de praias e são classificadas como terreno por apresentarem pouco ou nenhuma formação de solo natural sendo o processo de formação é movido pela ação dos ventos, deslocando os sedimentos, por vezes não possibilita sua fixação para desenvolvimento do solo.

Considerando a vegetação pretérita da bacia (antes da modificação antrópica), é possível observar a presença das seguintes vegetações que corresponde às Regiões Fitoecológicas: A Formação Pioneira que são vegetações de primeira ocupação que se estabelecem em áreas com solos instáveis, sujeitas a deposição constante de sedimentos. A Savana-Estépica que corresponde a um tipo de vegetação tropical constituída por gramíneas,

pequenas árvores e arbustos. A Floresta Estacional Semidecidual é um tipo de vegetação encontrada no bioma Mata Atlântica. O Contato Savana Estépica/Floresta Estacional apresenta-se bastante variável, como a transição gradual de gramíneas e árvores esparsas da savana para árvores mais densas da floresta, com possíveis formações preservadas, como savanas arborizadas.

O Contato Savana/Savana Estépica envolve diferenças sutis na densidade de árvores e predominância de gramíneas nas savanas estépicas. As savanas estépicas tendem a ter menos árvores espaçadas, enquanto as savanas podem ter uma densidade maior de árvores devido a fatores climáticos. As ocupações das classes de solos e as fitoclasses da bacia do Pirangi podem ser visualizadas na Figura 4.

Figura 4 – Mapa Pedológico e de Vegetação da bacia do Pirangi (RN)



Fonte: IBGE (2017 e 2021), elaborado pelos autores (2023).

Em relação aos aspectos climáticos, os municípios da bacia do Pirangi, por sua proximidade com o oceano atlântico, são influenciados pelos sistemas atmosféricos da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), as Ondulatórias no Campo dos Alísios (POA), e as Circulações Orográficas, onde há os maiores índices pluviométricos. Dessa forma, os municípios localizados na bacia possuem o domínio climático Tropical do Nordeste Oriental e o subdomínio semiúmido, com duas estações distintas: chuvosa (fevereiro a junho) e seca (julho a janeiro). As temperaturas são quentes o ano todo, e a umidade do ar varia, sendo

maior durante a estação chuvosa. As condições podem variar devido a fatores climáticos e regionais (CPRM, 2005).

Em relação aos recursos hídricos, e as águas subterrâneas, a bacia do Pirangi está inserida no Domínio Hidrogeológico Intersticial e no Domínio Hidrogeológico Fissural. O Domínio Intersticial abrange uma variedade de formações geológicas, incluindo rochas sedimentares do Grupo Barreiras, depósitos aluviais, depósitos costeiros, dunas inativas e depósitos de áreas fluviais e lagunares. Em contraste, o Domínio Fissural é composto por rochas do substrato cristalino e engloba uma subárea com rochas ígneas, representada pelo Complexo Brejinho (CPRM, 2005).

Na porção da bacia que compreende o município de Parnamirim é observado que seu território está quase todo inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Pirangi, sendo banhado pela sub-bacia do Rio Pium. Em relação aos principais cursos d'água presentes nessa porção compreende os riachos Ponte Velha e Água Vermelha, o município é banhado pelo Oceano Atlântico. Os principais cursos d'água são perenes e o padrão de drenagem é do tipo dendrítico (CPRM, 2005).

Conforme a CPRM (2005), o município de Macaíba possui 71,95% de seu território inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Potengi e 26% nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Pirangi. Os principais tributários são: os rios Jundiá, Grande e Japecanga, além dos riachos: Lamarão, Água Vermelha, Taborda, do Mel e do Sangue. O padrão de drenagem é o dendrítico e os cursos d'água têm regime intermitente (CPRM, 2005). Em relação ao município de Vera Cruz apenas 4,99% de seu território está inserido nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Potengi, 20,60% nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Pirangi e 74,48% nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Trairi (CPRM, 2005).

No tocante ao município de São José do Mipibu, segundo a CPRM (2005), 38,19% do território municipal é inserida na bacia do Pirangi e 61,81% é abrangida pela bacia hidrográfica do Rio Trairi. A região é influenciada por diversos cursos d'água, como os Rios Araraí, Urucará, Cajupiranga e Trairí, além dos riachos Taborda, Mendes, Defuntos, do Brejo e Pinho. As lagoas Jacaracica e P. dos Cavalos são os principais pontos de acúmulo de água. A disposição dos cursos d'água segue um padrão de drenagem semelhante a um padrão de árvores (dendrítico), e esses cursos geralmente têm fluxo intermitente, ou seja, podem variar em relação à presença de água ao longo do tempo (CPRM, 2005).

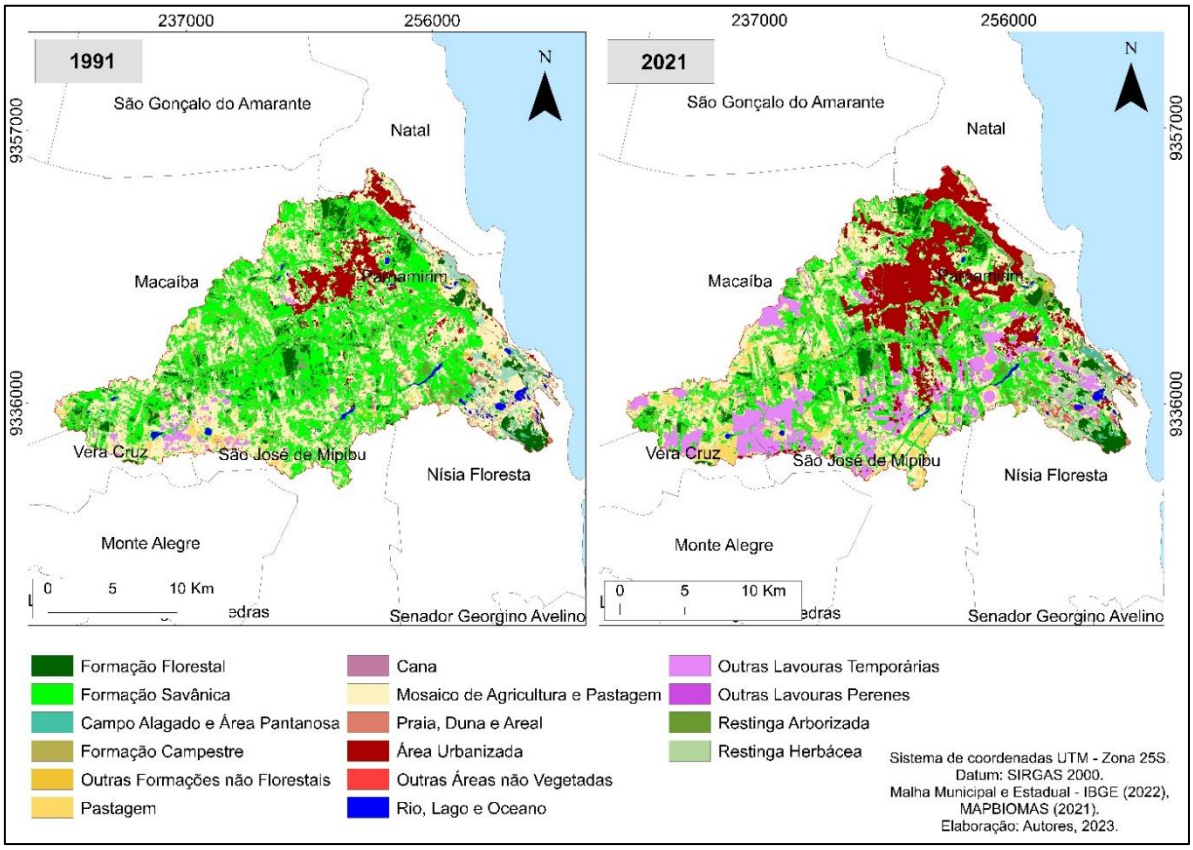
Em relação ao município de Nísia Floresta, conforme a CPRM (2005), é dividido em três partes principais em termos de recursos hídricos: 25,10% pertencem à bacia do Rio Trairi, 20,91% à bacia do Rio Pirangi e 53,99% à Faixa Litorânea Leste de Escoamento Difuso, sendo influenciado principalmente pela sub-bacia do Rio Trairi. Dentro dessas áreas, existem cursos d'água significativos, como o Rio Taborda ou Cajupiranga, o riacho Pium, os Rios

Araraí e Baldum, bem como os riachos Boa Cica e Camurupim. Todos esses cursos d'água têm fluxo contínuo, e a disposição dos cursos segue um padrão de drenagem semelhante a um padrão de árvores (dendrítico). Como o município de Nísia Floresta possui localização próxima ao Oceano Atlântico a leste e apresenta várias lagoas de tamanhos variados em seu território. Algumas das lagoas mais importantes incluem Lagoa do Bonfim, Nísia Floresta, Papeba, Urubu, da Estrada, Papari, da Hiota, do Pium, Redonda, Ferreira Grande, do Carcará, Carnaúba, Papebinha, Seca, Boa Água, Amarela e Olho d'Água (CPRM, 2005).

Nesse viés, na análise integrada dos aspectos físicos como geologia, geomorfologia, solos, vegetação, clima e recursos hídricos são cruciais na análise de uso da terra. Eles fornecem informações sobre estabilidade do solo, melhores usos agrícolas, potencial de desenvolvimento urbano, conservação da biodiversidade, adaptação às condições climáticas e gerenciamento adequado da água. Integrar esses fatores na análise de uso da terra ajuda a tomar decisões informadas que beneficiam tanto as necessidades humanas quanto a saúde do ecossistema.

A partir da análise do mapeamento da cobertura e uso da terra para os anos de 1991, e 2021 das classes do Mapbiomas (Figura 5) indica que durante os 30 anos compreendidos nesta análise, houve um intenso processo de desmatamento e expansão urbana em decorrência das principais atividades econômicas desenvolvidas na bacia.

Figura 5 – Mapa de uso e ocupação da terra na bacia do Pirangi 1991- 2021



Fonte: IBGE, MAPBIOMAS (1991-2021), elaborado pelos autores (2023).

Em relação às atividades antrópicas, nota-se que houve uma modificação na configuração da paisagem na bacia do Pirangi. Em 1991 parte considerável da cobertura da terra era destinado a agricultura e pastagem. É observado que a Formação Savânica ocupa boa parte da terra sendo 184,9 km2. Já no ano de 2021, há uma diminuição da Floresta Savânica ficando em 118,32 km2 uma redução de 36%. É observado o aumento das lavouras temporárias e perenes e aumento da pastagem. As lavouras temporárias aumentaram em 5650% e as perenes em 780%. Comparando os 30 anos, é visto que o uso da terra na bacia foi muito modificado em decorrência das atividades antrópicas. A Tabela 1 mostra a quantificação da cobertura e uso da terra para os anos de 1991 a 2021 na bacia.

Tabela 1: Quantificação da cobertura e uso da terra e estatística para os anos 1991 – 2021

	1991		2021		
Classes de uso e cobertura da terra	Km2	%	Km2	%	Mudança Relativa - 1991-2021%
Formação Florestal	31,43	6,72	30,46	6,51	-3,09
Formação Savânica	184,9	39,52	118,32	25,29	-36,00
Campo Alagado e Área Pantanosa	2,1	0,44	3,49	0,75	67,79
Formação Campestre	12,7	2,71	13,22	2,82	4,26
Outras Formações não Florestais	1,13	0,24	1,10	0,24	-2,65
Pastagem	8,94	1,91	26,60	5,69	197,54
Cana	2,82	0,6	2,79	0,6	-1,06
Mosaiso de Agricultura e Pastagem	168,37	35,99	120,83	25,83	-28,24
Praia, Duna e Areal	4,07	0,87	1,84	0,39	-54,79
Área Urbana	25,12	5,37	72,52	15,5	188,69
Outras Áreas não Vegetadas	0,75	0,16	1,53	0,33	104,00
Rio, Lago e Oceano	4,63	0,99	2,50	0,53	-46,00
Outras Lavouras Temporárias	5,90	1,26	51,92	11,1	780,00
Outras Lavouras Perenes	0,02	0	1,15	0,25	5.650,00
Restinga Arborizada	4,44	0,95	6,20	1,32	39,64
Restinga Herbácea	10,48	2,27	13,26	2,85	26,53
Total	**467,730**	**100**	**467,730**	**100**	

Fonte: MAPBIOMAS (1991 – 2021), elaborado pelos autores (2023).

Com base na Tabela 1 é observado que a área urbana aumentou em 188,69% em um período de 30 anos. Assim, como outras áreas não vegetadas que aumentou 104%. As áreas não vegetadas conforme o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006), compreendem áreas construídas, caracterizadas pela existência de empreendimentos e pelos processos de expansão urbana. Houve uma redução na classe de rio, lago e oceano em 46%, assim como na classe de praia, duna e areal em 54,79%, redução na Formação Florestal em 3,09%, redução na classe de outras formações não florestais em 2,65% e redução na área de cana de 1,06%. Em relação a classe campo alagado e área pantanosa houve um aumento de 67,79%, as classes restinga arborizada e restinga herbácea aumentaram em 39,64% e 26,53%, respectivamente.

Vale destacar que as atividades humanas têm consequências significativas na dinâmica natural da bacia. Processos como a urbanização, industrialização e exploração de recursos podem ocasionam poluição dos recursos hídricos, erosão do solo, perda de biodiversidade, mudanças climáticas, entre outras consequências. Esses impactos não

afetam apenas o meio ambiente, mas também a economia e a sociedade. Adotar práticas sustentáveis é crucial para reduzir esses efeitos negativos e garantir um futuro melhor.

E nesse viés, a quantificação das alterações analisadas na bacia é essencial para o entendimento de como está ocorrendo a dinâmica natural e antrópica, de forma sistêmica e integrada, e essa análise é importante para o planejamento ambiental e a manutenção dos recursos naturais, pois fornece informações cruciais para avaliar os impactos e desenvolver estratégias de gestão adequadas.

Considerações Finais

Verifica-se que o mapeamento dos aspectos naturais e os padrões de uso e ocupação da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Pirangi (RN) nos proporcionou uma compreensão abrangente da dinâmica espacial que caracteriza a área de estudo. Consequentemente, o aumento da população e a correspondente expansão das áreas de pastagem, juntamente com as atividades relacionadas a outras culturas temporárias, configuram-se como manifestações proeminentes desse processo de transformação da paisagem. Além desses aspectos, o mapeamento dos padrões de uso e ocupação da terra oferece outra contribuição essencial, sobretudo no que se refere ao monitoramento de regiões que apresentam potencial fragilidade ambiental.

Nesse sentido, as geotecnologias, atuando como mecanismos para a produção de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), funcionam como ferramentas que possibilitam uma análise geográfica do espaço. Isso não apenas facilita a compreensão do contexto paisagístico atual, mas também possibilita a antecipação de cenários e trajetórias socioeconômicas e ambientais que a região está seguindo. Essa visão minuciosa auxilia sobremaneira órgãos governamentais e a sociedade civil a tomarem decisões bem fundamentadas, especialmente em assuntos relacionados ao planejamento ambiental e à gestão territorial. Dessa forma, a combinação de análises geotecnologias e interpretação dos padrões de uso e ocupação do solo enriquece significativamente a base de conhecimento necessária para o desenvolvimento sustentável da região.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de Mestrado; a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); ao Laboratório de Geografia Física (Lab Geo Fís) e ao Grupo de Pesquisas em Geoecologia das Paisagens, Educação Ambiental e Cartografia Social (GEOPEC).

Referências

BORGES, Aldan Nóbrega. Implicações Ambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Pitimbu (RN) Decorrentes de Diversas Formas de Uso e Ocupação do Solo. 2002. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária, UFRN, Natal – RN.

BOTELHO, R. G. M. Planejamento ambiental em microbacia hidrográfica. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S. da; BOTELHO, R. G. M. (Org.). Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.

BOTELHO, R. G. M.; SILVA, A. S. Bacia hidrográfica e qualidade ambiental. In: VITTE, A.C.; GUERRA, A. J. T. (orgs.). Reflexões sobre a geografia física no Brasil. Rio de Janeiro:Bertrand Brasil, 2011.

BRASIL (1988). [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF: Presidente da República.

CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Rio Grande Do Norte: Atlas Digital dos Recursos Hídricos Subterrâneos. 2005. Disponível em: https://www.sgb.gov.br/publique/Hidrologia/Estudos-Hidrologicos-e-Hidrogeologicos/Rio-Grande-do-Norte---Atlas-Digital-dos-Recursos-Hidricos-Subterraneos-3130.html. Acesso em: 10 ago. 2023.

FARIAS, J. F. APLICABILIDADE DA GEOECOLOGIA DAS PAISAGENS NO PLANEJAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PALMEIRA-CEARÁ/BRASIL. 2015. 224 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015.

FARIAS, J.F.; AMORIM, R.F; SARAIVA JÚNIOR, J.C. Gestão dos recursos hídricos no Rio Grande do Norte. Confins. Disponível em: http://journals.openedition.org/confins/12886 ; DOI : 10.4000/confins.12886 Acesso: 10 de jul. 2023.

FAUSTINO, Aline Berto; RAMOS, Fernanda Faria; SILVA, Sebastião Milton Pinheiro da. Dinâmica temporal do uso e cobertura do solo na Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN) com base em Sensoriamento Remoto e SIG: uma contribuição aos estudos ambientais. 2014. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/sociedadeeterritorio/article/view/5305. Acesso em: 05 jul. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Manual Técnico de Pedologia. 2015. Disponível em:https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Manual Técnico de Geomorfologia. 2009. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro- Rj: IBGE, 2016. 44 v. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Manual Técnico de Geologia. 1998. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv7919.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Manual Técnico de Vegetação. 2012. Disponível em:https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2006). Manual Técnico de Uso da Terra. Rio de Janeiro: IBGE, 91 p.

KAWAKUBO, Fernando; Shinji; MORATO, Rubia Gomes; CAMPOS, Kleber Cavaça; LUCHIARI, Ailton; ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p. 2203-2210.

LIMA, Gabriella Cristina Araújo de. Geoecologia das paisagens aplicada ao planejamento ambiental na bacia hidrográfica do rio Pitimbu/RN - Brasil. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia), Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

LOPES, Luís Henrique Moreira. Uso e Cobertura do Solo no Município de Tailândia-PA Utilizando o TM/LANDSAT e Técnica de Classificação Não-Supervisionada. ENGEVISTA, v. 10, nº 2, p. 126-132, dez. 2008.

QUEIROZ, Fabio Luiz Leonel. Aspectos da Dinâmica Hidrossedimentológica e do Uso e Ocupação do Solo na Bacia do Córrego Arapuá (MS). 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação, UFMS, Três Lagoas – MS.

RAMALHO, Maria Francisca de Jesus Lírio; FARIAS, Darlington Roberto Bezerra. Estudo da Bacia do Rio Pirangi (RN): uma análise morfométrica visando correlações geoambientais. 2010. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br. Acesso em: 08 jul. 2023.

Rio Grande do Norte. Lei nº 6.908, de 01 de julho de 1996. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos, institui o Sistema Integrado de Gestão de Recursos Hídricos e dá outras providências. Acesso em: 21 de jun. 2023.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; LEAL, A. C. Planejamento ambiental de baciashidrográficas desde a visão da Geoecologia das Paisagens. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO,E. (org.). Diálogos em geografia física. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In: Revista do Departamento de Geografia. V.8, p.63-74. 1994.

SCHINEIDER, Vailson. Mapeamento Geomorfológico e Zoneamento Ambiental de Fragilidade na Bacia Hidrográfica do Rio Barra Seca – Espírito Santo. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação e Geografia, UFES, Vitória – ES.

TAMANINI, Maria do Socorro Alves. Diagnóstico Físico - Ambiental para Determinação da Fragilidade Potencial e Emergente da Bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária – PR. 2008. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Setor de Ciências da Terra, UFPR, Curitiba - PR.

VAEZA, Rafael Franco; OLIVEIRA FILHO; Paulo Costa de; MAIA, Adelena Gonçalves; DISPERATI, Atílio Antonio. Uso e Ocupação do Solo em Bacia Hidrográfica Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução. Floresta e Ambiente, v. 17, nº 1, p. 23–29, jan/jun. 2010.

Aportes Recentes sobre o Uso de *Cladonia Verticillaris* como Biomonitor Padrão da Qualidade do Ar

Recent Contributions on the Use of *Cladonia Verticillaris* as a Standard Biomonitor of Air Quality

Eugênia Cristina Pereira
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-5821-0938
verticillaris@gmail.com

Andrezza Karla de Oliveira Silva
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-2492-0894
andrezzakarlaufpe@gmail.com

Maria de Lourdes Lacerda Buril
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-9142-4807
lou.lacerda@gmail.com

Gustavo Gabriel da Silva Alves
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-4994-9239
gustavoalves014@gmail.com

Bruno Fonseca da Silva
Universidade de São Paulo
https://orcid.org/0000-0002-0222-373X
brunofonseca@usp.br

Resumo: A poluição é um dos maiores problemas no mundo. Ela causa perda da biodiversidade e, impacta a saúde humana. O uso de organismos vivos para monitorar a poluição do ar é uma técnica de baixo custo, e liquens são excelentes para este tipo de uso, pois sua nutrição é higroscópica, assim nunca dependendo do substrato para sobrevivência. Este trabalho tem como objetivo verificar, a partir de revisão ampla da literatura, referências bibliográficas acerca da utilização do líquen *Cladonia verticillaris* como biomonitor padrão da qualidade do ar. A metodologia foi desenvolvida através de uma busca ativa por palavras chave como líquen, biomonitoramento da qualidade do ar, *Cladonia verticillaris*, substâncias liquênicas e poluição atmosférica, em base de dados cientificas (Scopus, Web of Science, Periódicos Capes, Scielo, etc). No Nordeste brasileiro a espécie *C. verticillaris* é considerada biomonitor padrão, e mostramos achados recentes e inéditos acerca dessa espécie usada no campo e em condições de laboratório.

Palavras chave: monitoramento ambiental, substâncias liquênicas, poluição atmosférica

Abstract: Pollution is one of the biggest problems in the world. It causes loss of biodiversity, as well as impacts on human health. The use of live organisms for monitoring air pollution is a low-cost technique, and lichens are remarkable for this kind of use since their nutrition is hygroscopic, never depending on the substrate for survival. This study has a goal of verifying, through broad literature survey, bibliographic references about the use of the lichen *Cladonia verticillaris* as standard biomonitor of air quality. The methodology was developed since an active search for keywords as lichen, biomonitoring of air quality, *Cladonia* verticillaris, lichen substances, and atmospheric pollution, in scientific database (Scopus, Web of Science, Periódicos CAPES, Scielo, etc.). In Brazilian Northeast,

the species *C. verticillaris* is considered a standard biomonitor, and we show the recent and novelty findings about this species used in field and laboratory conditions.

Keywords: environmental monitoring, lichen substances, atmospheric pollution

Introdução

Liquens são conhecidos como excelentes indicadores e monitores da qualidade do ar em diversos países. No entanto, os termos **bioindicador** e **biomonitor** ainda são confundidos, por vezes como se fossem uma mesma coisa. Na verdade, enquanto o primeiro indica a qualidade ambiental, ou tipo de ambiente, o segundo possibilita verificar, ao longo de um tempo, qual contaminante e em que concentração se encontra em determinada área problema. Além disso, é possível determinar qual efeito o poluente induz sobre os sistemas vivos. Assim, a qualidade do ar é refletida na diversidade e biomassa de liquens em uma região (Seaward, 1977; Mota-Filho et al., 2004). Por serem organismos com íntimas relações ecofisiológicas com a atmosfera, ao invés de com o seu substrato, são particularmente candidatos promissores para a bioindicação e, consequentemente, biomonitoramento da poluição do ar (Cáceres, 1996). Por isso, podem funcionar como filtros altamente desenvolvidos no monitoramento do ar e também da chuva ácida (Hawksworth, 1990), cujo valor no monitoramento da poluição atmosférica é incontestável por duas razões: a) sua grande sensibilidade aos poluentes pode ser mensurada através de seu desempenho, e b) análises do talo liquênico refletem precisamente a carga de poluição a que estiveram submetidos (Seaward, 1993).

Estudos de biomonitoramento podem ser desenvolvidos com a flora liquênica já existente no local, que se denomina de passivo. Essas observações são antigas, visto que desde 1866 Nylander, um liquenólogo escandinavo, percebeu que certas espécies encontradas nos arredores de Paris não eram detectadas nas áreas mais centrais da cidade. Assim, este pesquisador foi o primeiro a sugerir os liquens como bioindicadores da qualidade do ar (Mota-Filho et al., 2004).

Por outro lado, o biomonitoramento ativo, onde são transportados os liquens de áreas protegidas para as poluídas, demonstram a ação dos poluentes tendo um ponto de partida cronológico e tempo determinado, enquanto o biomonitoramento passivo demonstra o que se passou na área ao longo de um tempo.

No contexto do biomonitoramento ativo, embora este método tenha sido empregado pela primeira vez em Munique por Arnold, no fim do século XIX, foi Brodo, com sua técnica de transplantar discos de casca de árvores contendo liquens, que fundamentou os importantes trabalhos sobre monitoramento ativo de poluição do ar atmosférico que se seguiram (Seaward, 1993). Os achados desses cientistas confirmam a ideia das pessoas como

transformadoras das paisagens e, a competitividade para maior ganho, difusão do capital e avanço da tecnologia, levando o ser humano à criação de verdadeiras "*tecnosferas*", onde a matriz natural inicial é totalmente descaracterizada em prol do desenvolvimento.

Dessa forma, com o avanço dos estudos acerca do biomonitoramento do ar no Brasil e em Pernambuco, vários dados merecem ser compilados, a fim de se ter base dos aportes fornecidos até o momento sobre o assunto e, quais perspectivas estão abertas para futuros estudos. Nesse contexto, foi objetivo deste estudo, elaborar o panorama acerca do uso do líquen *Cladonia verticillaris* como biomonitor da qualidade ambiental, rastreando, inclusive, radionuclídeos e, atestando a ação dos biocombustíveis sobre a atmosfera.

METODOLOGIA

Foi realizada busca ativa por artigos científicos em bases científicas de dados virtuais (Scopus, Web of Knowledge, Scielo, Periódicos CAPES, etc.), bem como repositórios de trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses.

Foram buscadas e cruzadas palavras chave como biomonitoramento, *Cladonia verticillaris*, poluição atmosférica, radionuclídeos, substâncias liquênicas, liquens, dentre outros, além do cruzamento.

Os textos encontrados foram divididos segundo temática dentro do biomonitoramento ambiental, sobretudo com uso da espécie alvo, e construído um artigo de revisão, com foco no que se já conhece dentro do tema e algumas novas contribuições.

Generalidades sobre o uso de liquens como biomonitores e o líquen de *Cladonia verticillaris*

No Brasil, o uso de liquens no monitoramento ambiental é recente em relação aos estudos desenvolvidos na Europa. Em Pernambuco o assunto também é tão recente quanto, embora os primeiros estudos sejam da década de 1990, primeiro enfocando o município do Recife como uma primeira aproximação do problema, além da seleção de espécies liquênicas adequadas ao biomonitoramento (Cáceres, 1996; Mota-Filho et al., 2003).

Assim, conseguiram-se identificar pontos de alta, média e baixa qualidade do ar no Recife, usando plantas superiores, liquens, briófitas e pteridófitas como possíveis biomonitores e, espécies de Cladoniaceae como aptas ao transplante de áreas preservadas para as serem biomonitoradas (Cáceres, 1996; Mota-Filho et al., 2003).

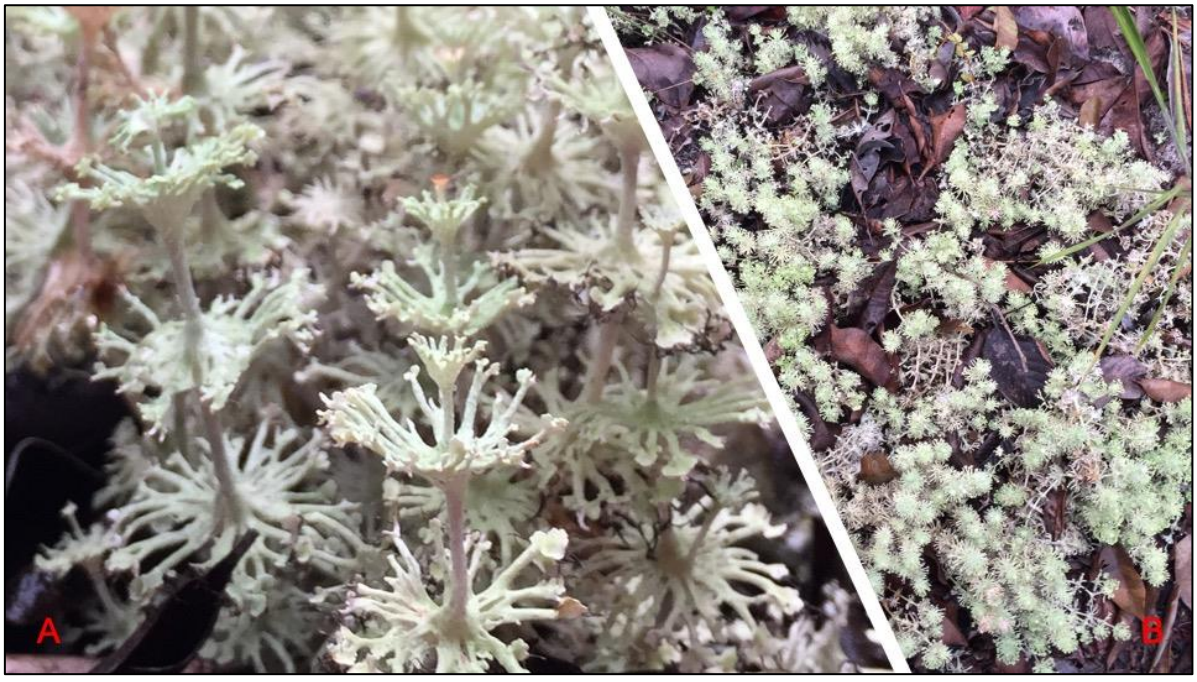
Estudos de biomonitoramento passivo, empregando a técnica de determinação do IPA (Índice de Pureza Atmosférico) também tomou espaço nesses estudos, monitorando-se bairros e praças do Recife (Silva et al., 2014). Além disso, a aplicabilidade do método é tão simples, que estudantes de nível médio podem empregar no intuito de fortalecer seus

conhecimentos, além de desenvolver atividades de sensibilização ambiental. Nesse contexto, Alves (2021) aplicou com estudantes da educação básica o biomonitoramento passivo, tendo excelente *feedback* desses adolescentes. Os resultados demonstraram uma maior compreensão dos alunos em relação aos impactos causados, principalmente pelo alto tráfego de veículos, na relação meio ambiente e saúde humana.

Visto as respostas satisfatórias dessas espécies, Silva (2002) desenvolveu estudos no sentido de padronizar uma delas para ações de biomonitoramento ativo, tanto no ambiente como em laboratório. A espécie *Cladonia verticillaris* (Figura 1) foi considerada e ratificada como biomonitor padrão da qualidade do ar, o que balizou estudos subsequentes do Grupo de Liquenologia Aplicada da Universidade Federal de Pernambuco.

Nesses estudos iniciais, a produção de suas substâncias fenólicas, protetoras contra às adversidades ambientais, era medida, bem como danos à estrutura externa, avaliada por microscopia eletrônica de varredura.

Figura 1 - *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. A: vista aproximada do talo; B – ocorrência em seu ambiente natural, formando tufos.



Fonte: os autores (2023)

Plantas industriais e laboratório

A partir desses estudos que norteavam o comportamento da espécie frente a contaminantes atmosféricos, foram conduzidas novas investigações com *C. verticillaris* em ambiente industrial. Estes foram complementados com ensaios de monitoramento em laboratório, usando os produtos manufaturados e/ou utilizados nessas Unidades.

Partindo de um estudo em escala macro, Freitas (2006) analisou amostras desta espécie distribuída em diferentes pontos do Complexo Industrial e Portuário de SUAPE. Foi possível identificar as áreas cujas indústrias desenvolviam tecnologias limpas, em relação às emitentes de fontes poluidoras.

Já em indústria petroquímica Oliveira (2007; 2011) conseguiu identificar pontos mais preservados dentro da planta industrial, bem como emissões fugitivas, que causavam risco à intoxicação ocupacional dos trabalhadores da empresa. Em laboratório, produtos de manufatura da petroquímica foram testados, atestando uma forte ação tóxica do ciclohexano e do estireno (Oliveira, 2007; 2011; Villarouco et al., 2007).

Em área de indústria de baterias automotivas, circundada por usinas de derretimento do chumbo, foi possível mapear os pontos de maior contaminação no município sede desses empreendimentos. Em adição, atribuiu-se à disposição do relevo e transporte de poluentes por correntes aéreas como parâmetros físicos facilitadores, e/ou barreiras, para formação de áreas poluídas, cuja população local sofria com graves problemas de saúde derivados da poluição por chumbo, NOx e SOx. Em laboratório, ensaios controlados utilizando o acetato de chumbo sobre *C. verticillaris* ratificaram os dados obtidos em campo (Mota-Filho et al., 2007), o que também foi verificado por Silva (2002) que testou o dióxido de chumbo.

Também em ambiente industrial com a mesma espécie, Cunha et al. (2007) monitoraram os efeitos da extração e beneficiamento do calcário, tanto na indústria, como na cidade onde ela se situava. Os resultados demonstraram alta insalubridade do ar, à medida em que as amostras eram posicionadas mais próximas à indústria de calcinação, ou às minas onde havia extração mediante explosões. No entanto, não foi possível correlacionar esses resultados às ocorrências de problemas respiratórios ou óbitos, visto que os pacientes acometidos de sintomas dessa natureza eram transportados para centro maiores, onde provavelmente faleciam.

Nesse mesmo direcionamento, Silva (2013) monitorou estações de tratamento de esgoto, verificando se a volatilização dos sulfatos e do policloreto de alumínio, bem como do formaldeído, utilizados nos processos de purificação da água eram prejudiciais aos organismos e trabalhadores dessa estação. Esta, localizada em propriedade com vegetação de mata Atlântica, foi alvo de preocupação, pois as respostas do líquen puderam ser extrapoladas aos organismos daquele ecossistema. Além de se constatar a toxicidade, o formaldeído foi considerado o mais danoso aos sistemas vivos.

Estudos mais recentes em campo e laboratório

Com a ratificação de *C. verticillaris* como biomonitor padrão, estudos subsequentes foram conduzidos para, cada vez mais, se conhecer o comportamento da espécie frente a agressões ambientais.

Nesse contexto Pereira (2011) monitorou ambientes circunvizinhos a plantações da cana-de-açúcar, usando a mesma espécie e, colocando-a em duas reservas ecológicas como pontos controle. O autor verificou que as amostras posicionadas próximas às plantações e na Reserva Gurjaú, também com monocultivo da cana nas suas cercanias, apresentaram acúmulo de produtos intermediários do metabolismo de seu composto principal e, teores desiquilibrados de pigmentos fotossintéticos. O segundo ponto controle, mesmo sendo dentro de uma reserva, mas próximo à área urbana, com influência de avenidas e rodovias, também demonstrou sensibilidade da espécie.

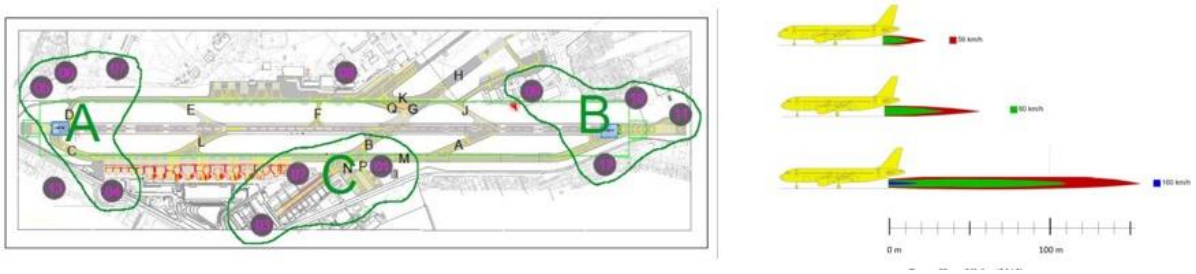
No caso das áreas sob influência das plantações de cana-de-açúcar sabe-se que estas são altamente poluídas na época da queima, pela emissão de gases, elevando o teor de NOx, SOx e CO na atmosfera. Em adição, elementos volatilizados da adubação química, transportados pelos ventos, sobretudo os nitrogenados, podem afetar organismos de áreas com vegetação natural, sobretudo os liquens, com ênfase à espécie *C. verticillaris* (Vasconcelos et al., 2013).

Estudos sobremaneira inéditos foram conduzidos com a mesma espécie, apresentando resultados expressivamente robustos. Vieira (2018) ao biomonitorar os campos de pouso e decolagem do Aeroporto Internacional dos Guararapes (Recife, PE) foi capaz de mapear as áreas com diferentes intensidades de poluição, inclusive traçando as rotas terrestres das aeronaves, mediante respostas dos liquens.

O monitoramento no entorno da pista demonstrou que em toda área, as amostras expostas responderam às agressões dos poluentes atmosféricos. No entanto, o que chamou maior atenção foi a ênfase dadas às áreas B e C (Figura 2), cujo cruzamento de informações meteorológicas, tráfego de veículos e aeronaves, e também considerando as diferenças de intensidade do *jatblast* demonstraram influência direta no funcionamento de *C. verticillaris.*

Vale salientar que na literatura não foi encontrado nenhum estudo, ao nível mundial, que mencionasse monitoramento na parte interna de um aeroporto, apenas um nas cercanias. Dessa forma, resultados desse estudo são de um ineditismo relevante.

Figura 2 – Pista de pouso e decolagem do aeroporto Internacional do Recife (esquerda) e modelo esquemático da intensidade do *jetblast versus* distância de segurança em aeronaves do tipo A320-200



Fonte: Vieira (2018)

Tomando rumo no ineditismo da investigação Silva et al. (2021; 2023), com base no estudo de Pereira (2014), voltaram atenção para os efeitos que as *blends* de biodiesel poderiam causar em sistemas vivos, visto que a maioria dos estudos eram voltados à eficiência desse biocombustível em motores estacionários (Figura 3), bem como as sementes produtoras do óleo e sua mistura ao diesel de petróleo.

Figura 3 – *Cladonia verticillaris* exposta ao escapamento de motor estacionário (A), movido ao *blend* de biodiesel com diesel de petróleo em diferentes distâncias da fonte de poluentes (B).

Fonte: Pereira (2014)

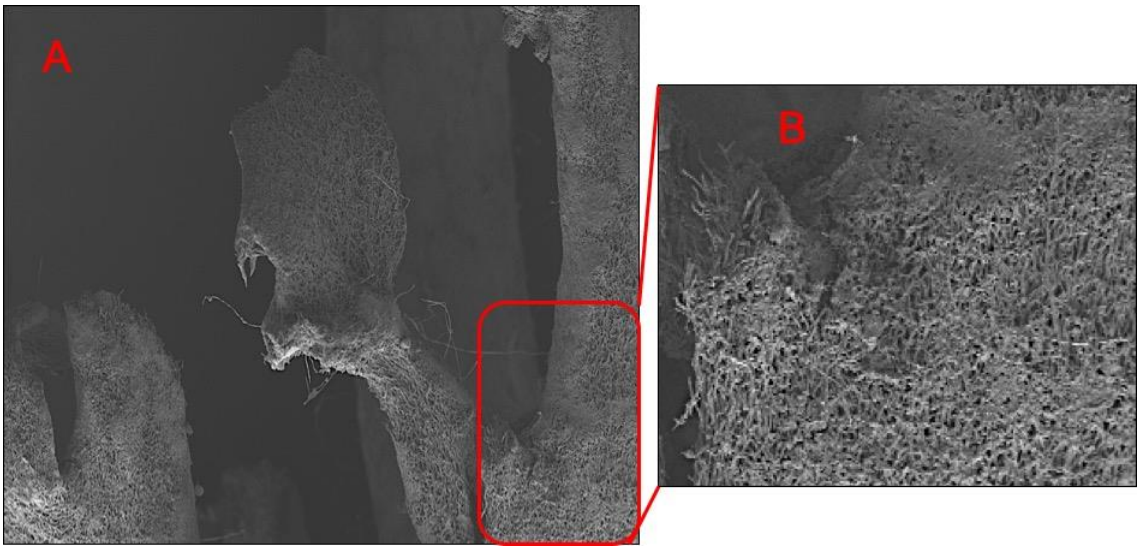
Os autores, após verificarem as modificações químicas e estruturais da espécie, com destaque para a mistura B40, que demonstrou alto estresse ao líquen, que produziu *n*-alcanos de cadeia longa e significante produção de clorofilas e danos morfológicos severos, em relação às concentrações mais baixas do biodiesel no diesel de petróleo (B7 e B10). Nas

concentrações mais altas (B50 e B70) houve redução do perfil de *n*-alcanos e dos teores de clorofilas. O aumento na produção dos metabólitos secundários da espécie corroborou os dados obtidos, bem como os achados de Silva (2002) e Mota-Filho et al. (2007). A concentração de 70 % (B70) também demostrou danos fisiológicos na espécie liquênica, apresentando formação de escamas em sua estrutura, devido a estresses e desidratação ocasionados pela emissão de poluentes (Figura 4). Dessa forma, foi confirmado que altas concentrações de biodiesel na mistura com diesel de petróleo causaram graves impactos a *C. verticillaris*.

Visto as respostas satisfatórias, Silva et al. (2023) analisaram talos de *C. verticillaris* submetidos a concentrações intermediárias (10 a 40 %) de *blends* de biodiesel com o diesel de petróleo. Neste caso, os danos não foram significantes para afetar a integridade do talo liquênico, tornando possível recomendar o uso de misturas com até 40 %.

Da mesma forma, no sentido de se verificar a eficácia de outros tipos de biocombustível usados em motores estacionários, o biogás produzido a partir de diferentes substratos orgânicos (restos alimentares do Restaurante Universitário da UFPE e lodo de depuração de estação de tratamento de esgotos) também causou danos à química e estrutura liquênica (dados ainda não publicados). Verificou-se que o motor movido ao biogás produzido foi tão danoso ao funcionamento e estrutura do líquen, quanto o produto sintético usado como controle. Este estudo ainda carece de mais testes e aprofundamentos, vistos resultados iniciais bastante relevantes.

Figura 4 – Micrografia em varredura do líquen *Cladonia verticillaris* submetido ao escapamento de motor movido pela mistura de biodiesel ao diesel de petróleo na concentração de 70 % (B70). A: vista do talo com formação de escamas, denotando danos estruturais; B: detalhe dos danos estruturais causados ao talo pós exposição.



Fonte: os autores (2023)

Elementos dispersos no ambiente e em ambientes fechados

Sabe-se que produtos dispersos em ambientes fechados, como centros hospitalares e de comércio, com ênfase ao formaldeído, usado nos produtos de limpeza e desinfecção, bem como no mobiliário (fórmicas e MDF), provoca o que se conhece como síndrome dos edifícios doentes. Cruz et al. (2009) demonstraram o efeito do formaldeído sobre o líquen *Cladia aggregata,* que respondeu fisiológica e quimicamente aos gases do produto em condições de laboratório. Atribuíram ao composto a agressão causada às células do líquen, capacitando-o para monitoramento da qualidade do ar em sistemas fechados. Esse estudo norteou Silva et al. (2021) a testarem *C. verticillaris* em ambientes de trabalho de funcionários e laboratórios de estudantes que atuavam na anatomia animal em Universidade Estadual do Rio de Janeiro. Os autores atestaram uma diferença significativa na produção de clorofilas e de seus produtos de degradação (feofitinas), que puderam ser correlacionados aos ambientes de menor ventilação, onde o acúmulo dos gases tóxicos era maior. Assim, evidenciou-se uma desordem biológica nos organismos, causados pela exposição ao formaldeído.

Ainda no ambiente, sabe-se que existem contaminantes radioativos, e a sensibilidade dos liquens aos radionuclídeos. Alves (2018) realizou experimento em campo, nos arredores do Centro Regional de Ciências Nucleares do Nordeste, no intuito de detectar alguma emissão fugitiva de radionuclídeos para o exterior da Unidade. Após quantificação de fenóis, pigmentos, condutividade elétrica das células e, medição das amostras por Espectrometria Gama de Alta Resolução – EGAR, constatou que após 120 dias de exposição os danos causados a estrutura liquênica, em detrimento a exposição aos poluentes, causou morte ou danos severos à estrutura celular. Além disso, foi possível observar que todos os pontos evidenciaram altas concentrações de Chumbo (Pb^{210}) e Potássio (K40), ambos considerados metais pesados, o que pode ter contribuído nas alterações dos metabólitos secundários corroborando com os resultados encontrado No entanto, grande influência dos danos pode também ser relacionada à BR-101 localizada a 50 metros dos experimentos e, que nessa época, estava em reforma, enfatizando ainda mais o tráfego de tratores e outros veículos de grande porte.

Ainda no contexto dos radionuclídeos, Silva et al. (2022) avaliaram o efeito do Rn-222 sobre talos de *C. verticillaris* sob condições controladas. A espécie demonstrou resistência e pouca modificação nos teores de seus pigmentos fotossintéticos. Por outro lado, a síntese de seu principal composto, o ácido fumarprotocetrárico, e acúmulo de substâncias intermediárias como mecanismo de defesa, foi constatado. Os dados corroboram estudos anteriores de Mota-Filho et al. (2007) e Silva (2002), mas ratificada a vitalidade do talo

liquênico. O acúmulo de isótopos do decaimento do Rn-222 foi incipiente, em virtude da resistência do líquen ao radionuclídeo.

Os estudos realizados por Silva (2011) também procuraram compreender os efeitos da radioatividade em *C. verticillaris* localizadas no Nordeste brasileiro. A espécie foi exposta a diferentes doses de radiação gama. Uma alta produção do ácido fumarprotocetrárico foi observada atrelada à degradação da clorofila. A atranorina, substância prioritariamente produzida no metabolismo secundário da rota biossintética do ácido fumarprotocetrárico, possui uma alta produção em dose de 10.000 Gy. A pesquisa também demostrou que a quantidade de ácidos liquênicos produzida pela espécie durante a exposição são diferentes para cada região de coleta e, a necessidade de ampliação das técnicas analíticas empregadas para verificação de substâncias produzidas e/ou modificadas pela radiação.

Conclusões

A discussão aqui realizada demonstra a eficácia na aplicabilidade de *C. verticillaris* no biomonitoramento de elementos dispersos no ambiente, os contaminantes atmosféricos. A espécie oferece respostas previsíveis como alteração de seus metabólitos protetores, ou fenóis liquênicos, acumulando-os na forma de produtos intermediários como mecanismo de defesa; também alteração nos teores de pigmentos fotossintéticos, atestando prejuízo à atividade fotossintética, necessária à manutenção da sua vitalidade; ou ainda danos estruturais internos e internos, até o desaparecimento da biota local como estágio culminante das agressões humanas ao meio.

Por fim, considera-se a realização de estudos como estes de grande importância para ampliação da transferência de conhecimento produzido no ambiente acadêmico, preservação ambiental e desenho de políticas públicas.

Referências

ALVES, G. G. S. Biomonitoramento ativo de poluentes atmosféricos no CRCN pelo líquen Cladonia verticillaris. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia Licenciatura) - Universidade Federal de Pernambuco.

ALVES, G. G. S. Uso do biomonitoramento da qualidade do ar como ferramenta para o ensino e educação ambiental. 2021. 86 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

CÁCERES, M. E. S. Biomonitoramento ativo e passivo da qualidade do ar atmosférico na cidade do Recife. 1996. 77 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1996.

CRUZ, M. B.; PEREIRA, E. C.; SILVA, N. H.; MOTA-FILHO, F. O.; MARTINS, M. C. B. Monitoramento da ação do formaldeído sobre *Cladia aggregata* (líquen) em condições de laboratório. Caminhos de Geografia, v. 10, n. 29, p. 76 – 87, 2009.

CUNHA, M. H. A.; SILVA, J. M.; FILHO, F. O. M.; SILVA, N. H.; PEREIRA, E. C. G.Cladonia verticillaris (Raddi) Fr., para diagnostico da salubridade do ar decorrente da extração e beneficiamento de calcário em Vertente do Lério, Pernambuco (Brasil). Caminhos de Geografia, v. 8, n. 22, 2007.

FREITAS, F. M. R. Uso de *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. (Líquen) como biomonitor da qualidade do ar no Complexo Industrial Portuário de SUAPE- PE. 2006. 69 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2006.

HAWKSWORTH, D. L. The long-terms effects of air pollutants on lichen communities in Europe and North America. In: Woodwell, G.M. (ed.) Patterns and processes of biotic impoverishment. Cambridge: Cambridge University Press, 1990, p. 45-64.

MOTA-FILHO, F. O. SILVA; N. H. ANDRADE; L. H. C.; PEREIRA, E. C. G.; VICENTE, C.; LEGAZ, M. E. Análise de pigmentos de plantas e liquens no Recife como parâmetro de avaliação da poluição ambiental. Revista de Geografia, v. 20, n. 2, p. 43-61, 2003.

MOTA-FILHO, F. O.; PEREIRA, E. C.; SILVA, R. A.; XAVIER-FILHO, L. Liquens: bioindicadores ou biomonitores? Disponível em: MOTA-FILHO, F. O.; PEREIRA, E. C.; SILVA, R. A.; XAVIER-FILHO, L. Liquens: bioindicadores ou biomonitores? Disponível em: http://biomonitor.ist.utl.pt/biomonitor/index.php?option=com_content&task=view&id=9&Itemid=2. Acesso em: 20 ago. 2023.

MOTA-FILHO, F. O. M.; PEREIRA, E. C. G.; LIMA, E. S.; SILVA, N. H.; FIGUEIREDO, R. C. B. Influência de poluentes atmosféricos em Belo Jardim (PE) utilizando *Cladonia verticillaris* (líquen) como biomonitor. Química Nova, v. 30, n. 5, 2007.

OLIVEIRA, M.A.G.S. Avaliação da qualidade do ar em ambiente industrial usando *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. como biomonitor. 2007. 32 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

OLIVEIRA, M.A.G.S. Avaliação da qualidade do ar em ambiente industrial usando líquen como monitor de possíveis riscos de intoxicação ocupacional. 2011. 64 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

PEREIRA, I. M. C. Biomonitoramento ativo em áreas de Pernambuco: uma perspectiva da influência da cana e de outras fontes poluidoras. 2011. 40 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

PEREIRA, I. M. C. Monitoramento da emissão de poluentes por motores movidos a biodiesel através do uso de líquen. 2014, 66 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

SEAWARD, M.R.D. Lichen Ecology. London: Academic Press, 1977.

SEAWARD, M.R.D. Lichens and sulfur dioxide air pollution: field studies. Environ. Rev. n. 1, 1993.

SILVA, H. P. B. Efeitos das radiações gama e ultravioleta sobre *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. (LÍQUEN) coleta em diferentes ambientes do nordeste do Brasil. 2011. 116 f. Tese (Doutorado em Tecnologias Energéticas e Nucleares) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

SILVA, R. A. *Cladonia verticillaris* (líquen) como biomonitor padrão da qualidade do ar no distrito de Jaboatão-PE. 2002, 159 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2002.

SILVA, B. C. G. Efeitos de contaminantes sobre *Cladonia verticillaris*. 2013. 90f. Dissertação (Mestrado em Ciências Geográficas) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

SILVA, A. K. O.; PEREIRA, I. M. C.; SILVA, N. H.; MOTA-FILHO, F. O.; PEREIRA, E. C. Liquens utilizados como biomonitores da qualidade do ar no parque da Jaqueira – Recife – Pernambuco. GEO UERJ, v. 1, n. 25, 2014.

SILVA, I.G.; DE OLIVEIRA NUNES, C.R.; DE OLIVEIRA COSTA, R.; PEREIRA, E.C.; CANELA, M.C. Formaldehyde exposure and atmospheric biomonitoring with lichen *Cladonia verticillaris* in an anatomy laboratory. Environ Sci Pollut Res, v. 28, 2021.

SILVA, B.F.; PEREIRA, I.M.C.; DE MELO, J.C.; MARTINS, M.C.B.; BARBOSA, M.O.; SILVA, A.K.O.; SIQUEIRA, W.N.; SILVA, N.H.; OLIVEIRA, A.F.M.; VICENTE, C.; LEGAZ, M.E.; PEREIRA, E.C. *Cladonia verticillaris* (lichen) indicates negative impacts derived from the combustion of biodiesel blends: an alert for the environmental management for biofuels use. Environmental Monitoring and Assessment, v. 193, 2021.

SILVA, B.F.; PEREIRA, I.M.C.; DE MELO, J.C.; MARTINS, M.C.B.; SILVA, A.K.O.; LIMA, D. N. S.; SILVA-BOTELHO, J. B. S.; PEREIRA, E.C. Effects of Exhaustion Gases from Biodiesel Blends on the Lichen *Cladonia verticillaris*: A Complimentary Evaluation**.** Revista Brasileira de Geografia Física, v.16, n. 04, 2023.

SILVA, B.F., DA SILVA, K.E.M., DE FARIAS, E.E.G. et al. *Cladonia verticillaris* (lichen) can exhibit defense mechanisms against Rn-222 under controlled conditions. J Radioanal Nucl Chem, v. 331, 2022.

VASCONCELOS, T. L.; PEREIRA, E. C.; SILVA, N.H.; VICENTE, C.; LEGAZ, M. E. A natural mechanism of safety developed to prevent ammonium toxicity in the lichen *Cladonia verticillaris*. Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 98, 2013.

VIEIRA, H. S. S. Utilização de liquens para o biomonitoramento da qualidade do ar no aeroporto internacional do Recife/Guararapes. 2018. 54 f. Monografia (Bacharelado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

VILLAROUCO, F.M.O.; FREIRE, E.V.F.; PEREIRA, E.C.; PEREZ, R.E.U. Análise do líquen *Cladonia verticillaris* (Raddi) Fr. em condições de laboratório sob efeito do estireno e ciclohexano. Interciência (Caracas), v. 32, n. 4, 2007.

Análise do Impacto da Pandemia do COVID-19 na Percepção dos Serviços Ecossistêmicos Providos por Parques Urbanos na Cidade do Recife

Analysis of the Impact of the COVID-19 Pandemic on the Perception of Ecosystem Services Provided by Urban Parks in the City of Recife

Beatriz Oliveira Gomes Florencio
Instituto Federal de Pernambuco – IFPE
https://orcid.org/0000-0003-1354-2864
beatriz15301@gmail.com.br

Carlos Eduardo Menezes da Silva
Instituto Federal de Pernambuco – IFPE
https://orcid.org/0000-0003-1156-156X
carlosmenezes@recife.ifpe.edu.br

Resumo: Parques urbanos promovem múltiplos Serviços Ecossistêmicos contribuindo para melhoria do bem-estar físico e mental dos habitantes. No entanto, devido às restrições impostas pela pandemia do COVID-19, muitos cidadãos foram privados de usufruir desses espaços. Visando identificar o impacto causado por essas restrições na percepção dos visitantes, este estudo analisou de forma comparativa a Disposição a Pagar dos usuários frente a esses serviços em três parques urbanos inseridos na cidade do Recife. Utilizando o Método de Valoração Contingente e o modelo estatístico de análise Probit Bivariado, foi identificado que não houve variação significativa na percepção entre os períodos. Observou-se que antes da pandemia 73% dos entrevistados afirmaram estar "dispostos a pagar", enquanto após o período pandêmico esse percentual caiu para 58%. Concluiu-se que o formato de aplicação dos questionários pode influenciar as amostras, uma vez que os questionários online possuem o viés de atingir pessoas com mais alta renda e escolaridade.

Palavras-chave: Parques Urbanos. Serviços Ecossistêmicos. Valoração Econômica. COVID-19. Bem-estar.

Abstract: Urban parks promote multiple Ecosystem Services that can contribute to the improvement of the physical and mental well-being of the inhabitants. However, due to the restrictions imposed by the COVID-19 pandemic, many citizens cannot access these spaces. Aiming to identify the impact caused by these restrictions on the perception of visitors, this study analysed the users' Willingness to Pay for these services in three urban parks in the city of Recife. By Using the Contingent Valuation Method and the statistical model of Bivariate Probit, it was identified that there was no significant variation in perception between periods. It was observed that before the pandemic, 73% of respondents said they were Willingness to Pay, while after the pandemic period, this percentage dropped to 58%. Finally, the research provides that the questionnaire application format can influence the samples since online questionnaires have the bias of reaching people with higher income and education.

Keywords: Urban Parks. Ecosystem Services. Economic Valuation. COVID-19. Well-being.

Introdução

O aumento de áreas verdes na paisagem urbana é crucial para promoção de cidades mais saudáveis e resilientes (DAVIS et al., 2021). Porém, o crescente processo de urbanização tem diminuído a proporção de terras destinadas a áreas verdes públicas, no entanto, para garantir a qualidade de vida nas cidades, é necessário priorizar acessos a esses espaços, pois estes fornecem uma diversidade de benefícios para os residentes urbanos (NOSZCZYK et al., 2022; UGOLINI et al., 2020a).

O contato com áreas verdes proporciona melhores resultados a saúde física e mental dos indivíduos. Estima-se que o nível de solidão é menor entre pessoas que moram a menos de 1600m de áreas verdes (ASTELL-BURT et al., 2021). Além disso, um expressivo número de mortes prematuras poderia ser evitado todos os anos se houvesse uma expansão nas oportunidades de acessos a espaços verdes nas cidades (BARBOZA et al., 2021).

No entanto, devido ao período de isolamento social causado pela pandemia, o acesso à essas áreas foi reduzido. A pandemia do COVID-19, além de causar danos físicos, provocou alterações comportamentais e afetou a saúde psicológica das pessoas, uma vez que foi necessário adaptar-se a repentinas mudanças e viver sob circunstâncias instáveis (JATO- ESPINO et al., 2022). Sobretudo, os espaços verdes são essenciais para minimizar os danos psicológicos causados pela pandemia (ERDÖNMEZ; ATMIŞ, 2021).

Estima-se que no segundo período de confinamento em 2020, a utilização de espaços ao ar livre superou a demanda usual em tempos de condições normais e apesar do retorno gradual de outras atividades de lazer, o aumento da procura por espaços ao ar livre foi mantido. Especula-se que o isolamento antecipou um “reengajamento” por recreação ao ar livre, o que aponta mudanças estruturais na preferência por espaços verdes (DAY, 2020).

Este é um comportamento esperado, considerando que a escassez de um bem eleva seu valor de mercado (MOTTA, 1997). Dentre os diversos tipos de áreas verdes urbanas existentes, os parques urbanos são considerados um dos principais elementos pois suas características físicas e sociais proporcionam ambientes aptos para o incentivo de práticas de atividades físicas e recreativas, além de ser um espaço para contemplação da natureza (SZEREMETA; ZANNIN, 2013; MENESES, 2018; GRIMA et al., 2020). Contudo, os parques

são classificados como bens públicos e não possuem valores de mercado definidos.

Visando garantir a proteção e a gestão dos serviços ecossistêmicos e incluí-los nas políticas públicas das cidades, métodos de valoração mostram-se um instrumento com grande potencial (PALACIOS et al., 2021), pois os responsáveis pelo planejamento urbano e os formuladores de políticas públicas precisam cada vez mais de evidências e dados quantitativos para embasar e proporcionar intervenções nas cidades (BARBOZA et al., 2021). Desse modo, através do método de valoração contingente é possível identificar o valor monetário desses espaços, tornando-se uma importante ferramenta para evidenciar arelevância desses espaços para que os mesmos recebam o financiamento necessário frente aos benefícios que geram (SILVA et al., 2022).

No entanto, grande parte dos estudos publicados sobre os parques urbanos da cidade do Recife não abordam o valor monetário dos parques. Alguns abordam a gestão e o planejamento dessas áreas (MENESES, 2018; PAZ, 2016), outros focam em explorar as

condições físicas e territoriais, o uso e ocupação do solo e a qualidade da cobertura arbórea (MENESES et al., 2021; SILVA; GREGÓRIO; CARNEIRO, 2016; SILVA, 2021; SOUZA, 2011; VILAÇA et al., 2016) e alguns outros tratam sobre a valoração dos serviços ecossistêmicos providos por esses espaços (LIMA, 2019; REIS et al., 2018; REIS; SILVA, 2018; SILVA et al., 2022).

Porém, quando se trata do impacto da pandemia em relação a percepção dos usuários dos parques, em Recife, ainda não há estudos publicados. Enquanto já existem estudos desenvolvidos em outras regiões do Brasil (INSTITUTO SEMEIA, 2022) e em outros países (SOARES; BRASIL, 2020; GENG et al., 2020; BERDEJO-ESPINOLA et al., 2022).

Portanto, este estudo tem como objetivo principal utilizar o método de valoração contingente para analisar a influência do período pandêmico na percepção dos serviços ecossistêmicos providos por três parques urbanos na cidade Recife.

Metodologia

O presente trabalho consiste em uma pesquisa de natureza aplicada, abordando o problema de forma quantitativa, uma vez que se fará uso de técnicas estatísticas para análise dos dados. Quanto aos objetivos, trata-se de uma pesquisa exploratória que executou os procedimentos técnicos correspondentes a um estudo de caso (GIL, 2008).

Vale ressaltar que esta pesquisa foi realizada considerando dois cenários distintos, o período pré pandemia que corresponde aos anos de 2018 e 2019 e o pós-período pandêmico, correspondendo aos anos de 2020 a 2022.

Caracterização da Área

O município do Recife, capital do estado de Pernambuco, está localizado no litoral do Nordeste brasileiro, possui uma população estimada de 1.488.920 habitantes e um território de aproximadamente 219 km² (IBGE, 2023). Atualmente, Recife conta ao todo com 15 parques urbanos, 12 destes ofertam opções de lazer e esporte. Estima-se que os parques do Recife correspondem a 0,45% da cobertura territorial da cidade (MENESES et al., 2021).

Neste trabalho, foram estudados três parques urbanos, o Parque da Jaqueira, Parque da Macaxeira e Parque Santana.

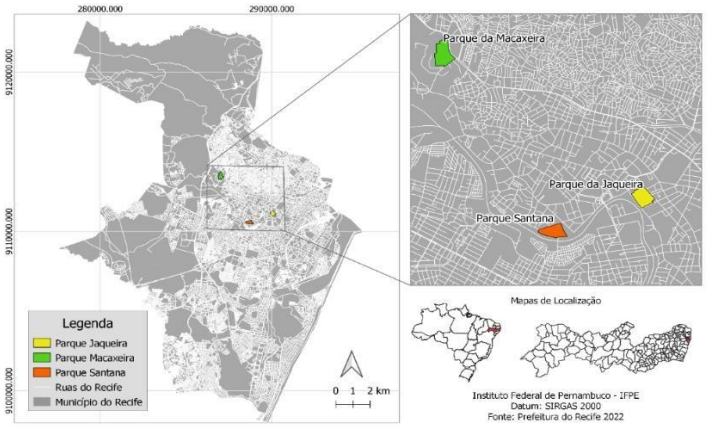
O parque da Jaqueira possui cerca de 70.000 m² é o segundo maior parque público da cidade e o mais visitado (MENESES et al., 2021; REIS; SILVA, 2018). Quanto a arborização, destaca-se pela diversidade de árvores frutíferas abrigando cerca de 16 espécies, o que corresponde a 23% da cobertura arbórea total do parque (SOUZA, 2011). Localizado no bairro da Jaqueira possui uma área de 24 hectares e uma população residente

de 1.591 habitantes, cerca de 68% dos residentes do bairro se autodeclaram brancos e o rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R$ 11.339,79 (RECIFE, 2023a).

O Parque da Macaxeira com cerca de 98.725,34 m² (MENESES, 2018), é o maior parque urbano da cidade, possuir pouca arborização e há falta de locais para os usuários se abrigarem do sol e da chuva (SILVA; GREGÓRIO; CARNEIRO, 2016). Localizado em bairro homônimo, detém um território de 125 hectares, cuja população é de 20.313 habitantes cerca de 56% da população se autodeclara parda e o rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R$ 1.387,01 (RECIFE, 2023b).

O Parque Santana possui cerca de 63.000 m² e é situado as margens do Rio Capibaribe (MENESES et al., 2021; SILVA, 2021). O parque possui uma densidade de cobertura arbórea significativa, porém mal distribuída, pois apenas metade da área do parque apresenta arborização (SILVA, 2021). Está localizado no bairro Santana, que detém uma área territorial de 47 hectares, abrigando uma população de 3.054 habitantes onde cerca de 66% dos habitantes se autodeclaram brancos e o rendimento nominal médio mensal dos domicílios é de R$ 9.040,76 (RECIFE, 2023c).

Figura 1 – Localização dos parques urbanos da Jaqueira, Macaxeira e Santana.



Fonte: Os autores (2023).

Design do questionário

Para estimar a quantidade necessária de questionários, calculou-se uma amostra levando em consideração a soma da população dos bairros em que os parques estão situados, tendo como base a seguinte equação apresentada por Gil (2008):

$$n{=}\sigma 2\text{p.q. N}e2(N{-}1) + \sigma 2p.\ q$$

Onde, n é o tamanho da amostra, $\sigma 2$ é o nível de confiança escolhido expresso em número de desvios-padrão, p é a porcentagem com a qual o fenômeno se verifica, neste caso optou-se por um valor máximo de 65%, q é a porcentagem complementar, ou seja 35% (SILVA et al., 2012), N representa o tamanho da população dos três bairros estudados, que

corresponde a um valor total de 24.958 habitantes e $e2$ o erro máximo permitido de 6% (GIL, 2008). A partir disto, obteve-se uma estimativa total de no mínimo 250 questionários necessários para a viabilidade da pesquisa.

Contudo, nos três parques estudados, foram aplicados um total de 1.031 questionários, destes, 563 de forma estritamente presencial no período de setembro de 2018 à outubro de 2019. Enquanto no período de agosto de 2020 a agosto de 2022 foram aplicados de forma remota com uma pequena amostra presencial, cerca de 468 questionários.

Os questionários foram aplicados de acordo com as normas da resolução Nº 510 de 07 de abril de 2016 do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 2016). Por envolver seres humanos, o projeto do qual este trabalho integra, foi previamente submetido e aprovado pelo comitê de ética em pesquisa através da plataforma Brasil. CAAE: 44427920.7.0000.0130.

Estruturados a fim de traçar o perfil socioeconômico dos entrevistados e como os mesmos enxergam os SE e avaliam as condições e instalações do parque, os questionários foram subdivididos em quatro seções:1) características socioeconômicas e vizinhança dos respondentes; 2) Percepção dos usuários sobre as características físicas do parque (infraestrutura, segurança, iluminação, entre outros aspectos); 3) Percepção dos serviços ecossistêmicos e as condições da saúde física e mental dos respondentes; 4) apresentação dos cenários (atual e hipotético) e a pergunta de valoração.

Os cenários mencionados, foram apresentados aos respondentes servindo de base para estimar a Disposição a Pagar (DAP) dos usuários, frente as melhorias ambientais propostas no local de estudo (MOTTA, 1997). A abordagem tem como base o Método de Valoração Contingente (MVC) que consiste em criar mercados hipotéticos com a finalidade de suprir a inexistência de mercados e preços para bens públicos, como é o caso dos parques urbanos (TRAVASSOS; LEITE; COSTA, 2018). Assim, os entrevistados eram questionados sobre sua disposição a pagar por essas melhorias. Fazendo assim, o uso do modelo econométrico de escolha dicotômica, amplamente utilizado em pesquisas de valoração contingente (GROOTHUIS; WHITEHEAD, 2002).

Análise dos Dados

Após a aplicação dos questionários, os dados foram tabulados e organizados em planilha Excel, foram classificadas dentro do critério de inclusão apenas as respostas de pessoas que apresentaram idade maior ou igual a 18 anos e que declararam algum nível de renda. O tamanho da amostra analisada foi de 862 questionários.

Para identificar a percepção e avaliar o perfil de comportamento dos frequentadores dos parques, foi utilizado o modelo de uma escala Likert, que consiste em um padrão de respostas apresentadas por opções entre 1 e 5 (1 = muito ruim, 2 = ruim, 3 = razoável, 4 =

boa e 5 = muito boa) afim de analisar de forma simplificada a percepção dos usuários sobre os aspectos questionados (FARINHA, 2022).

Para estimar o valor da DAP seguiu-se o modelo proposto por Alberini (1995), o Modelo Dicotômico Bivariado (MDB) e processado no software Stata. Os modelos de regressão bivariados consistem em analisar dois resultados afim de identificar a correlação entre eles (CUNHA, 2018). Contudo, a escolha do MDB também se deu pois o MVC exige um modelo de escolha qualitativa. No presente estudo, o coeficiente de correlação das variáveis dependentes foi $\rho \neq 1$, deixando claro que o lance da segunda DAP quando diferente da primeira, pode ser observado como uma versão revisada do valor aceito (SILVA et al., 2022).

Para obter a modelagem dos dados gerados pelas questões no formato de escolha dicotômica com limite duplo foi utilizada a seguinte formulação:

$$DaPij = Xij'\beta i + \varepsilon ij$$

Onde o item $DAPij$ representa a j-ésima disposição a pagar do respondente e i= 1, 2 demonstra a primeira e segunda questões, respectivamente.

Após encontrado o valor da DAP, para estimar o valor do benefício gerado pelos parques através dos serviços ecossistêmicos, realizou-se a multiplicação do valor da DAP pelo número do total de usuários estimados de cada parque no período de 1 ano, considerando dois cenários: 1) a população residente dentro de um perímetro com raio de 800m; 2) a população residente em toda área dentro de um perímetro com raio de 4800 metros (MENESES, 2018).

Resultados

Caracterização Socioeconômica dos Usuários

Os resultados referentes ao perfil dos usuários, como esperado, evidenciaram as diferenças socioeconômicas do entorno dos parques. O parque Santana demonstrou níveis mais altos de renda média antes (R$ 3.829,10) e após o isolamento social (R$ 5.298,57), a Jaqueira ficou em segundo lugar, demonstrando uma renda média de R$ 3.010,90 antes da pandemia e R$ 3.935,64 depois, já os usuários do parque Macaxeira representaram o menor nível de renda média antes e depois do isolamento social com R$ 1.629,53 e R$ 2.433,33 respectivamente.

De forma geral, a renda média dos respondentes antes da pandemia foi de R$ 3.019,31 já nos questionários pós-período pandêmico, a renda média demostrou ser R$ 4.624,35 representando uma diferença média de mais de um salário-mínimo entre os períodos.

Quanto ao sexo dos respondentes, antes da pandemia os usuários de sexo masculino representaram cerca de 54,25% enquanto o público feminino correspondeu a

45,74%, assim como anteriormente, nos questionários pós-período pandêmico o público masculino foi predominante com 70,07% enquanto o feminino representou apenas 29,71%.

Quanto ao nível de escolaridade dos participantes antes da pandemia demonstrou que 30% dos usuários dos parques possuíam ensino médio e outros e 35,53% afirmaram possuir algum nível de ensino superior, já as respostas depois da pandemia 18,72% indicou possuir ensino médio e pouco mais da metade os respondentes (53,59%) afirmaram possuir algum nível de ensino superior, enquanto outros 21,79% afirmaram possuir ensino superior incompleto ou cursando.

Tabela 1 – Características socioeconômicas dos usuários dos parques nos períodos antes da pandemia e depois do período pandêmico.

	Pré-pandemia		**Pós-período pandêmico**	
Variável	Média	Distribuição	Média	Distribuição
Sexo				
Masculino		54,25%		70,07%
Feminino		45,74%		29,71%
Escolaridade				
Básico		18,72%		2,05%
Médio		30,00%		22,56%
superior incompleto/cursando		14,89%		21,79%
Superior		35,53%		53,59%
Renda	R$ 3.019,31		R$ 4.624,35	
Até 1 SM		37,18%		24,85%
Até 2 SM		25,85%		18,40%
Até 3SM		10,68%		14,72%
>3 SM		26,28%		42,02%

Fonte: Autores (2023).

Formas de Usos e Acessos aos Parques

Sobre os principais aspectos de uso dos parques, foi observado que a maior motivação de ida aos parques antes da pandemia era para realização de atividades físicas (38,08%), seguido de passear (25,53%), levar as crianças (23,19%) e outras atividades recreativas (13,20%). Após o isolamento, observou-se uma inversão destes percentuais, o objetivo de maior frequência foi passear (42,18%), seguido de atividades físicas (19,27%) e

levar as crianças (15,42%), vale destacar que 16,55% dos participantes online afirmaram nunca ter visitado os parques em questão.

Sobre a frequência usual de ida aos parques, antes da pandemia 64,90% afirmavam ir ao parque entre duas e quatro vezes ao mês e os que frequentavam cinco vezes ou mais correspondeu a 13,19%, já na amostra pós-período pandêmico 38,32% afirmaram ir menos de uma vez por mês, o público assíduo dos parques que frequentam mais de cinco vezes ao mês correspondeu a 9,98%.

Tabela 2 – Características de acesso e uso dos parques nos períodos antes e depois do período pandêmico.

	Pré-pandemia	**Pós-período pandêmico**
Variável	Distribuição (%)	
Objetivo		
Passear	25,53%	42,18%
Atividade física	38,09%	19,27%
Crianças	23,19%	15,42%
Outros	13,20%	6,58%
Nunca frequentou*	-	16,55%
Frequência de Visitação		
1x /mês	21,91%	18,14%
entre 2 e 4x /mês	64,90%	14,97%
entre 5 e 10x /mês	13,19%	9,98%
Menos de 1x/mês	-	38,32%
Nunca frequentou*	-	18,59%

Nota: * refere-se apenas ao período pós-pandemia, pois os questionários online tinham essa opção.

Fonte: Os Autores (2023).

Nos questionários aplicados após o período de isolamento da pandemia, havia uma pergunta específica para avaliar se houve alteração na frequência de ida aos parques após a reabertura deles, passado o período mais restritivo das medidas de segurança. Conforme pode ser observado na Tabela 3, a maior parte dos participantes afirmou parar ou diminuir a frequência de visitação aos parques.

Tabela 3 – Frequência de ida aos parques após o período de isolamento social.

Frequência	%
Parou	32,88%
Diminuiu	40,82%
Manteve	16,10%
Aumentou	10,20%

Fonte: Os autores (2023).

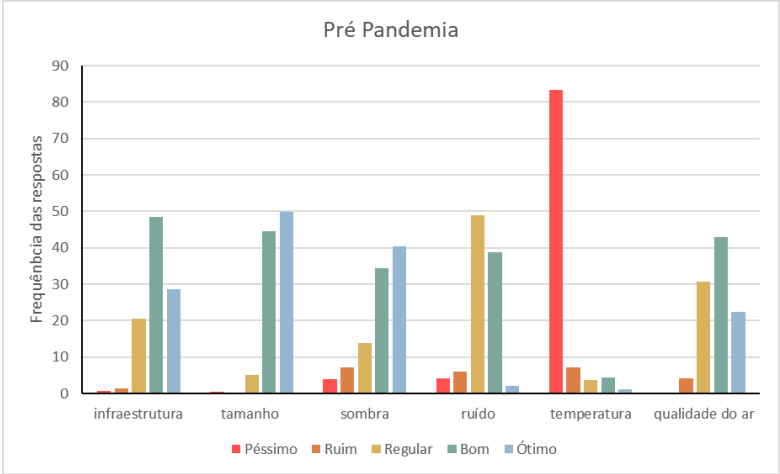
Quanto a avaliação dos usuários sobre as condições físicas dos parques, é possível notar que a infraestrutura foi majoritariamente classificada como boa (48,51%) ou ótima (28,72%) antes da pandemia, nos questionários depois do isolamento a infraestrutura permaneceu classificada como boa (43,31%) seguida de regular (39%) e ótima (11,79%). Sobre o tamanho dos parques, a avaliação mostrou-se positiva em ambos os casos com mais de 40% das respostas apontando bom ou ótimo.

Sobre os aspectos ambientais envolvendo ruído, temperatura e qualidade do ar houve maiores divergências entre as respostas anteriores e posteriores à pandemia. A disponibilidade de sombra na aplicação presencial dos questionários mostrou ser ótima (40,47%), boa (34,48%), regular (13,92%) e ruim ou péssimo (7,72%). Na aplicação online as respostas apontaram boa (40,82%), ótima (23,13%), regular (23,26%) e ruim ou péssimo (12,70%).

Quanto ao ruído e a qualidade do ar, conforme observado nas figuras 6 e 7, as respostas mantiveram o padrão nos dois períodos analisados, onde o ruído teve a maior frequência de respostas como regular com aproximadamente 49% antes da pandemia e 44% depois do isolamento. A qualidade do ar em ambos os períodos foi classificada como boa seguido de regular e ótimo.

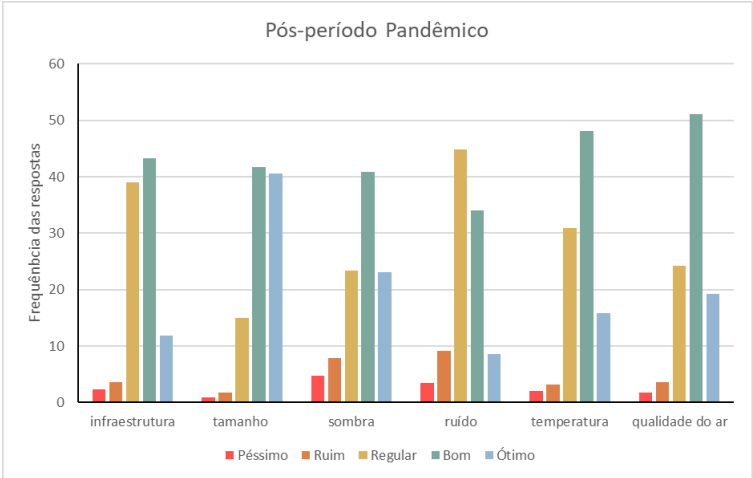
A resposta que obteve maior divergência nos períodos foi a temperatura. Antes da pandemia 83,33% das pessoas classificaram a temperatura como péssima, enquanto após o isolamento a maior frequência de resposta variou entre bom (48,07%), regular (30,84%) e ótimo (15,87%).

Gráfico 1 – Avaliação dos usuários sobre as características físicas e ambientais dos parques antes da pandemia.



Fonte: Os autores (2023).

Gráfico 2 – Avaliação dos usuários sobre as características físicas e ambientais dos parques após período pandêmico.



Fonte: Os autores (2023).

Percepção e Disposição a Pagar

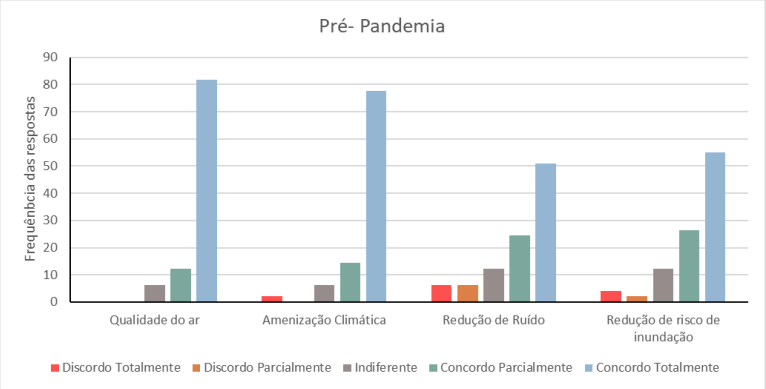
A percepção dos usuários quanto aos serviços ecossistêmicos providos pelos parques, não demonstrou grandes mudanças. Antes da pandemia, 93% concordaram que a vegetação interfere na qualidade do ar, depois do isolamento social esta percepção foi equivalente, correspondendo a 94%. Sobre a amenização climática 91% concordou que a vegetação interferia antes da pandemia e 94% após o isolamento social.

Quanto a redução do ruído a diferença nas respostas foi mais significativa, a concordância antes da pandemia foi de 75% e a discordância 12% enquanto depois do isolamento 83% concordaram e apenas 5% discordaram. Sobre a vegetação influenciar na

redução do risco de enchentes, as respostas novamente obtiveram um nível de concordância equivalente nas duas amostras, com 81% antes e 83% depois do isolamento.

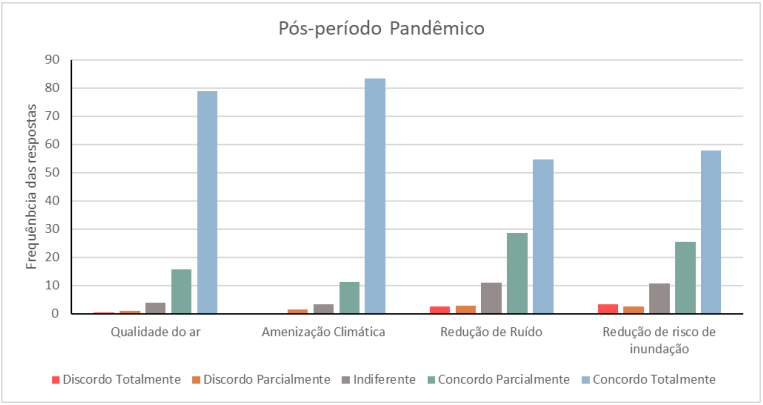
É interessante observar que as perguntas sobre ruído e enchentes obtiveram maior percentual de indiferença para os respondentes, mais de 10% nos dois períodos analisados.

Gráfico 3 – Percepção dos usuários sobre os serviços ecossistêmicos antes da pandemia.



Fonte: Os autores (2023).

Gráfico 4 – Percepção dos usuários sobre os serviços ecossistêmicos após o período pandêmico.



Fonte: Os autores (2023).

Além das questões expressas nas figuras, os questionários pós-período pandêmico abordavam mais duas questões, a interferência da vegetação no incentivo a prática de atividades esportivas e na ajuda do bem-estar mental. Cerca de 74% concordaram que a vegetação ajuda na prática de esportes e 83% concordaram totalmente que a vegetação ajuda no bem-estar mental.

A disposição a pagar estimada com o método de escolha dicotômica demonstrou que antes da pandemia 73% dos entrevistados afirmaram estar “dispostos a pagar” pelos serviços ecossistêmicos providos pelos parques. Deste, cerca de 53% responderam de forma positiva

aos dois lances apresentados (SIM/SIM). Dos entrevistados após o isolamento 58% afirmaram estar “dispostos a pagar” algum valor, destes 33% aceitaram os dois lances.

Tabela 4 – Respostas aos lances da DAP nos períodos antes da pandemia e depois do período pandêmico.

Lance1/Lance 2	Antes/Presencial	Depois/On-line
Não/Não	26,29%	41,51%
Não/Sim	15,28%	10,38%
Sim/Não	4,80%	14,86%
Sim/Sim	53,64%	33,25%

Fonte: Os autores (2023).

Considerando os valores da DAP dos lances a partir da média das vaiáveis, foi possível observar que nos lances 1 e 2 o parque da Jaqueira apresentou os valores mais altos em ambos os períodos, seguido do parque Santana e logo depois o da Macaxeira. Vale destacar que não é possível fazer a comparação do valor da DAP entre os períodos ocasionado pela divergência no intervalo de valores. Pois os questionários pré pandemia apresentaram o intervalo de valores mais espaçados que os questionários online pós-período pandêmico, logo isso implica no maior valor da DAP.

Porém, é possível analisar e comparar os padrões de respostas dos usuários entre os dois períodos. O parque da Jaqueira e o parque Macaxeira nos períodos pré pandemia e pós- período pandêmico demonstraram uma DAP maior no segundo lance, enquanto o padrão contrário é observado nos resultados do parque Santana.

Comparando a renda média domiciliar dos usuários em relação ao valor da DAP é possível observar que os usuários da Jaqueira estariam dispostos a destinar a 1,59% da sua renda no lance 1 e 2,56% no lance 2 para a conservação dos SE providos pelos parques antes da pandemia, enquanto os usuários do parque Macaxeira destinariam 1,21% e 1,72% e os usuários do parque Santana 1,06% no primeiro e 1,02% referente ao segundo lance. Enquanto a DAP em relação a renda média mostrou-se maior na Jaqueira antes da pandemia, nas análises pós-período pandêmico o parque da Macaxeira representou este maior percentual, no primeiro (0,40%) e sobretudo no segundo lance (0,61%), seguido pela Jaqueira (0,34%) e (0,42%) e por último, assim como no cenário anterior a pandemia, encontra-se o parque Santana com 0,36% e 0,29% nos lances 1 e 2 respectivamente.

Para estimar o valor em termos monetários dos serviços ecossistêmicos é necessário agregar o valor da DAP multiplicando pelo número do total de beneficiados pelos serviços ecossistêmicos fornecidos pelos parques no período de 1 ano. Esta análise possibilita estimar

parcialmente a dimensão da importância dessas áreas na cidade. Para o parque Jaqueira considerando o cenário 1 (raio de 800 m) há um total de potenciais beneficiários de 16.841,98 pessoas, enquanto o cenário 2 (raio de 4800 m) há cerca de 169.657,39 usuários em potencial. No parque da Macaxeira para os cenários 1 e 2 há uma estimativa de 4.334,55 e 126.724,48 pessoas respectivamente e no parque Santana há estimativa de 13.100 pessoas (cenário 1) e 48.704 potenciais beneficiários (cenário 2).

Dessa forma o montante monetário estimado sobre o fluxo anual de serviços ecossistêmicos promovidos pelo parque Jaqueira antes da pandemia foi de R$ 804 mil a 13 milhões e R$ 226 mil a R$ 2,8 milhões depois do isolamento. Para o parque Macaxeira esses valores corresponderam a R$ 85 mil e R$ 3,5 milhões antes da pandemia e R$ 41 mil a R$ 1,8 milhões após o isolamento social e o parque Santana apresentou valores variando entre R$ 532 mil e R$ 1,9 milhões pré pandemia e R$ 250 mil e R$ 931 mil pós-período pandêmico.

Tabela 5 – Valor individual e agregado da estimativa da DAP baseada em dois cenários antes da pandemia.

	DAP Individual	DAP/Renda média domiciliar	DAP Agregado 1*	DAP Agregado 2*
Parque Jaqueira				
Lance 1	R$ 47,76	1,59%	R$ 804.372,96	R$ 8.102.836,95
Lance 2	R$ 77,15	2,56%	R$ 1.299.358,76	R$13.089.067,64
Parque Macaxeira				
Lance 1	R$ 19,64	1,21%	R$ 85.130,56	R$ 2.488.868,79
Lance 2	R$ 27,97	1,72%	R$ 121.237,36	R$ 3.544.483,71
Parque Santana				
Lance 1	R$ 40,67	1,06%	R$ 532.788,79	R$ 1.980.816,08
Lance 2	R$ 38,95	1,02%	R$ 510.256,30	R$ 1.897.044,17

Nota: * e ** referem-se aos cenários estudados, cenário 1 e 2 respectivamente.

Fonte: Os autores (2023).

Tabela 6 – Valor individual e agregado da estimativa da DAP baseada em dois cenários depois do período do isolamento social.

	DAP Individual	DAP/Renda média domiciliar	DAP Agregado 1*	DAP Agregado 2*
Parque Jaqueira				
Lance 1	R$ 13,46	0,34%	R$ 226.693,05	R$ 2.283.588,47
Lance 2	R$ 16,56	0,42%	R$ 278.903,19	R$ 2.809.526,38
Parque Macaxeira				
Lance 1	R$ 9,66	0,40%	R$ 41.871,75	R$ 1.224.158,48
Lance 2	R$ 14,93	0,61%	R$ 64.714,83	R$ 1.891.996,49
Parque Santana				
Lance 1	R$ 19,12	0,36%	R$ 250.477,54	R$ 931.231,95
Lance 2	R$ 15,21	0,29%	R$ 199.255,41	R$ 740.796,97

Nota: * e ** referem-se aos cenários estudados, cenário 1 e 2 respectivamente.

Fonte: Os autores (2023).

Conclusões

Avaliando os três parques urbanos estudados no presente trabalho antes da pandemia e após o isolamento social, foi possível observar que não houve diferenças significativas quanto a percepção da população sobre os serviços ecossistêmicos providos pelos parques entre os períodos. Após o período de isolamento social causado pela pandemia, observou-se a majoritária diminuição na frequência de ida aos parques, porém 10% da amostra demonstrou aumentar a frequência de visitação. Também se observou uma mudança no objetivo de busca pelos espaços, que passou a ser mais procurado para recreação que para realização de atividades físicas.

Contudo, um dos pontos mais relevantes deste trabalho foi a observação na forma de aplicação dos questionários. Questionários online demonstraram possuir o viés de atingir pessoas com maior renda e maior escolaridade, isto limita a amostra e exclui a possiblidade de participação de pessoas sem acesso à internet. Apesar das ferramentas online possuírem grande relevância para o âmbito das pesquisas cientificas, foi possível concluir que para estudos de valoração de parques urbanos os métodos de aplicação de questionários de forma presencial é o mais adequado por abranger o público de forma mais equitativa, além de acessar o público que de fato frequenta o parque.

Ainda sobre a comparação das respostas presenciais anteriores a pandemia e on-line, posteriores a pandemia, foi possível verificar que as respostas negativas aos lances da

DAP foram mais expressivas. Isto pode ocorrer pelo fato da presença de quem aplica os questionários, uma vez que presencialmente as pessoas possam ficar intimidadas em responder negativamente aos valores apresentados, enquanto na modalidade online, o usuário responde à pergunta individualmente.

É importante ressaltar que apesar de utilizar todo rigor acadêmico necessário, assim como instrumentos estatísticos, as respostas apresentam vieses e falhas desde o instrumento de coleta, a amostragem, e a disposição e interesse dos participantes a responder, reforçando a necessidade de cuidados com a utilização dos resultados apresentados.

Apesar da contribuição deste estudo, o perfil dos usuários presenciais dos parques no cenário pós-período pandêmico não é totalmente conhecido. Mostra-se ser necessário maiores investigações para fomentar esta comparação. Para trabalhos futuros se sugere avaliar a diferença entre os métodos de aplicação dos questionários após o período do isolamento social, comparando as respostas dos usuários que participaram de forma online com as respostas dos questionários aplicados de forma presencial nos parques, a fim de verificar se houve mudanças no perfil dos respondentes pelo formato de aplicação. Aprofundando assim a ampliação dos estudos com o intuito de subsidiar uma melhor tomada de decisão.

Pode-se concluir que este estudo foi relevante, pois os impactos causados pelo período pandêmico nos usos e acessos dos parques e na percepção dos usuários sobre os serviços ecossistêmicos ainda eram desconhecidos em Recife, uma vez que não havia estudos comparativos nos âmbitos antes e após a pandemia do Covid-19.

Portanto, a valoração de parques urbanos na cidade do Recife mostra-se um importante instrumento para auxiliar a tomada de decisão por parte dos gestores públicos, expressando em valores monetários a significância dos serviços ecossistêmicos providos por esses espaços, no intuito de proporcionar medidas que assegurem a devida manutenção e a ampliação da disponibilidade desses espaços, sobretudo para atender as populações mais carentes e vulneráveis da cidade.

Referências

ALBARINI, A. Optimal designs for discrete choice contingent valuation surveys: Single-bound, double-bound, and bivariate models. Journal of Environmental Economics and management, v. 28, n. 3, p. 287-306, 1995.

ASTELL-BURT, T. et al. More green, less lonely? A longitudinal cohort study. International Journal of Epidemiology, n. April, p. 1–12, 2021.

BARBOZA, E. P. et al. Green space and mortality in European cities: a health impact assessment study. The Lancet Planetary Health, v. 5, n. 10, p. e718–e730, 2021.

BERDEJO-ESPINOLA, V. et al. Changes in Green Space Use During a COVID-19 Lockdown Are Associated With Both Individual and Green Space Characteristics. Frontiers in Ecology and Evolution, v. 10, n. March, p. 1–11, 2022.

BRASIL. Resolução nº 510, de 07 de abril de 2016. Ministério da Saúde/Conselho Nacional de Saúde. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 98, p. 44 mai. 2016.

CUNHA, D. R. DA. Modelos de regressão bivariada: uma aplicação em equações mincerianas de rendimento. 2018. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Administração, Ciências Contábeis e Ciências Econômicas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

DAVIS, M. et al. Seizing the Urban Opportunity: How National Governments Can Recover from COVID-19, Tackle the Climate Crisis and Secure Shared Prosperity through Cities - Insights from Six Emerging Economies. [s.l: s.n.].

DAY, B. H. The Value of Greenspace Under Pandemic Lockdown. Environmental and Resource Economics, v. 76, n. 4, p. 1161–1185, 2020.

ERDÖNMEZ, C.; ATMIŞ, E. The impact of the Covid-19 pandemic on green space use in Turkey: Is closing green spaces for use a solution? Urban Forestry and Urban Greening, v. 64, n. February, 2021.

FARINHA, B. S. Árvores para quem? Um estudo sobre percepção ambiental e distribuição socioeconômica da floresta urbana na cidade de São Paulo. 2022. Dissertação (Mestrado) Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2022.

GENG, Dehui et al. Impacts of COVID-19 pandemic on urban park visitation: a global analysis. Journal of forestry research, v. 32, p. 553-567, 2020.

GIL, A. C. Método e técnicas de pesquisa social. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRIMA, N. et al. The importance of urban natural areas and urban ecosystem services during the COVID- 19 pandemic. PLoS ONE, v. 15, n. 12 December, p. 1–13, 2020.

GROOTHUIS, P. A.; WHITEHEAD, J. C. Does don’t know mean no? Analysis of “don’t know” responses in dichotomous choice contingent valuation questions. Applied Economics, v. 34, n. 15, p. 1935–1940, 2002.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/recife/panorama. Acesso em: 06 ago. 2023.

INSTITUTO SEMEIA. Parques e a Pandemia: Comportamentos e Expectativas. [s.l] 2022.

JATO-ESPINO, D. et al. Spatial statistical analysis of the relationship between self-reported mental health during the COVID-19 lockdown and closeness to green infrastructure. Urban Forestry and Urban Greening, v. 68, n. December 2021, 2022.

LIMA, W. K. M. DE. Valoração ambiental do parque urbano Santos Dumont - Recife/PE. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) – Departamento de Economia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2019.

MENESES, A. R. S. DE. Desafios da gestão dos parques urbanos de Recife. 2018. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

MENESES, A. R. S. DE et al. Cidades saudáveis: o acesso equitativo a parques urbanos como promoção da saúde. The Journal of Engineering and Exact Sciences, v. 7, n. 1, p. 1–14, 2021. doi:10.18540/jcecvl7iss1pp12020-01-14e.

MOTTA, R. S. DA. Manual Para Valoração Econômica de Recursos Ambientais. CEMA/IPEA e COBIO/MMA, Rio de Janeiro, p. 242, 1997.

NOSZCZYK, T. et al. The impact of the COVID-19 pandemic on the importance of urban green spaces to the public. Land Use Policy, v. 113, n. May 2021, 2022.

PALACIOS, E. et al. Linking ecosystem services and the Sustainable Development Goals in Small Island Developing States: the case of Aruba. One Ecosystem, v. 6, 2021.

PAZ, U. F. DA. Gestão de Áreas Verdes Públicas na Cidade do Recife, Pernambuco - Brasil. 2016. Dissertação (Mestrado em Gestão Ambiental) –Programa de Pós-Graduação em Gestão Ambiental, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2016.

RECIFE. Perfil dos bairros Jaqueira. Disponível em: http://www2.recife.pe.gov.br/servico/jaqueira?op=NzQ0MQ==. Acesso em: 06 ago. 2023a.

RECIFE. Perfil dos bairros Macaxeira. Disponível em: http://www2.recife.pe.gov.br/servico/macaxeira?op=NzQ0MQ==. Acesso em: 06 ago. 2023b.

RECIFE. Perfil dos bairros Santana. Disponível em: http://www2.recife.pe.gov.br/servico/santana?op=NzQ0MQ==. Acesso em: 06 ago. 2023c.

REIS, J. V. DOS et al. O valor de uso direto (VUD) dos serviços ambientais de regulação no Parque da Jaqueira (Recife, Pernambuco). Revista Brasileira de Geografia Física, v. 11, n. 4, p. 1360–1370, 2018.

REIS, J. V. D.; SILVA, J. F. DA. Valoração ambiental do Parque da Jaqueira (Recife, Pernambuco - Brasil). Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades, v. 6, n. 37, p. 103–119, 2018.

SILVA, C. E. M. DA et al. Valoração de serviços ecossistêmicos culturais como estratégia para o planejamento urbano. Revista Iberoamericana de Economía Ecológica, v. 35, n. 1, p. 19–35, 2022.

SILVA, D. L. DA; GREGÓRIO, M. DAS N.; CARNEIRO, M. C. DE S. Gestão ambiental de parques urbanos: O caso do Uso e Ocupação do solo do Parque Urbano da Macaxeira, Recife-PE. Anais do Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 4, p. 56–65, 2016.

SILVA, J. L. DA et al. Valoração Ambiental De Áreas De Preservação Permanente (App'S): Um Estudo De Caso No Bairro Jardim Universitário, Cuiabá, Mato Grosso. IBEAS - Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, p. 1–7, 2012.

SILVA, R. R. C. A influência da imagem do lugar na apropriação do espaço público: o caso do Parque Santana. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, Recife, 2021.

SOARES, M.; BRASIL, L. Impacto da pandemia da Covid-19 nos hábitos de utilização dos parques verdes urbanos: o caso de Condeixa-a-Nova. GOT - Journal of Geography and Spatial Planning, v. 3, n. 20, p. 167–190, 30 dez. 2020.

SOUZA, W. DE. CARACTERIZAÇÃO DA COBERTURA ARBÓREA DOS PARQUES URBANOS DA CIDADE DE RECIFE - PE. 2011. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Departamento de Ciência Florestal, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

SZEREMETA, B.; ZANNIN, P. H. T. A IMPORTÂNCIA DOS PARQUES URBANOS E ÁREAS VERDES NA PROMOÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA EM CIDADES. Raega - O Espaço Geográfico em Análise, v. 29, p. 177–193, 6 dez. 2013.

TRAVASSOS, S. K. DE M.; LEITE, J. C. DE L.; COSTA, J. I. DE F. Método de Valoração Contingente e modelo beta : uma visão econômica contábil para o dano ambiental do Estaleiro Atlântico Sul. Revista Contabilidade & Finanças, v. 29, p. 266–282, 2018.

UGOLINI, F. et al. Effects of the COVID-19 pandemic on the use and perceptions of urban green space: An international exploratory study. Urban Forestry and Urban Greening, v. 56, n. October, 2020.

VILAÇA, M. D. et al. Avaliação da qualidade ambiental do parque da Jaqueira – Recife, Pernambuco. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 09, n. 1, p. 163–171, 2016.

A qualidade da água dos cursos d'água no Parque Estadual das Trilhas em João Pessoa - Paraíba

The water quality of the watercourses in the Parque Estadual das Trilhas in João Pessoa - Paraíba

Michelle Rayllanne Francelino Alves
Universidade Federal da Paraíba
0009-0003-0201-9979
michelle.rayllanne@academico.ufpb.br

Heloísa Gomes da Silva
Universidade Federal da Paraíba
0009-0002-3501-742
heloisa.gomes@academico.ufpb.br

Marcos Henrique Batista Monteiro
Universidade Federal da Paraíba
0009-0009-0715-1761
marcoshenrique23bm@gmail.com

André Luiz Queiroga Reis
UFPB - Universidade Federal da Paraíba
0000-0003-2736-2995
andre_queiroga@yahoo.com.br

Henrique Elias Pessoa Gutierres
Universidade Federal da Paraíba
0000-0003-0220-3410
hepg86@hotmail.com

Resumo: As Unidades de Conservação possuem como principal finalidade a preservação e proteção dos recursos naturais de uma região, incluindo os corpos hídricos presentes nessas áreas. O monitoramento hídrico auxilia no diagnóstico técnico, consequentemente na avaliação dos impactos das ações antropogênicas, também corrobora com a fiscalização e proteção dos cursos d'água. Este artigo tem como objetivo analisar a qualidade da água dos cursos d'água no Parque Estadual das Trilhas, sendo uma Unidade de Conservação na cidade de João Pessoa/PB. Foram realizados encontros mensais para revisão bibliográfica e planejamento das visitas ao Parque. Foram realizadas visitas a campo visando a coleta das amostras e a medição da qualidade de água com obtenção de parâmetros por meio de aparelhos utilizados em campo e em laboratório. Os resultados obtidos demonstram o estado de poluição dos cursos d'água e alertam sobre a necessidade de monitoramento e fiscalização frequentes para melhor manutenção dos recursos hídricos na região.

Palavras-chave: Cursos d'água, Monitoramento Hídrico, Unidade de Conservação.

Abstract: Conservation Units' main purpose is to preserve and protect the natural resources of a region, including the water bodies present in these areas. Water monitoring assists in technical diagnosis, consequently in evaluating the impacts of anthropogenic actions, and also supports the inspection and protection of water courses. This article aims to analyze the water quality of watercourses in Parque Estadual das Trilhas, a Conservation Unit in the city of João Pessoa/PB. Monthly meetings were held to review literature and plan visits to the Park. Field visits were carried out to collect samples and measure water quality by obtaining parameters using devices used in the field and in the laboratory The results obtained demonstrate the state of pollution of water courses and warn about the need for frequent monitoring and inspection to better maintain water resources in the region.

Keywords: Conservation Unit, Watercourses, Water Monitoring.

Introdução

Os cursos d'água são essenciais para o ecossistema e a biodiversidade do planeta, proporcionando diferentes contribuições para o abastecimento hídrico das populações e como meio de sobrevivência para espécies de animais, além de promover processos fisiológicos mais complexos e contribuir com o ciclo da água, entre outros processos, que combinados, proporcionam diversos serviços ecossistêmicos.

Segundo Borges, Galbiatti e Ferraudo (2003, p.161), "alterações na quantidade, distribuição e qualidade dos recursos hídricos ameaçam a sobrevivência humana e demais espécies do planeta". Nesse contexto, a ação humana em cursos d'água acarretam implicações imediatas e futuras na qualidade e distribuição dos recursos naturais que afetam diretamente a vida do ecossistema. Essa interferência antropogênica pode ser caracterizada em diferentes graus, dependendo do tipo de atividade ou prática realizada, atrelada ao nível de intensidade da atividade, sendo necessárias medidas governamentais de proteção e fiscalização em relação aos cursos d'água para a sua conservação.

Nessa realidade, é necessário monitorar a qualidade da água e criar alternativas que possam contribuir com a preservação dos recursos hídricos.

> Mapear o uso e a ocupação do solo para o diagnóstico de uma bacia, bem como avaliar a qualidade de suas águas e classificá-las são fases indispensáveis e obrigatórias para o processo de enquadramento de corpos de água em uma bacia hidrográfica, igualmente para a implementação de políticas públicas voltadas para o controle das poluições pontuais e difusas. Nessa perspectiva, a modelagem da qualidade de água se revela como uma estratégia para avaliar a condição atual do corpo hídrico, assim como antever cenários mais deletérios, o que proporcionará a construção de ações e programas para equacionar o problema e evitar o colapso hídrico (LIMA; MAMEDE; LIMA NETO, 2018, p. 125).

Deste modo, o monitoramento e a avaliação das águas superficiais são essenciais para que se possa ter um panorama geral da realidade acometida nos cursos d'água e desenvolver um planejamento para a recuperação da qualidade da água e a sua proteção. Uma das alternativas é a criação de Unidades de Conservação (UCs), que têm a proteção dos cursos d'água, que se localizam nos seus limites, como um dos principais objetivos.

Nesse contexto, o Parque Estadual das Trilhas, sendo uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, localizada na porção sul da cidade de João Pessoa, tem o objetivo de preservar a biodiversidade e proteger os recursos hídricos contidos dentro de sua delimitação, sendo uma das formas encontradas para preservar os recursos naturais da região. A partir disso, são identificados os rios Aratu, Jacarapé, Cuiá e dois riachos, da Estiva e o Sanhavá, que possuem uma importância considerável para o desenvolvimento ambiental da região e de áreas próximas.

No entanto, vale destacar que parte das nascentes desses cursos d'água, e parte dos seus cursos, estão fora dos limites do parque, especialmente compreendendo áreas densamente urbanizadas nos bairros da zona sul da cidade. Logo, acarretando numa série de impactos, a exemplo da poluição hídrica (de residências, atividades econômicas privadas e atividades do poder público), desmatamento das APPs – Áreas de Preservação Permanente e o surgimento de áreas degradadas, o que resulta no desencadeamento de processos erosivos, que contribuem para o agravamento do processo de assoreamento dos rios e riachos.

Diante dessa perspectiva, o trabalho tem como objetivo principal analisar a qualidade da água dos rios e riacho nos trechos que se encontram no interior do Parque Estadual das Trilhas, a partir da constatação dos parâmetros obtidos em visitas de campo, expondo os obstáculos encontrados e relatando a situação atual dos recursos hídricos da Unidade de Conservação (UC) e evidenciar a relação dessa UC com os órgãos responsáveis pelo gerenciamento e fiscalização, a fim de contribuir com o desenvolvimento de práticas mais sustentáveis nessa Unidade de Conservação.

Unidades de Conservação

O estudo das UCs é de fundamental importância para se compreender as relações entre sociedade-natureza, tendo como foco principal a formação dos territórios, considerando que sua existência é permeada pelas relações de poder e interesses de usos múltiplos e diversos que repercutem na dinâmica socioespacial e na transformação da paisagem.

As UCs possuem previsão constitucional e a definição legal no artigo 2º, inciso I, da Lei Federal nº 9.985/2000, que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). As UCs podem ser federais, estaduais e municipais, sendo divididas em dois grandes grupos: Unidades de Proteção Integral e Unidades de Uso Sustentável. Aquelas categorias que integram o grupo de proteção integral têm como regra geral proteger a natureza da interferência humana. Dentre elas, encontra-se a categoria “Parque”, que admite a visitação pública, desde que ocorra sob as normas e restrições estabelecidas no Plano de Manejo da unidade e nas normas estabelecidas pelo órgão responsável por sua administração. O artigo 11 da Lei nº 9985/2000 explica que o parque tem como objetivo básico a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica. As atividades de “pesquisa científica”, “atividades de educação e interpretação ambiental”, “de recreação em contato com a natureza” e de “turismo ecológico” são perfeitamente viáveis de serem implementadas nos parques (federal, estadual ou municipal), desde que sejam atendidas as boas práticas previstas na legislação e na literatura técnico-científica para essa categoria de UC (LIMA; GUTIERRES, 2021). Devido a falta de infraestrutura física, corpo

técnico para gerir e fiscalizar, falta de plano de manejo, inexistência do conselho da UC, dentre outras ações, o Parque Estadual das Trilhas apresenta diversas deficiências em relação ao que é exigido pela legislação.

Procedimentos Metodológicos

O estudo foi elaborado a partir de pesquisas bibliográficas de artigos, teses e dissertações sobre as temáticas realizadas, com o objetivo de criar um grande acervo bibliográfico. Em seguida, foi feita uma revisão da literatura para a fundamentação teórica do trabalho com temas relacionados aos recursos hídricos, seu gerenciamento e parâmetros de qualidade de água.

Além disso, foi realizado o planejamento em relação aos pontos de coleta de amostras em campo e a utilização de imagens de satélite. Foram realizados trabalhos de campo na UC nos dias 10 de março para reconhecimento, 19 de abril e 31 de julho juntamente com o Batalhão de Polícia Ambiental para a coleta de amostras de água e análise por meio do uso da sonda multiparâmetro. As amostras coletadas foram analisadas no Laboratório Multiusuário do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal da Paraíba (PRODEMA/UFPB).

- Parâmetros obtidos a partir da sonda utilizada no campo: Oxigênio Dissolvido, Condutividade, pH e Temperatura.
- Parâmetros obtidos através da análise das amostras no laboratório: Cromo, Cloreto, Dureza, Nitrato, Alcalinidade, Amônia e Ferro total.

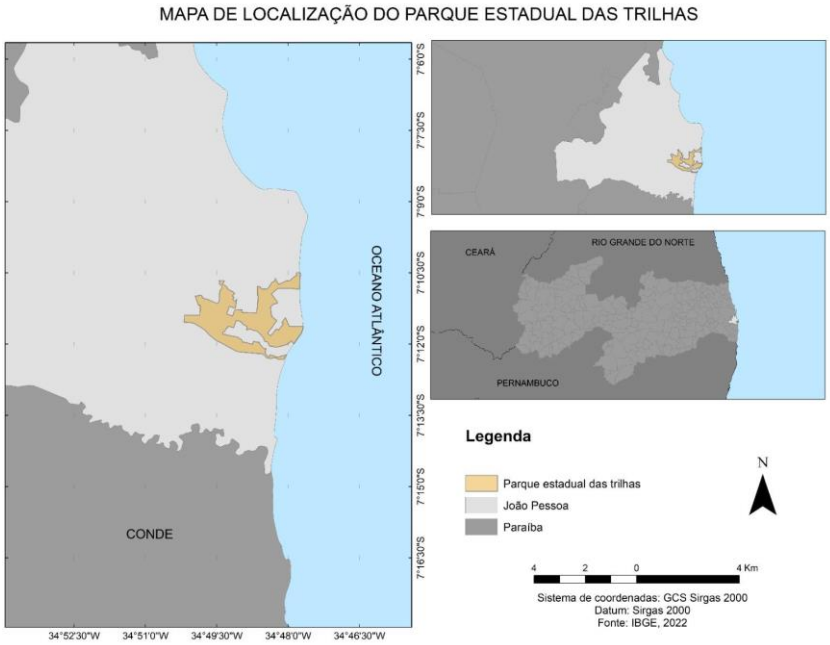
Nesse contexto, a partir da obtenção dos dados referentes a coleta, foram realizadas comparações entre os dados obtidos nas visitas de campo com os dados obtidos por Reis (2016), no qual o autor percorreu e realizou análises em alguns trechos similares, buscando demonstrar a influência da ação humana nos cursos d'água ao longo do tempo.

Caracterização da área de estudo

O Parque Estadual das Trilhas é uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, ou seja, permite apenas a utilização indireta dos recursos naturais presentes em sua extensão. Está localizado na cidade de João Pessoa, cercado por diversos bairros e tem uma área de 578,5 hectares. A sua criação se deu a partir do Decreto Estadual nº 37.653, no ano de 2017, tendo incorporado parte das áreas de três parques estaduais que existiam anteriormente: Parque do Aratu, Parque da Mata de Jacarapé e Parque das Trilhas dos Cinco Rios. Logo, contribuindo para a preservação da Mata Atlântica no município, juntamente com

o Refúgio de Vida Silvestre da Mata do Buraquinho, outra UC presente na cidade. Nesse sentido, é possível notar na Figura 1 a disposição geográfica do município de João Pessoa, e o Parque Estadual das Trilhas se localizando na zona leste da cidade.

Figura 1: Mapa de localização do Parque Estadual das Trilhas.



Fonte: Os autores (2023).

Diante dessa perspectiva, a Figura 2 evidencia a extensão do Parque Estadual das Trilhas e os seus limites com diversos bairros, além da existência de diversas edificações no seu interior.

Figura 2: Delimitação do Parque Estadual das Trilhas.

Fonte: Filipeia/SIGWEB (2023).

Portanto, o Parque Estadual das Trilhas possui cinco principais cursos d'água (rios Aratu, Jacarapé e Cuiá; e os riachos da Estiva e Sanhavá), que desaguam no Oceano Atlântico. Os riachos da Estiva e Sanhavá são afluentes do rio Cuiá. Desse modo, houve o planejamento dos pontos de coleta utilizados para a retirada das amostras e, consequentemente, a medição da qualidade da água em diferentes trechos dos cursos d'água no Parque Estadual das Trilhas. Foram definidas as seguintes coordenadas dos locais de coleta:

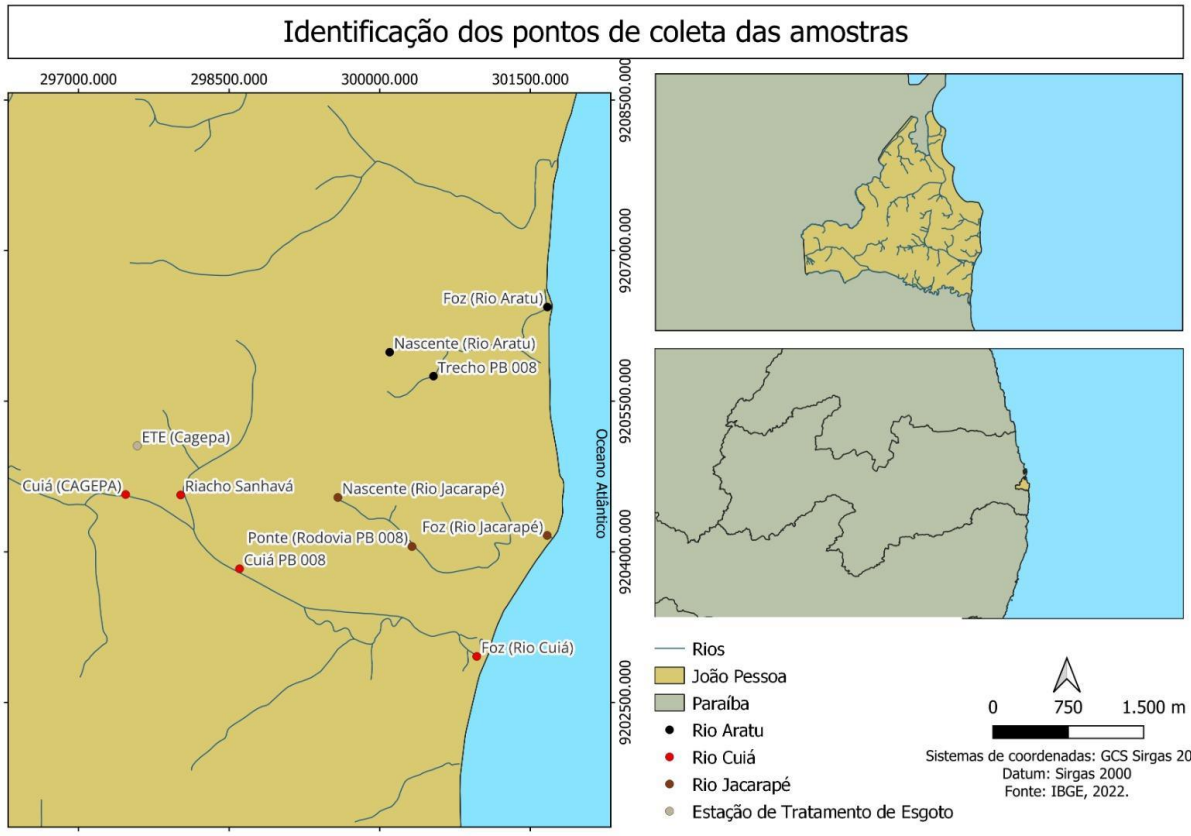
Quadro 1 - Coordenadas dos pontos de coleta.

Rio Aratu
NASCENTE: 7°10'47"S 34°48'37"O
TRECHO DA RODOVIA PB 008: 7°10'54,82"S 34°48'22,80"O
FOZ: 7°10'32.55"S 34°47'45,76"O
Rio Jacarapé
NASCENTE: 7°11'34"S 34°48'54"O
PONTE DA RODOVIA PB 008: 7°11'50"S 34°48'30"O
FOZ: 7°11'46.59"S 34°47'46,11"O
Rio Cuiá
CUIÁ - CAGEPA: 7°11'32.78"S 34°50'02,85"O
CUIÁ - PB 008: 7°11'57"S 34°49'26"O
FOZ: 7°12'25.72"S 34°48'09.13"O
Riacho Sanhavá: 7°11'33"S 34°49'45"O

Fonte: Os autores (2023).

Na Figura 3, a partir dos dados do quadro 1, pode-se visualizar o mapa indicando todos os pontos de coleta das amostras.

Figura 3: Mapa de identificação dos pontos de coleta das amostras.



Fonte: Os autores (2023).

A seguir serão relatados os aspectos físicos e ambientais encontrados no entorno dos corpos d'água analisados nesse artigo.

Figura 4: Nascente do Rio Aratu.

Fonte: Os autores (2023).

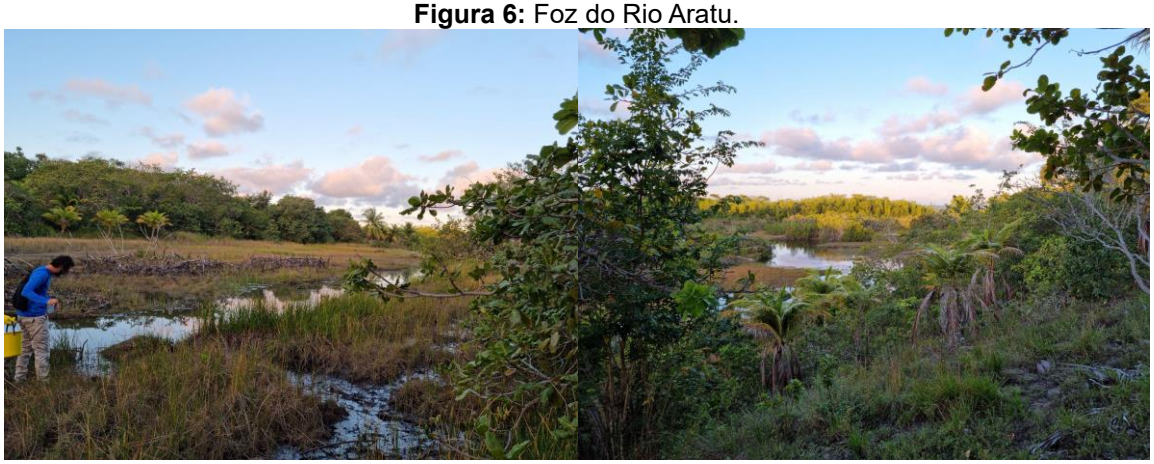
Como pode ser observado na Figura 4 não foi encontrada a presença de água no local. Com base nas coordenadas de Reis (2016), a nascente seria próxima dessa região. Todavia, foi evidenciada uma área desmatada para consolidação da comunidade Aratu, com suas construções irregulares dentro da Unidade de Conservação. Além do mais é perceptível o descarte incorreto de resíduos e o soterramento da nascente.

Figura 5: Rio Aratu no trecho da PB-008.

Fonte: Os autores (2023).

Nesse trecho do Rio Aratu sob a rodovia PB-008, representado na Figura 5, percebe-se a falta de mata ciliar e a quantidade reduzida de água encontrada no local que nem parece um rio. O corpo hídrico acaba sofrendo com o assoreamento devido a falta de vegetação, além de que o relevo é íngreme nessa área, apresentando erosão em decorrência das chuvas.

Figura 6: Foz do Rio Aratu.



Fonte: Os autores (2023).

A foz do Rio Aratu (Figura 6) localiza-se em uma região menos afetada pela urbanização, consequentemente é mais preservada. Para chegar até o local é preciso fazer uma pequena caminhada adentrando a vegetação.

Figura 7: Coleta de amostra na nascente do Rio Jacarapé.

Fonte: Os autores (2023).

Já a nascente do Jacarapé (Figura 7) é um dos pontos de coleta mais conservados por estar situado numa área de mata fechada, com a presença de uma mata ciliar de porte médio. É necessário caminhar um pouco pela mata para encontrá-la, a área é cercada e há poucas casas por perto.

No ponto seguinte em que o rio Jacarapé passa por baixo da rodovia PB-008 (Figura 8), observa-se um volume de água considerável e de fácil acesso.

Figura 8: Rio Jacarapé que passa debaixo da ponte na rodovia PB-008.

Fonte: Os autores (2023).

Nesse trecho, a Prefeitura de João Pessoa recolhe água utilizando vários caminhões pipa para regar as praças da cidade. Contudo, outros também fazem isso, mas até o momento não foi possível confirmar se todos são da Prefeitura e apresentam outorga autorizando o ato, caso tenham ainda é importante saber se a quantidade de água retirada está dentro dos limites estabelecidos.

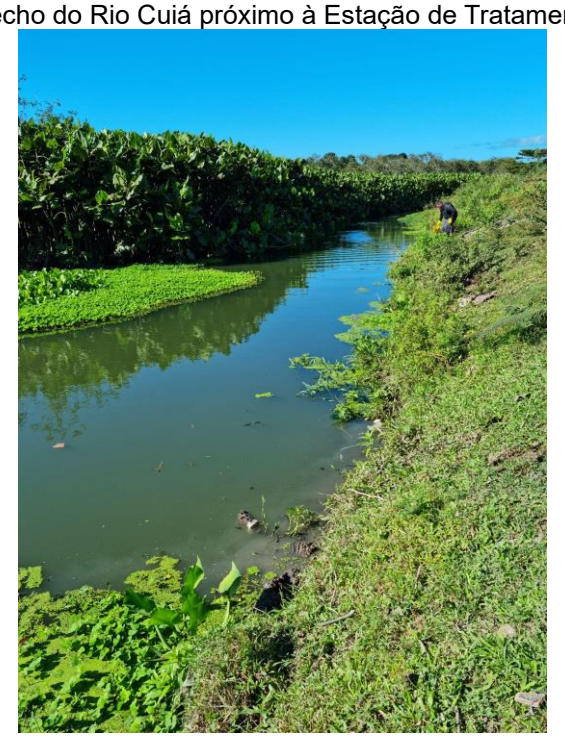
Figura 9: Foz do Rio Jacarapé.

Fonte: Os autores (2023).

A Figura 9 apresenta a foz do Rio Jacarapé, na qual há a presença de alguns bares e da comunidade do Jacarapé nas proximidades. O local é usufruído por banhistas, onde são desenvolvidas outras atividades de lazer, como por exemplo, passeios de caiaque adentrando o mangue.

Diferente dos rios Jacarapé e Aratu, que tem suas nascentes no interior do parque, o rio Cuiá nasce fora do Parque das Trilhas e já ingressa na UC com diversos problemas relacionados à qualidade da água.

Figura 10: Trecho do Rio Cuiá próximo à Estação de Tratamento de Esgoto.

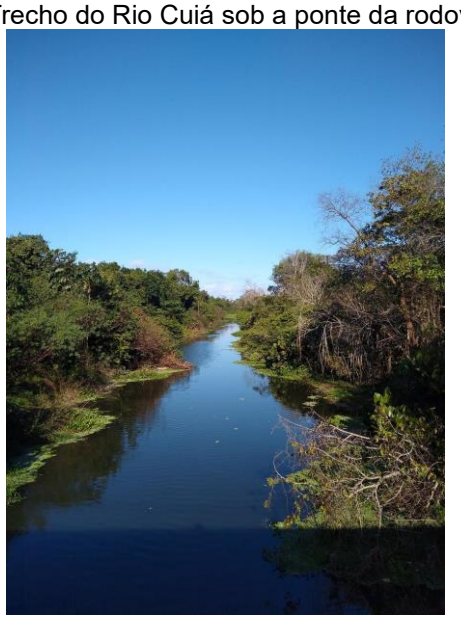


Fonte: Os autores (2023).

Esse trecho da Figura 10, já se encontra dentro do perímetro do Parque Estadual das Trilhas, mas inserido no meio de dois bairros. Por isso, apresenta residências e outras atividades. Logo, para acessar o local é necessário entrar no terreno de um morador. Nesse terreno é comum a criação de animais domésticos, consequentemente a vegetação de pastagem é a mais característica.

O Rio Cuiá é o mais extenso dos rios do parque. No entanto, passa por diversos bairros e é impactado por diversas atividades antrópicas. Logo, apresenta um odor forte e a presença de muitas plantas aquáticas oportunistas, as quais potencializam a eutrofização do corpo hídrico.

Figura 11: Trecho do Rio Cuiá sob a ponte da rodovia PB-008.



Fonte: Os autores (2023).

O trecho da Figura 11, apresenta uma mata ciliar mais conservada, só é difícil acessar embaixo da ponte para coletar o material porque o terreno é íngreme, podendo ser perigoso também, caso seja utilizado com fins ilícitos.

Figura 12: Foz do Rio Cuiá.

Fonte: Os autores (2023).

A Figura 12 que representa o trecho da foz do Cuiá indica que a área é bem preservada, uma vez que fica afastada de aglomerados humanos.

Figura 13: Entorno do Riacho Sanhavá - Obra viária, de iniciativa do governo estadual, para ligar a rodovia PB-008 ao bairro de Mangabeira, compreendendo uma extensão de 2,3 km por dentro do perímetro do Parque Estadual das Trilhas.

Fonte: Os autores (2023).

Figura 14 - Coleta de amostra do Riacho Sanhavá.

Fonte: Os autores (2023).

O Riacho Sanhavá, representado nas Figuras 13 e 14, é um dos pontos de coleta mais impactados devido à obra do governo do Estado para a construção de uma pista de ligação do bairro Mangabeira V à rodovia PB-008. Percebe-se o desmatamento para construção da pista, podendo causar assoreamento do riacho.

Quanto aos aspectos climáticos e ambientais, João Pessoa apresenta clima tropical quente e úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano devido à proximidade do mar, da Massa de Ar Equatorial Atlântica, da Frente Polar e dos ventos alísios de Sudeste (BIZERRA, 2013).

É situada majoritariamente na Formação Barreiras, apresentando sedimentos arenosos e argilosos. A vegetação natural predominante no Parque Estadual das Trilhas é a

Mata Atlântica ou Floresta Perenifólia Úmida. Segundo Bizerra (2013), outras formações que podem ser encontradas são do tipo: vegetação Pantropical de Praia e Formação Florestal Paludosa. No tocante a geologia, apresenta terrenos sedimentares terciários e quaternários.

Geomorfologicamente a área compreende, em sua maior parte, os baixos planaltos costeiros, com a existência de vales fluviais dos rios citados, além da presença de falésias. Para Reis (2016, p. 139) “morfologicamente, os Baixos Planaltos Costeiros ou tabuleiros são, na realidade, um compartimento fragmentado, que acompanha a linha de costa, originado de processos de acumulação de sedimentos dispostos à retaguarda da Planície Costeira.

Resultados e Discussões

De acordo com Tucci (1997), o desenvolvimento urbano leva ao aumento da demanda de água com qualidade, mas gera a degradação dos mananciais urbanos por meio de contaminações urbanas e industriais.

O Relatório Técnico de Mapeamento e Monitoramento das Nascentes e Corpos Hídricos de João Pessoa, publicado em 2020 pela Prefeitura Municipal de João Pessoa, informa que nas últimas duas décadas a população da cidade de João Pessoa cresceu 38%, levando a expansão imobiliária e a consequente elevação da pressão dos impactos ambientais negativos sobre os recursos hídricos e florestais locais, como, por exemplo, o aumento da poluição e a contaminação dos recursos hídricos. Vale ressaltar o impacto da qualidade da água na saúde pública, uma vez que tais recursos contaminados podem se tornar meios de veiculação de doenças prejudiciais ao ser humano.

Para analisar a qualidade da água é necessário medir alguns parâmetros estabelecidos na Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) n° 357, de 17 de março de 2005, com o intuito de verificar se o enquadramento dos rios está de acordo com as normas, bem como os valores dos seus parâmetros.

Ademais, o mesmo relatório técnico de mapeamento e monitoramento das nascentes e corpos hídricos de João Pessoa (2020), aborda três dos rios relacionados a esse trabalho: Aratu, Jacarapé e Cuiá. No caso do rio Aratu, o mesmo foi enquadrado na categoria de conservação como “bom”. Enquanto que o rio Jacarapé, no ponto da Lagoa de Jacarapé, apresentou avaliação “regular”. Já o rio Cuiá, com um ponto próximo a entrada do rio no Parque das Trilhas, a categoria de conservação foi “ruim”.

Com base nas análises feitas em campo e em laboratório, foram obtidas as tabelas 1 e 2 referentes aos pontos que foram coletados.

Tabela 1 - Dados obtidos no campo através da sonda multiparâmetro.

Descrição do local	Hora da coleta	O.D (mg/L)	Condutividade	Temperatura (°C)	pH
Jacarapé - Nascente	14:00	2,28	143,1 us	27,6	4,81
Jacarapé - PB 008	17:49	7,2	106 us	27,8	7,02
Jacarapé - Foz	16:49	5,7	26,4 ms	26,8	7,83
Sanhavá	14:30	2	437 us	26,6	6,84
Cuiá - CAGEPA	14:59	0,9	385 us	27,9	6,49
Cuiá - PB 008	15:34	1,6	351 us	26,7	6,08
Cuiá - Foz	16:11	5,3	19,10 ms	25,9	7,65
Aratú - PB 008	17:35	3,4	226 us	26,7	6,62
Aratú - Foz	17:17	5,2	372 us	26,3	6,53

Fonte: Autores (2023).

Tabela 2 - Parâmetros analisados em laboratório em mg/L.

Descrição do local	Cromo Total	Cloretos	Dureza total	Nitrito	Nitrato	Alcalinidade	Amônia	Ferro total
Jacarapé - Nascente	0	50	0	0	3,29	17	0	0.27
Jacarapé - PB 008	0,02	28	0	0,07	0,91	33	0	0.21
Jacarapé - Foz	0	0	4700	0	0	98	0	0.10
Sanhavá	0,05	73	9	0,24	3	111	0	0.66
Cuiá - CAGEPA	0,06	63	8	0,22	8,4	64	0	1.87
Cuiá - PB 008	0,13	120	14	0,4	7,8	119	0,06	2.6
Cuiá - Foz	0,02	12	4500	0,38	6	119	0	0.21
Aratú - PB 008	0,03	21	6	0,07	2,73	61	0	0,54
Aratú - Foz	0,02	26	0	0	1,55	40	0	0.21

Fonte: Autores (2023).

Tabela 3 - Parâmetros da Resolução do CONAMA 357/2005.

TABELA I - CLASSE 1 - ÁGUAS DOCES	
PADRÕES	
PARÂMETROS INORGÂNICOS	**VALOR MÁXIMO**
Alcalinidade	Sem referência
Cloreto total	250 mg/L Cl
Cromo total	0,05 mg/L Cr
Dureza total	Sem referência
Ferro dissolvido	0,3 mg/L Fe
Nitrato	10,0 mg/L N
Nitrito	1,0 mg/L N
Nitrogênio amoniacal total	3,7mg/L N, para pH £ 7,5 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH £ 8,0 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH £ 8,5 0,5 mg/L N, para pH > 8,5
DEMAIS PARÂMETROS	**REFERÊNCIA**
OD	não inferior a 6 mg/L O2
pH	6,0 a 9,0
Condutividade elétrica	Sem referência
Temperatura	Sem referência

Fonte: Resolução do CONAMA adaptada pelos autores (2023).

Como pode ser observado na tabela 3, os rios analisados se enquadram como águas doces: I - classe especial. Nesse caso, o oxigênio dissolvido (OD) em qualquer amostra não deve ser inferior a 6 mg/L e o pH deve estar entre 6 a 9. Assim, percebe-se que apenas no ponto Jacarapé - PB 008, o valor de OD está adequado e só na nascente do Jacarapé que o valor do pH está abaixo do ideal. Sabe-se que, “o pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas” (BITTENCOURT e PAULA, 2014, p.63). Por isso é importante manter os níveis adequados para não desequilibrar o ecossistema aquático.

De acordo com Bittencourt e Paula (2014), o OD é um importante parâmetro para identificar poluição aquática decorrente de despejos orgânicos. Sua solubilidade está ligada a altitude e a temperatura em que o corpo hídrico se encontra. Esse parâmetro estabelece uma relação direta entre a quantidade de oxigênio produzida pelos seres autótrofos e por processos de aeração e a quantidade consumida pelos decompositores para oxidar a matéria orgânica presente no meio, portanto, o resultado desse balanço determina a disponibilidade de OD disponível na água.

No tocante ao cromo, o valor máximo permitido de cromo total é de 0,05 m/L, de acordo com a Resolução do CONAMA 357/2005 adaptada na Tabela 3. Esse valor foi ultrapassado nos dois pontos de coleta do rio Cuiá. Segundo a Fundação Nacional de Saúde (2006), o cromo é um metal pesado, considerado um micropoluente, que atribui toxicidade à água, tornando-a imprópria para diversos usos. Os metais pesados estão presentes, frequentemente, em águas residuárias industriais e provocam um efeito conhecido como magnificação trófica prejudicando os seres vivos do ambiente.

Levando em consideração a mesma resolução, os valores máximos de nitrito e nitrato devem ser 1,0 mg/L e 10,0 mg/L, respectivamente. E os de ferro dissolvido são 0,3 mg/L. Os valores de ferro dissolvidos estão alterados nos pontos: Sanhavá; Cuiá - CAGEPA; Cuiá PB - 008; e Aratu - PB 008.

Conforme Richter (2009), as concentrações mais elevadas de ferro contribuem para a dureza da água e em águas superficiais, normalmente, o ferro está associado à matéria orgânica. Ademais, a condutividade está relacionada à quantidade de sólidos dissolvidos totais, uma vez que ela depende da quantidade de matéria ionizável total presente na água. Sabe-se também que a presença elevada de cloreto é uma indicação de poluição por esgoto doméstico.

Já os valores máximos permitidos do nitrogênio amoniacal total ou amônia variam dependendo do pH. Para esse enquadramento do CONAMA, nenhum trecho coletado excedeu o limite. Segundo o Manual de Avaliação da Qualidade da Água dos Rios (2016, p. 25), “se encontrarmos muito nitrogênio amoniacal na água, significa que existem matérias orgânicas em decomposição e que, provavelmente, a água encontra-se pobre em oxigênio dissolvido”.

Para a Fundação Nacional de Saúde (2006), o padrão limite de potabilidade de dureza é 500 mg/L, e os corpos hídricos que apresentam dureza reduzida possuem organismos mais sensíveis à presença de substâncias tóxicas, tendo em vista que a toxicidade é inversamente proporcional ao grau de dureza da água. Assim, percebe-se que a foz do Jacarapé e do Cuiá ultrapassam consideravelmente esse limite. Conforme Kerry *et al* (2016), a água dura não é recomendada para uso de atividades domésticas e nem industriais, porque forma precipitados que danificam máquinas, prejudica a ação do sabão e causa manchas nas roupas.

Além de obter informações laboratoriais, as visitas de campo foram fundamentais para um melhor diagnóstico. Pelo fato dos corpos d’água estarem localizados dentro de uma Unidade de Conservação, é de se esperar uma leve melhora em seus respectivos quadros de qualidade da água. Por isso, também é importante fazer um monitoramento mensal para identificar fatores internos e externos que podem influenciar neste aspecto, como por

exemplo: o crescimento urbano ultrapassando o limite do Parque, desmatamento, períodos chuvosos, descarte de resíduos domésticos, dentre outros.

Vale ressaltar que todos esses corpos hídricos apresentam trechos inseridos na malha urbana de João Pessoa, e acabam recebendo dejetos de forma bruta, e além disso o rio Cuiá recebe o esgoto tratado da Estação de Tratamento de Esgoto de Mangabeira. Sabe-se que o tratamento terciário é caro e pouco desenvolvido no país, é tanto que foi justamente nos dois pontos do rio Cuiá que foram constatados valores alterados para o cromo. Uma situação crítica, já que normalmente essas substâncias se concentram no sedimento do rio.

A junção desses fatores afetam diretamente a qualidade da água que acaba tendo seus tipos de uso reduzidos, e a criação de uma UC para preservação de recursos hídricos, nesse caso, só diminui o impacto ambiental dessa poluição, porque as zonas de contaminação abrangem um limite muito maior que a área do parque.

Considerações Finais

Os resultados obtidos através das análises em laboratório e com as análises realizadas em campo demonstram que alguns cursos de água já estão sendo comprometidos por conta da urbanização, o que tem acarretado no aumento da poluição, principalmente no trecho do Rio Cuiá dentro do Parque Estadual das Trilhas.

O monitoramento dos cursos d'água dentro desta UC é fundamental, pois é um critério para atestar as condições ambientais e de preservação que estão presentes na Unidade de Conservação. Além disso, esse monitoramento também é uma questão socioambiental importante, pois nas coletas em campo foi possível observar que a população utiliza os cursos d'água como forma de lazer e para carregamento de caminhões pipas.

Sendo assim, é necessário que a Superintendência de Administração do Meio Ambiente (SUDEMA), órgão responsável pela gestão do Parque Estadual das Trilhas, esteja levando todos esses critérios analisados na pesquisa para promover ações que pautem a gestão ambiental eficiente dos recursos hídricos presentes nessa Unidade de Conservação.

Agradecimentos

Agradecemos a FAPESQ-PB pelos recursos distribuídos ao projeto, com esse financiamento foi possível a compra das sondas que são utilizadas para o monitoramento da qualidade da água dos corpos hídricos presentes no Parque Estadual das Trilhas. Ao Laboratório do Prodema - UFPB e ao Laboratório de Planejamento e Gestão Ambiental - LAPLAG/UFPB, essa parceria de laboratórios foi fundamental para realização das análises com as amostras dos corpos hídricos e monitoramento dos mesmos. Reconhecemos a parceria com o Batalhão Ambiental da Polícia Militar do Estado da Paraíba que nos

acompanhou em todos os campos e são importantes para o desenvolvimento desse monitoramento da qualidade das águas.

Referências

BITTENCOURT, C. ; PAULA, Maria Aparecida Silva de. Tratamento de água e efluentes: fundamentos de saneamento ambiental e gestão de recursos hídricos / Claudia Bittencourt, Maria Aparecida Silva de Paula. - 1.ed. - São Paulo: Érica, 2014.

BIZERRA, Dennys da Silva. Dinâmica Físico-Ambiental no Parque Estadual Mata de Jacarapé, João Pessoa, Paraíba. Monografia de graduação. João Pessoa, Paraíba / UFPB, 2013. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/473/1/DSB01102013.pdf. Acesso em: 17/11/2023.

BRASIL. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005. Resolução CONAMA N° 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasil, 2005. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf. Acesso em: 25/06/2023.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. 2ª ed. rev. - Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006. 146 p. 1. Saneamento. I. Título. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_analise_agua_2ed.pdf. Acesso em: 14/08/2023.

BRASIL. Lei n°9.985, de 18 de Julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 17/11/2023.

BORGES, M. J. ; GALBIATTI, J. A. ; FERRAUDO, A. S. Monitoramento da qualidade hídrica e eficiência de interceptores de esgoto em cursos d'água urbanos da bacia hidrográfica do córrego Jaboticabal. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 8, n. 2, p. 161-171, 2003. p.161.

KERRY J. Howe. [et al.]. Princípios de tratamento de água; tradução Noveritis do Brasil; revisão técnica Elvis Carissimi. – São Paulo, SP: Cengage, 2016.

LIMA, B. P. ; MAMEDE, G. L. ; LIMA NETO, I. E. Monitoramento e modelagem da qualidade de água em uma bacia hidrográfica semiárida. Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 23, p. 125-135, 2018.

LIMA, W.P. de; GUTIERRES, H.E.P. Impactos ambientales en el Parque Natural Municipal de Cabedelo – Estado de Paraíba, Brasil. *Revista Geográfica de América Central*, *1*(66), 189 - 215, 2021.

Manual de Avaliação da Qualidade da Água dos Rios/Programa Olho D'Água. Educação ambiental através do monitoramento participativo dos rios. 2ª ed. PMC, 2016, p. 14-28. Disponível em: https://mid.curitiba.pr.gov.br/2016/00188199.pdf. Acesso em: 14/08/2023.

PARAÍBA. Decreto Nº 37.653, de 15 de setembro de 2017. Cria a Unidade de Conservação Parque Estadual das Trilhas, no município de João Pessoa. Paraíba, PB: Diário Oficial, 2017. Disponível em: https://auniao.pb.gov.br/servicos/doe/2017/setembro/diario-oficial-16-09-2017.pdf/@@download/file/Diario%20Oficial%2016-09-2017.pdf. Acesso em: 25/06/2023.

REIS, A.L.Q. Índice de sustentabilidade em uma bacia ambiental: uma abordagem para a gestão e planejamento da conversação e preservação dos rios urbanos de João Pessoa (PB). 2016. 260 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

RICHTER, C. A. Água: métodos e tecnologia de tratamento – Carlos A. Richter – São Paulo: Blucher, 2009.

SEMAM - Secretaria de Meio Ambiente. Relatório Técnico: Mapeamento e monitoramento das nascentes e corpos hídricos de João Pessoa. João Pessoa, 2020. Disponível em: https://www.joaopessoa.pb.gov.br/wp-content/uploads/2020/12/RELATORIO-NASCENTE-SEMAM-10-03-2020.pdf. Acesso em: 25/06/2023.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. Capítulo 14 do Livro Água Doce. Rio Grande do Sul, 1997, p. 3-35. Disponível em: https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/grupos-de-trabalho/encerrados/residuos/documentos-diversos/outros_documentos_tecnicos/curso-gestao-do-terrimorio-e-manejo-integrado-das-aguas-urbanas/aguanomeio%20urbano.pdf. Acesso em: 16/07/2023.

Mapeamento Geomorfológico do Maciço de Mata Grande: Aspectos Morfológicos, Morfométricos e Cobertura Superficial da Paisagem

Geomorphological Mapping of the Mata Grande Massif:Morphological, Morphometric aspects and Surface Coverage of the Landscape

Kallyne Teixeira Santos
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0005-6929-3264
kallyneteixeirasantos@gmail.com

Ronald Farias Marques
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0007-8246-8553
ronaldmarques835@gmail.com

Laís Susana de Souza Góis
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-1787-9819
lais.gois@ufpe.br

Jonas Herisson Santos de Melo
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-3508-6433
jonas.melo@ufpe.br

Kleython de Araújo Monteiro
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0003-4829-3722
kleython.monteiro@igdema.ufal.br

Resumo: A ciência geomorfológica estuda as formas de relevo, seus processos e material ao decorrer do tempo geológico. Com estas análises, é possível compreender a dinâmica da paisagem e desenvolver planos de gestão dos recursos naturais. Logo, o intuito desta pesquisa é realiza o mapeamento geomorfológico no Maciço de Mata Grande, localizado no extremo noroeste de Alagoas. Sendo uma região importante para o semiárido alagoano, visto que é um brejo de altitude com solos favoráveis para agricultura local. A metodologia adotada seguiu as recomendações do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, determinando as seguintes morfoestruturas: Planalto Residual e Depressão Sertaneja, já as morfoesculturas: Topos, Maciço, Inselbergues, Pedimentos e Pediplano. A cartografia morfodinâmica, foi definida em um compartimento específico da área de estudo em questão, por se destacar na sua geologia e competência hídrica, assim as feições geomorfológicas são: Cimeira Rochosa, Encostas, Relevo Residual, Pedimentos, Plaino Aluvial e Áreas de Acumulação.

Palavras-chave: Morfoestrutura; Morfoescultura; Modelados; Paisagem; Taxonomia.

Abstract: The geomorphological science studies landforms, their processes and material over geological time. With these analyses, it is possible to understand the dynamics of the landscape and develop plans for the management of natural resources. Therefore, the purpose of this research is to carry out the geomorphological mapping in the Maciço de Mata Grande, located in the extreme northwest of Alagoas. Being an important region for the semi-arid region of Alagoas, since it is an altitude swamp with favorable soils for local agriculture. The adopted methodology followed the recommendations of the Brazilian Institute of Geography and Statistics, determining the following morphostructures: Residual Plateau and Sertaneja Depression, as well as the morphosculptures: Topos, Massif, Inselbergs and Pediments. The morphodynamic cartography was defined in a specific compartment of the study area in question, as it stands out in its geology and water competence, so the

geomorphological features are: Rocky Summit, Slopes, Residual Relief, Pediments, Floodplain and Accumulation Areas.

Keywords: Morphostructure; morphosculpture; Modeled; Landscape; Taxonomy.

Introdução

A geomorfologia tem a capacidade de analisar o contexto dinâmico da paisagem, classificando e hierarquizando as formas de relevo. Como base nesta premissa, o mapeamento geomorfológico se mostra relevante para auxiliar outras pesquisas deste mesmo ramo. Visto que relaciona fatores do relevo com o contexto litológico, pedológico, climático e morfodinâmico em sua composição da paisagem no tempo geológico, definindo a seguinte ordem: domínios morfoestruturais, regiões geomorfológicas, unidades geomorfológicas, modelados e formas de relevo simbolizados (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS – IBGE, 2009).

Os elementos endogenéticos, correspondem ao táxon morfoestrutural, sendo os maiores compartimentos de relevo em escala regional. Já os componentes exógenos, são associados às morfoesculturas, possuindo variedades de modelados do relevo de nível menor, que agem externamente no setor das morfoestruturas, como a atuação do clima. De acordo com Christofoletti (1980), as formas e processos do relevo são o objeto central do sistema geomorfológico que possibilita analisar a esculturação, destruição e deposição das feições.

Além disso, para auxiliar o ordenamento e identificação do modelado, a análise da rede de drenagem é imprescindível, tendo em vista que estabelecem processos morfogenéticos ativos de esculturação da paisagem (CHRISTOFOLETTI, *op.cit.,*1980). Desta forma, os índices morfométricos de hierarquia fluvial e análise areal, contribuem para maior detalhamento da evolução das formas de relevo.

Assim, o intuito da pesquisa é realizar o mapeamento geomorfológico do Maciço de Mata Grande no sertão de Alagoas, mais precisamente na porção sul do rebordo meridional do Planalto da Borborema. Tendo em vista a importância da área de estudo, por apresentar, segundo Gois (2020), semelhanças com características de brejos de altitudes, ou seja, possui aspectos diferentes do seu entorno. Por isso, a ferramenta do mapeamento geomorfológico é relevante para estudar as estruturas existentes e processos que estão atuando no relevo ao longo do tempo na região em apreço.

Metodologia

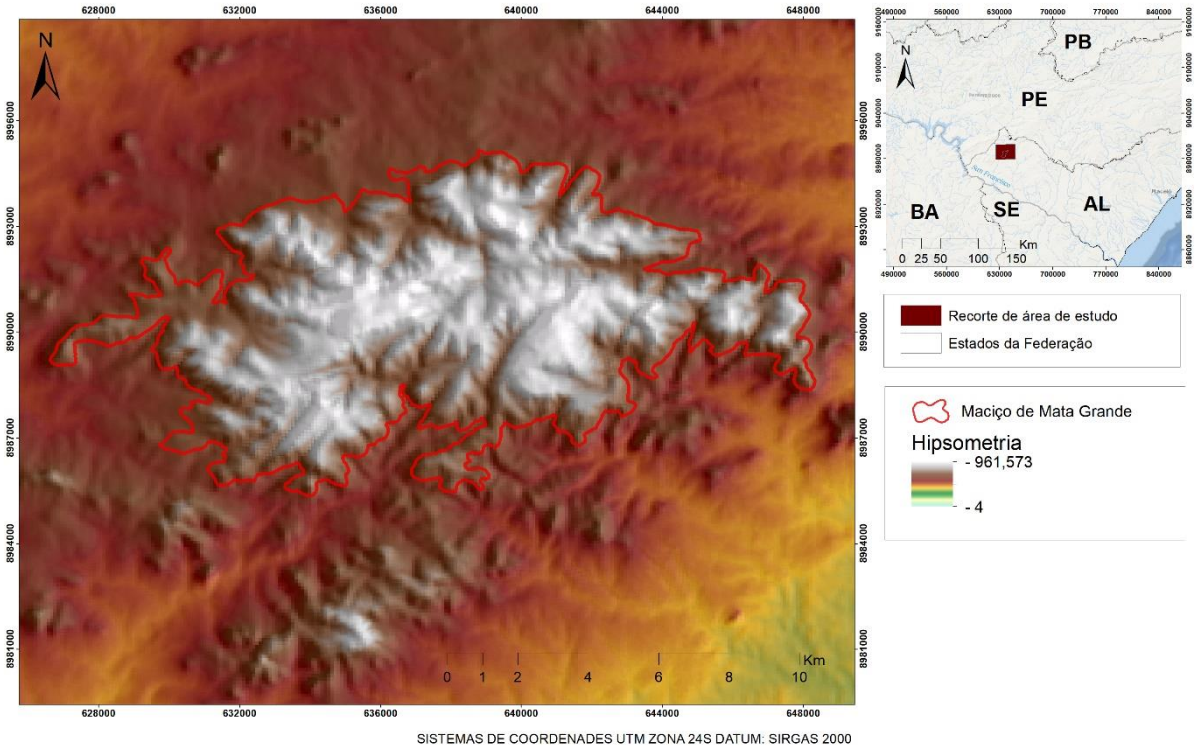
Caracterização de área

O Maciço de Mata Grande (figura 1) está localizado no estado de Alagoas, na

mesorregião do Sertão Alagoano e microrregião Serrana do Sertão Alagoano (IBGE, 1992) nos municípios de Mata Grande, Inhapi e Canapi. O Maciço é um aárea importante, tendo em vista que está na dinâmica de três bacias hidrográficas, do Rio Moxotó e Capiá que nascem no estado de Pernambuco e, por fim, Rio Talhada que possui a particularidade de sua cabeceira no local de estudo.

Localizado no extremo NW do Estado de Alagoas, limita-se a norte com os municípios de Manari e Inajá (PE), a sul com Inhapi e Água Branca, a leste com Canapi e a oeste com Tacaratu (PE) e Água Branca.Com área de 919,6 km2 (3,3% de AL), inserida na microrregião Serrana do Sertão Alagoano, o município de Mata Grande encontra-se nas coordenadas geográficas de 9°07’06’’ de latitude sul e 37°44’04’’ de longitude oeste (CPRM, 2005).

Figura 1: Localização da área.



Fonte: Os autores (2023).

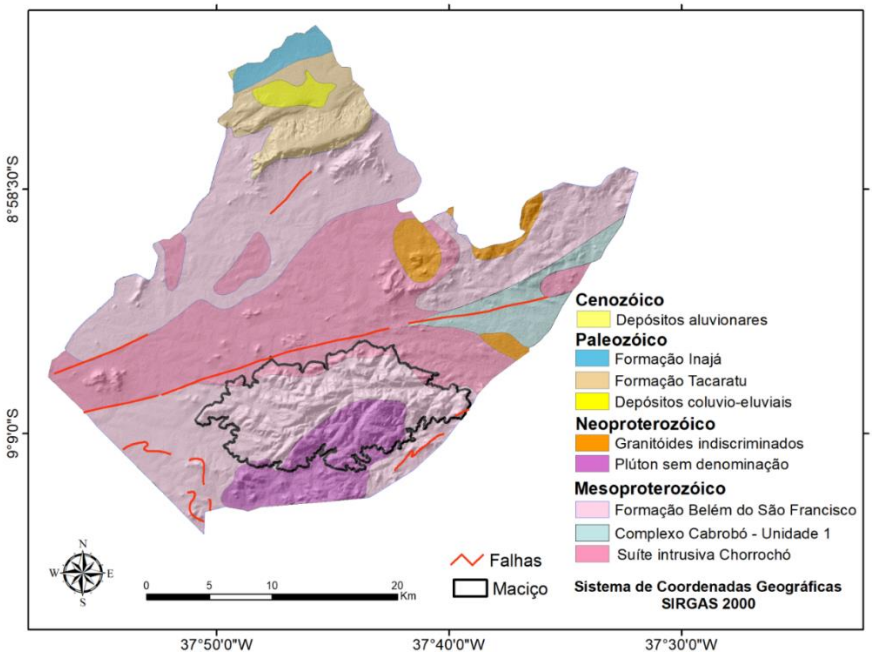
Segundo Cavalcanti (2010), o modelado em análise está no compartimento da depressão sertaneja meridional, possuindo aspectos de pedimentos tanto com cobertura superficial, quanto sem cobertura superficial, destacando os fatores arenosos e dendríticos, dispondo ainda de inselbergues e inselguerbirgues resistindo na paisagem relacionados aos plútons neoproterozóicos. Além disso, pertence ao domínio da Caatinga, de acordo com Ab’ Saber (2003), mas possuindo aspecto importante no setor de regime seco, como os enclaves de microrregiões úmidas ou sub-úmidas, determinando os brejos com espécies da Mata Atlântica e solos férteis, tendo seu entorno com a dinâmica climática do semiárido.

Logo, por apresentar esta peculiaridade, as ações antrópicas da agricultura familiar, tem a capacidade de degradar a área de estudo. Neste sentido, é possível por meio do mapeamento geomorfológico, ter um estudo base da área apreço com objetivo de futuras pesquisas para identificar áreas mais frágeis do maciço que servirá para planos de manejos.

Aspectos geológicos

A classificação geológica da área com a referida base na CPRM (2005), ressaltam-se, os periodos neoproterozóico e mesoproterozóico. Com formações dos grandes complexos granitóides com unidades, respectivamentente, de Plúton sem denominação, Formação Belém do São Francisco, Complexo Cabrobó - Unidade 1, Suíte intrusiva Chorrochó (Figura 2), onde predomina os sienitos, gnaisse e outros.

Figura 2: Classificação geológica.



Fonte: GOIS (2020)

Aspectos Geomorfológicos

No estado de Alagoas, o município de Mata Grande está inserido na Província Borborema, na unidade Depressão do São Francisco ou Depressão Sertaneja, que se delimita a leste com os tabuleiros costeiros e com a escarpa ocidental do planalto da Borborema, a norte e a sul esta unidade se estende ainda pelos estados de Pernambuco e Sergipe proposto por Villanueva (2016) e Gois (2020).

Aspectos Climáticos

A área apresenta um clima semiárido, com médias abaixo de 700 mm anuais, de

acordo com Alves (2016). Dentre os vários atores climáticos observados na região tropical, os que se destacam contribuindo para a ocorrência de períodos chuvosos e de estiagem no Semiárido brasileiro são os sistemas atmosféricos: a ZCIT (Zona de Convergência Intertropical), VCAN's (Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis), DOL"s (Distúrbios Ondulatórios de Leste) ou simplesmente Ondas de Leste e os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM); os eventos climáticos: El Niño – La Niña (ENOS) e o Dipolo do Atlântico (ALVES, 2016).

A ZCIT expressa-se como uma banda de nuvens convectivas que se estende em uma faixa ao longo da região equatorial. Já os VCAN's (Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis) são centros de baixa pressão que se originam na alta troposfera e se estendem até os níveis médios, dependendo da instabilidade atmosférica. Por fim, Os DOL"s (Distúrbios Ondulatórios de Leste) ou Ondas de Leste são ventos que se movem deste o oeste da África até o Atlântico Tropical, e sua atividade máxima ocorre no inverno austral (ALVES, 2016).

Procedimentos Metodológicos

Os métodos iniciaram-se com a revisão bibliográfica e metodológica da cartografia geomorfológica, tendo o intuito de analisar os trabalhos já existentes no Maciço de Mata Grande em Alagoas. Posteriormente, foi realizada a construção do Modelo Digital do Terreno (MDT) da área de estudo. Após, ocorreu a confecção do mapeamento dos modelos morfestruturais, morfoesculturais e modelados da área de estudo para validação em campo.

Com base nas metodologias existentes para a cartografia geomorfológica, pode-se definir a da Associação Internacional de Geomorfologia – AIG que utiliza os procedimentos metodológicos de Demek (1972). A nível de Brasil, dentro dos diversos métodos existentes, a do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2009) se destaca, pois é necessário padronizar as classificações de relevo, logo, o método do IBGE está embasado na proposta internacional de mapeamento geomorfológico. Assim, a metodologia utilizada segue as recomendações de Demek (1972), mapeando primeiro os maiores táxons do relevo (morfoestrutura) e posteriormente as feições que estão sofrendo ações dos fatores exógenos (morfoescultura).

Após estas análises, parte para construção do MDT, sendo usados dados topográficos do projeto Copernicus da Agência Espacial Europeia, possuindo resolução espacial de 30x30m para ser utilizado em softwares de geoprocessamento tendo escala de 1:100.000. Nesse sentido, para determinar as feições morfoestruturais, deve-se relacionar os dados do contexto geológico-geomorfológico aliado a morfotectônica e hidrogeologia, juntos aos mapas de isolinhas da área de estudo, utilizando o MDT para confecção da morfografia.

Ademais, através das drenagens geradas em ambiente digital, pôde-se extrair

produtos para morfometria. Assim, foram analisados os índices de hierarquização fluvial acordo com Strahler (1952), junto com a Declividade proposta pelo Sistema de Classificação de Solos através da Empresa Brasileirade Pesquisa Agropecuária – Embrapa (2018). Nesse sentido, esta análise da rede hidrográfica é importante para geomorfologia, pois tem capacidade de entender as transformações esculturais na paisagem. Logo, para mais detalhes das especificidades da cartografia geomorfológica, esses dados foram trabalhados em ambiente GIS, sendo necessária a validação em campo.

Por fim, foi elaborado o mapeamento geomorfológico da área de estudo, respeitando os níveis taxonômicos de morfoestrutura, morfoescultura e os modelados que podem ser determinados por acumulação, aplanamento, dissecação e dissolução. Assim, com auxílio da declividade e perfis topográficos,pôde-se definir dissecação, área de acumulação, quebra de patamar e cobertura superficial das feições de relevo.

Resultados e discussões

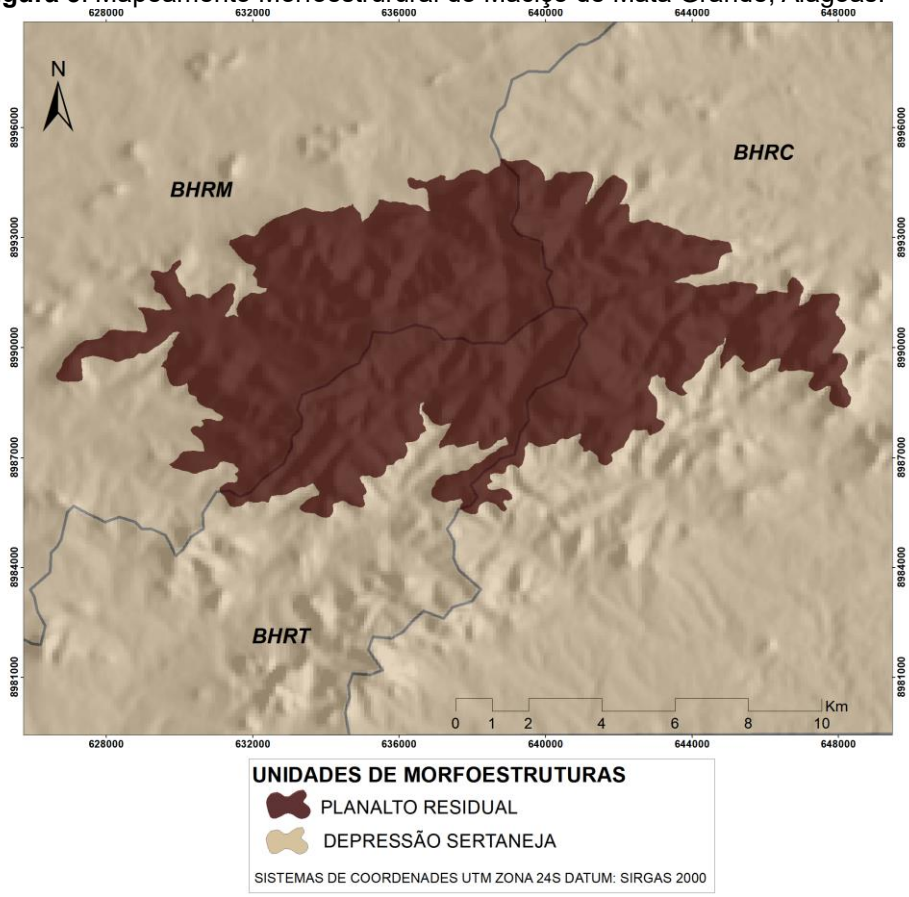
Morfoestruturas

As feições morfoestruturais (Figura 3) identificadas no Maciço de Mata Grande estão no regime das drenagens da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó – BHRM, Bacia Hidrográfica do Rio Capiá - BHRC e Bacia Hidrografia do Rio Talhada – BHRT. Neste contexto, foram determinados dois compartimentos, correspondendo ao Planalto Residual e Depressão Sertaneja com litologia predominante do metamorfismo regional e um setor específico da região do RioTalhada com classe plutônica.

Em relação ao Planalto Residual, sua altimetria está entre 500 metros a 800 metros, possuindo os setores mais altos do estado de Alagoas. Seu litotipo varia entre ortognaisse tonalítico, metadiorito e quartzo sienito, quartzomonzonito nas unidades de Belém do São Francisco e Plúton sem denominação.

A Depressão Sertaneja na área de estudo apresenta mínima de 280 metros para a BHRM, possuindo aspecto de depressão periférica por se tratar de uma feição entre o maciço de Mata Grande e a Bacia Sedimentar do Recôncavo Tucano Jatobá que está fora do recorte analisado. Considerando a BHRC, possui a menor cota de 60 metros próximo a sua desembocadura e também a região já não pertence ao entorno do maciço de Mata Grande. Por fim,utilizando o setor de cabeceira e próximo ao entorno da área de estudo, a BHRTé o único setor em rochas ígneas. Esta unidade morfoestrural possui as unidadesde Chorrochó, Belém do São Francisco, Cabrobró 1 e Plúton sem denominaçãocom litologia variando entre biotita gnaisse,ortognaisse tonalítico, metadiorito e quartzo sienito.

Figura 3: Mapeamento Morfoestrurural do Maciço de Mata Grande, Alagoas.



Fonte: Os autores (2023).

Morfoesculturas

As unidades morfoesculturais (figura 4) representam a ação exogenética que as morfoestruturas vem sofrendo ao longo do tempo geológico, ademais, a drenagem junto ao clima semiárido da área de estudo, são fatores importantes nos processos erosivos, pois também auxiliam na destruição das formas neste processo. Assim, foram identificados através da altimetria e declividade, cinco (5) feições de morfoesculturas, sendo elas: Topos, Maciço de Mata Grande, Inselbergues, pedimentos e pediplano.

Os topos são caracterizados pela forma convexa dissecada, estando entre 750 metros e 800 metros. Sua resistência na paisagem pode estar ligada ao controle estrutural, tendo cabeceiras de drenagem de primeira ordem (IBGE,2009).

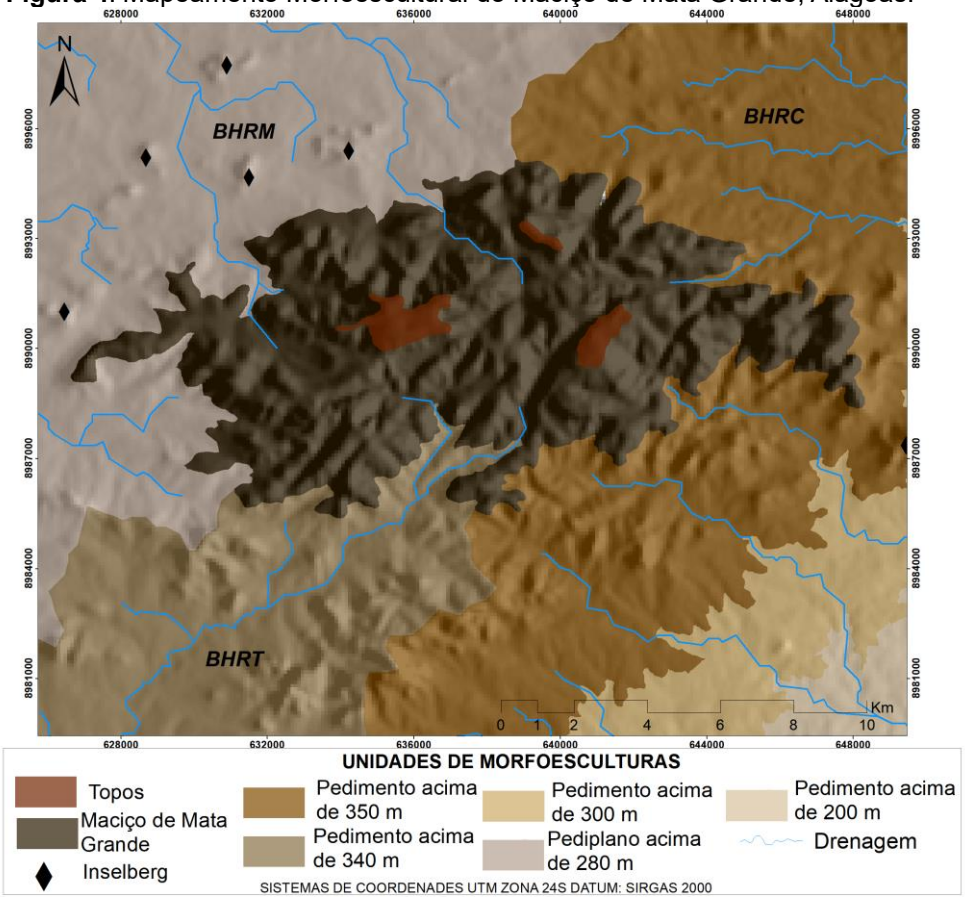
O Maciço de Mata Grande atua como divisor das bacias dos rios Moxotó,Capiá e Talhada. Além disso, tem características peculiares, como alvéolos suspensos em suas formas agradacionais, pois tem depósitos coluviais gerados por meio das vertentes que estão relacionados os depósitos aluviares.

Os inselbergs apresentam dissecação forte, possuindo altimetria máxima de 500 metros. Estas feições residuais estão na paisagem por ter diferença de resistência ao entorno,

segundo o IBGE *op.cit.* (2009), sua ocorrência maior é nas depressões periféricas, o que se confirma estando na porção na BHRM.

Quanto às superfícies de aplanamentos, têm-se os pedimentos, estando nas BHRC e BHRT. Mas a bacia hidrográfica do rio Capiá se destaca por possuir três (3) quebras de patamares em 350 metros, 300 metros e 200 metros. Já a bacia hidrográfica do Rio Talhada, no recorte usada para área de análise, apresenta apenas um (1) pedimento com alta dissecação. Por último, foi identificado um Pediplano na BHRM tem cota mínima de 280 metros.

Figura 4: Mapeamento Morfoescultural do Maciço de Mata Grande, Alagoas.

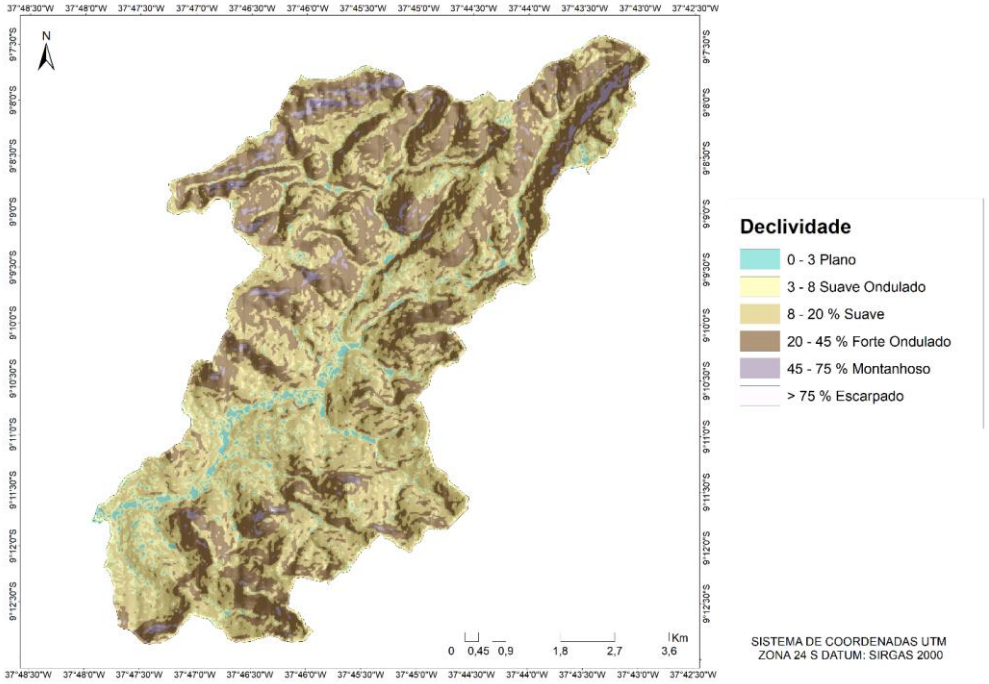


Fonte: Os autores (2023).

Modelados

Com base na hierarquização de drenagem, para o mapeamento do próximo táxon, foi realizado na sub-bacia de quarta ordem da BHRT. Além disso, também outro fator importante a ser considerado é que este setor faz parte da única unidade de rochas ígneas da área de estudo. Por fim, a declividade (Figura 5) auxiliou na determinação deste nível taxonômico, sendo possível identiicar setores própicios à acumulação e capacidade de ter cobertura superficial.

Figura 5: Declividade do Maciço de Mata Grande, Alagoas.



Fonte: Os autores (2023).

Através da declividade, se nota que as áreas de maiores altitudes nos intervalos de forte ondulado e montanhoso, estão expostas para dissecação. Porém, no setor mais baixo (0 - 3 %), existem áreas conservadas com drenagem que favorece a formação de solos. Assim, com este dado, foram definidos (3) tipos de modelados, dissecação e acumulação (Figura 6).

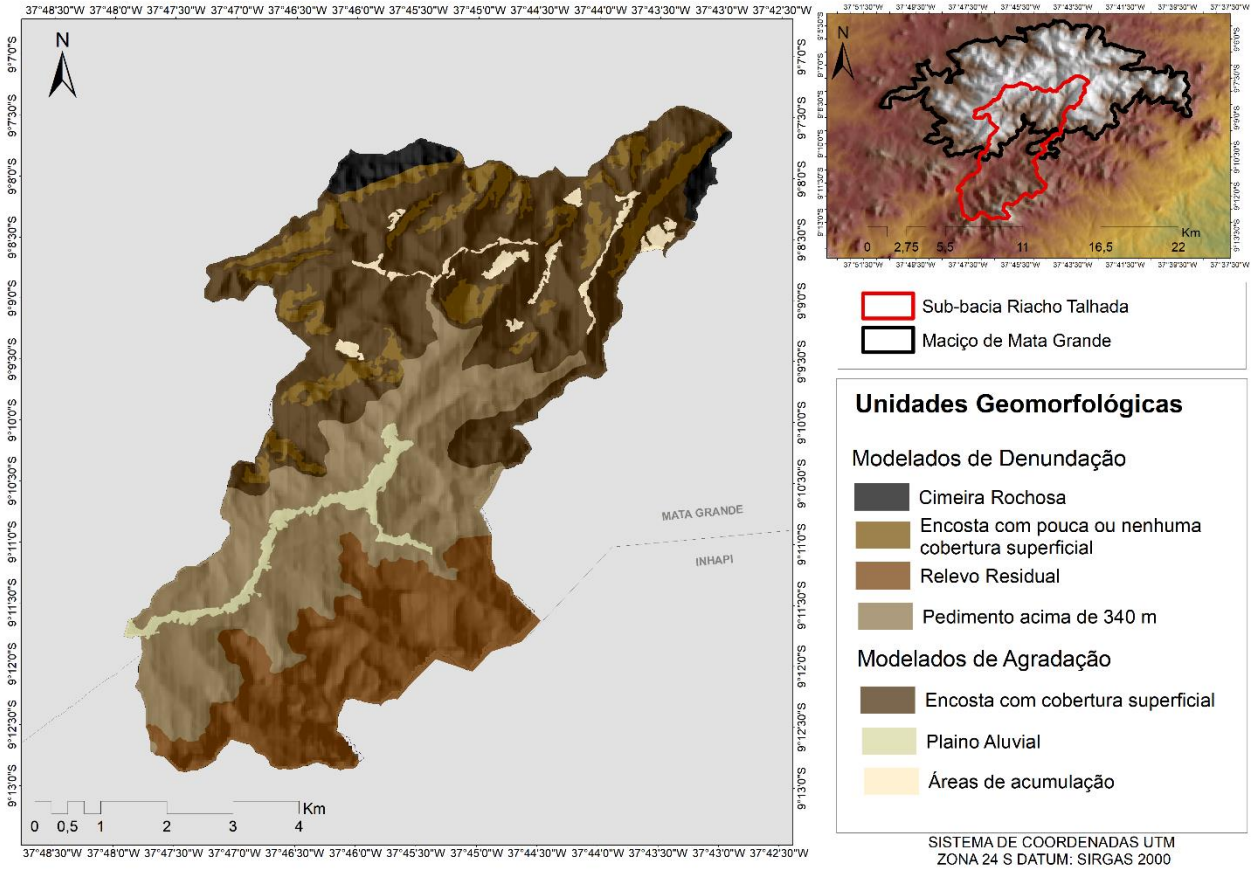
Nos modelados de Dissecação, contém cimeiras convexas, possuindo maior altimetria de 800 metros. Após, para determinar as encostas, precisou-se do auxílio da declividade, visto que acima de 30º a gravidade influencia na maior retirada de material, definindo as encostas com pouca ou nenhuma cobertura superficial e as encostas com cobertura superficial.

Posteriormente, o modelo de aplanação tem somente o pedimento acima de 340 metros. Seus aspectos se destacam pela descontinuidade do material detrítico sobre a rocha e com inclinação suave.

Já os modelados de acumulação foram identificados dois, o plaino aluviale depósitos de sedimentos. A feição de plaino aluvial, predomina a drenagem colmatada, que pode também estar associado ao extravasamento da planície.

Por outro lado, os depósitos sedimentares, se concentram próximo em áreas de convergências dentro no Maciço de Mata Grande.

Figura 6: Mapeamento Morfodinâmico do Maciço de Mata Grande, Alagoas.



Fonte: Os autores (2023).

Considerações finais

A presente pesquisa desenvolveu a técnica de mapeamento geomorfológico no Maciço de Mata Grande no estado de Alagoas. Tendo em vista a hierarquização dos taxóns de relevos e sua classificação, os procedimentos metodológicos mostraram competência para compreender a dinâmica do modelado.

Assim, foram definidas duas (2) unidades de morfoestruturas, sendo elas Maciço Residual e Depressão sertaneja. Para as feições morfoesculturais, como precisa-se de maior detalhamento, a determinação se concentrou em cinco (5) setores: Topos, Maciço de Mata Grande, Inselbergues, Pedimentos e Pediplano.

Em nível de escala menor, foi escolhido a sub-bacia de quarta ordem da Bacia Hidrográfica Riacho Talhada – BHRT para cartografar o próximo táxon. Considerando este setor do Maciço de Mata Grande estar em um contexto geológico relevante, pois se concentra a única região ígnea que se destaca no metamorfismo regional. Logo, foram identificados os modelados de dissecação formados por cimeira convexa, encostas com pouca ou nenhuma

cobertura superficial. Já no compartimento de aplanamento tem um (1) pedimento e para classe de acumulação foi estabelecido feição de plano aluvial, possuindo alto potencial de extravasamento e as áreas de depósitos sedimentares ou *loci* deposicionais que servem para análise de perfis estratigráficos e sedimentológicos.

A área de estudo é uma região relevante no semiárido alagoano, por se tratar de um brejo de altitude e possuir solos propícios para agricultura. Neste sentido, torna-se necessário o estudo das formas e processos de seu modelado.Portanto, este trabalho serve de base para futuras pesquisas no Maciço de MataGrande, tendo em vista buscar medidas de intervenção para as áreas que possaapresentar maior fragilidade.

Referências

ALVES, K. M. A. S. **Variabilidade pluvial no semiárido brasileiro: impactos e vulnerabilidades na paisagem da bacia hidrográfica do rio Moxotó**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. 2016.

CAVALCANTI, L.C. **Geossistemas no estado de Alagoas: uma contribuiçãoaos estudos da natureza em geografia**. Dissertação (Mestrado). UniversidadeFederal de Pernambuco. Centro de Filosofia e Ciências Humanas. 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Edgar Blücher. 2ª edição. 1980. 188p.

DEMEK J. (ed). **Manual of detailed geomorphological mapping**. Praga, IGU, Comm Geomorph. Surv. Mapping, 1972.

GOIS, L. S. D. S. **Caracterização de materiais quaternários no ambiente de exceção em Mata Grande-AL**.Dissertação (Mestrado). Universidade Federal dePernambuco. Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE. **Divisão Regional do Brasil em Mesorregiões e Microrregiões Geográficas**. Rio deJaneiro: IBGE, 1992, v. 2, tomo 2.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICAS - IBGE. **Manual Técnico de Geomorfologia.** 2ª edição. Rio de Janeiro: Gerência de Biblioteca e Acervos Especiais, p. 182.

STRAHLER, A. N. **Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography**. Geological Society of America Bulletin, v. 63, n. 10, p. 1117-1142. 1952.

VILLANUEVA, T. C. B. Geodiversidade do estado de Alagoas. Salvador: CPRM, 2016. 165p.

DOS SANTOS, Humberto Gonçalves et al. **Sistema brasileiro de classificaçãode solos**. Brasília, DF: Embrapa, 201.

Caracterização morfométrica da microbacia do Açude Padre Ibiapina em Princesa Isabel - PB

Morphometric characterization of the Padre Ibiapina dam whatershed in Princesa Isabel - PB

Dalva Damiana Estevam da Silva
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-5882-3091
dalvaestevampb@gmail.com

Fábio Remy de Assunção Rios
Centro Universitário UNIFACISA
https://orcid.org/0000-0002-1630-2420
fabioremy@gmail.com

Sérgio Murilo Santos de Araújo
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-9599-4383
sergiomurilosa.ufcg@gmail.com

Resumo: Este trabalho teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do açude Padre Ibiapina em Princesa Isabel – PB. A metodologia utilizada constituiu-se no uso do modelo digital de elevação do Alos Palsar com resolução de 12,5 metros, adquirido na plataforma Alaska Satelity no EarthData/Nasa, usadas na delimitação da microbacia, além disso, foram extraídos outros dados usando o QGIS 3.14.16 Hannove. As imagens para o uso e ocupação do solo foram obtidas a partir do MapBiomas, na plataforma do Google Earth Engine. Com esses dados foi possível elaborar os mapas temáticos e os cálculos dos parâmetros. Os resultados mostram por meio dos índices que a microbacia possui boa drenagem e escoamento, não estando susceptível a grandes enchentes, entretanto, a ação antrópica modifica o espaço natural, podendo gerar impactos negativos devido ao avanço da urbanização sem planejamento que contribui com a impermeabilização do solo, impedindo o fluxo natural dos canais.

Palavras-chave: Drenagem, Urbanização, impermeabilização, ação antrópica.

Abstract: This work aimed to carry out the morphometric characterization of the hydrographic microbasin of the Padre Ibiapina dam in Princesa Isabel - PB. The methodology used consisted of using the digital elevation model of Alos Palsar with a resolution of 12,5 meters, acquired on the Alaska Satelity platform at EarthData/NASA, used in the delimitation of the microbasin, in addition, other data were extracted using QGIS 3.14.16 Hannove. The images for land use and occupation were obtained from MapBiomas, on the Google Earth Engine platform. With these data it was possible to elaborate thematic maps and parameter calculations. The results show through the indices that the microbasin has good drainage and flow, not being susceptible to large floods, however, anthropic action modifies the natural space, which can generate negative impacts due to the advance of urbanization without planning that contributes to the waterproofing of the soil, impeding the natural flow of the channels.

Keywords: Drainage, Urbanization, Waterproofing, Anthropic action.

Introdução

A bacia hidrográfica é a unidade de gestão natural e social, pois permite identificar as mudanças geradas pelo homem na natureza, conciliando os vários usos e interesses pela

água, garantindo sua qualidade e quantidade (GUERRA e CUNHA, 1996; SANTOS et al., 2018). Assim, a bacia hidrográfica passou a ser a unidade ideal para realizar a análise ambiental, proporcionando uma visão ampla e integrada do ambiente.

A bacia hidrográfica pode ser delimitada a partir de divisores de água, possibilitando a realização de uma análise sistêmica que engloba fatores e relações ambientais, sociais e econômicas em decorrência dos usos e dos elementos disponíveis internamente e externamente a sua área. Essa unidade tem sido comumente adotada para a realização da gestão hídrica, por fornecer diversos elementos que facilitam a gestão.

Neto Silva et al., (2013, p. 2) mencionam que “a caracterização morfométrica da bacia hidrográfica é o ponto de partida para estudos referentes à dinâmica ambiental, possibilitando o melhor gerenciamento e aproveitamento dos recursos hídricos”. Nos estudos sobre essas unidades territoriais a caracterização da morfometria tem sido muito utilizada, por fornecer informações importantes, sendo um dos principais e mais comuns procedimentos executados em análises hidrológicas ou ambiental local ou regional (TEODORO et al., 2007).

A análise morfométrica possui como principal característica a realização do diagnóstico, por meio de parâmetros morfológicos e seus processos que ocorrem com ou sem interferência das atividades humanas (CURY et al., 2019, p.113). Salienta-se que algumas características geomorfológicas influenciam no comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica, como forma, relevo, área, geologia, rede de drenagem, solo e o tipo de cobertura vegetal, pois contribuem na compreensão da dinâmica local (LIMA, 1976; SANTOS et al., 2012; SANTOS et al., 2018).

Esses elementos são alvo de estudos constantes, estando relacionados diretamente com a dinâmica hidrológica e os processos existentes nas bacias hidrográficas. O uso das geotecnologias tem facilitado os estudos nestes ambientes, devido ao detalhamento das informações geradas, proporcionando o entendimento da dinâmica local, isso foi possível pelo avanço das tecnologias nas últimas décadas.

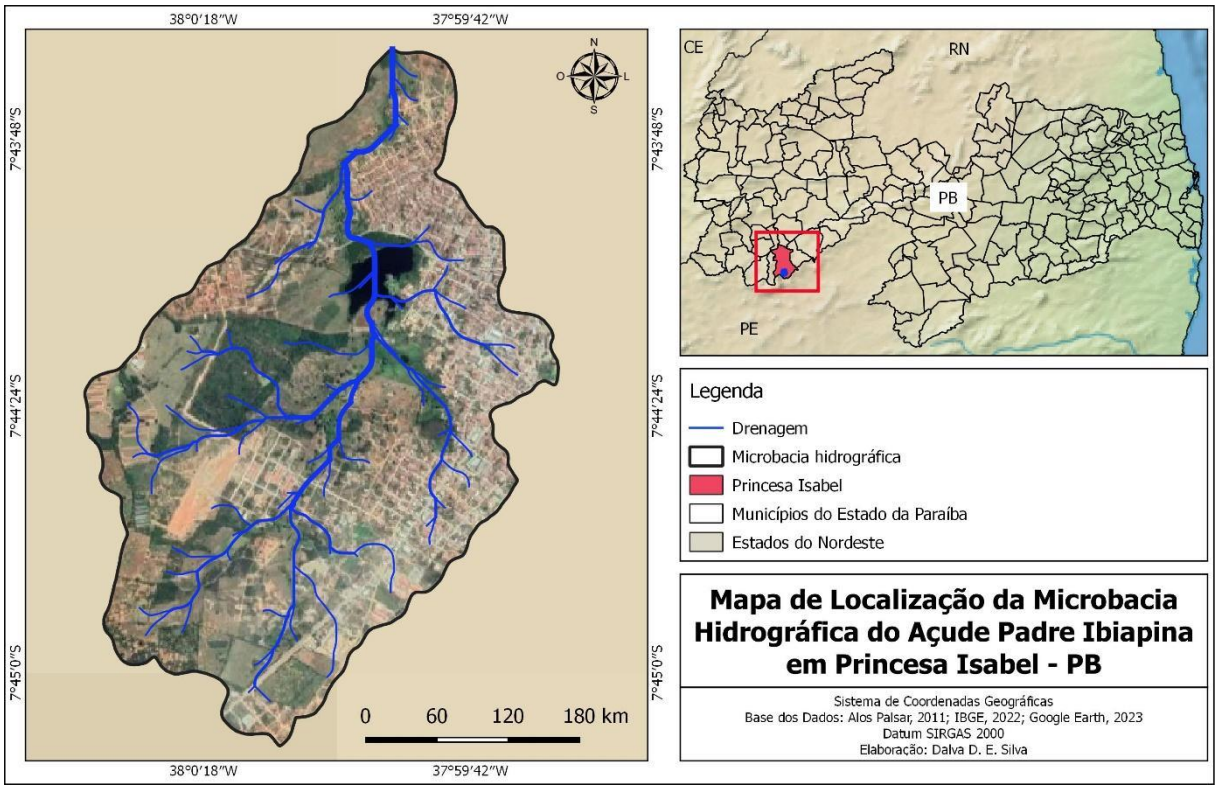
Diante do exposto, este estudo teve como objetivo realizar a caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do açude Padre Ibiapina em Princesa Isabel-PB. Sendo essa caracterização importante para determinar alguns parâmetros da microbacia e a partir disso, analisar questões relacionadas à propensão de áreas de alagamento verificando se estas são geradas pela ação antrópica ou ocorrem de forma natural.

Materiais e Métodos

Área de estudo

A microbacia hidrográfica do açude Padre Ibiapina está situada no município de Princesa Isabel-PB, precisamente na zona urbana, apresenta área de 3,158 km^2 (Figura 1), faz parte da Sub-bacia do Rio Piancó, desaguando na Bacia Hidrográfica do Rio Piranhas.

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Os autores (2023).

O açude Padre Ibiapina foi o primeiro reservatório a ser construído no perímetro urbano em Princesa Isabel pelo Missionário José Antônio de Maria Ibiapina que realizou expedições pela região Nordeste. Em passagem pela Vila percebeu a necessidade da construção de um açude, devido ao sofrimento da população por água na estação seca. Quando construído, a capacidade de armazenamento era de 90.000 a 100.000 m^3 de água (TAVARES, 1909; SILVA et al., 2014). Atualmente, não se tem informações relacionadas ao quantitativo de água que o reservatório pode armazenar.

Com relação à construção não existem muitos registros desse período sendo à data desconhecida. Porém, “em 1922 ocorreu à reconstrução do açude, na época era uma reforma necessária, pois o mesmo encontrava-se deteriorado ao ponto de não resistir a um inverno rigoroso” (SOUSA, 2012, p. 34). Devido a urbanização as águas do manancial encontram-se

poluídas pelo lançamento de esgotos in natura provindos de bairros situados nas proximidades.

A zona urbana passa por uma obra de esgotamento sanitário. De acordo com Soares (2022, p. 19), “a obra foi dividida em três etapas, no momento está sendo executada a 2ª, ou seja, em breve, após a conclusão da 3ª, o açude estará livre de poluição e poderá ser considerado livre de poluição”.

Nessa área as temperaturas são elevadas durante o dia, amenizando a noite, com variações anuais entre 23 e 30°C. O regime pluviométrico caracteriza-se como baixo e irregular com médias anuais em torno de 789,2 mm/ano. A vegetação da área compreende a Caatinga, com árvores de pequeno porte a médio porte, cactáceas e arbustos (MASCARENHAS et al., 2005).

A microbacia está inserida no Planalto da Borborema que compreende a região geográfica das sub-regiões Cariris de Princesa. Correspondendo a áreas mais elevadas, principalmente na divisa com o Estado do Pernambuco, essa região ultrapassa a altitude de 700m (FRANCISCO et al., 2015).

Modelo Digital de Elevação (MDE) e Delimitação da MHAPI

A delimitação da microbacia hidrográfica do açude Padre Ibiapina (MHAPI), foi realizada no Quantum QGIS (QGIS) versão 3.16.14 Hannove de uso livre e aberto, por meio do MDE do sensor Palsar (Phased Arraytype L-band Synthetic Aperture Radar) do satélite ALOS (Advanced Land Observing Satellite), com resolução de 12,5 m, referente ao ano de 2011, obtido na plataforma Alaska Satelitte Facility no EarthData/NASA (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço). No pré-processamento foi realizado o recorte da área de estudo, bem como, a reprojeção das coordenadas geográficas para o hemisfério sul.

No Sistema de Análises Geocientíficas Automatizadas (SAGA) através do comando fill sinks (wang & liu) foi realizada a correção de depressões espúrias “que consistem em descontinuidades da área de drenagem, interrompendo o escoamento superficial e segmentando a área, impossibilitando aplicações posteriores, como a delimitação automática” (JACON, 2014, p. 6), da microbacia, ou seja, as depressões espúrias bloqueiam o trajeto do escoamento de água superficial (HUNTCHONSON, 1989; MACHADO et al., 2010; JACON, 2014).

Depois dos passos citados acima, usou-se a opção channel network and drainage basins contido no SAGA, extraindo-se a drenagem da área de estudo. Logo após, realizou-se o processamento do MDE para criação da hipsometria por meio do comando r.reclass e a declividade representando as características do relevo da microbacia. Em seguida foram

gerados os mapas de declividade, hipsométrico. O mapa de solos foi criado a partir de dados baixados no site da Embrapa Solos.

Os dados do uso e ocupação do solo foram obtidos por meio do site do MapBiomas, na plataforma do Google Earth Engine, correspondentes a Coleção 7.1, onde foram baixadas imagens do satélite Landsat processadas na plataforma pelo MapBiomas, referentes aos anos de 1985, 2002, 2013 e 2021. Nas imagens foram inseridas as cores presentes na Legenda de Cores disponibilizada no site do MapBiomas e processadas no QGIS.

Caracterização morfométrica da MHAPI

A caracterização morfométrica da microbacia foi realizada a partir da delimitação de alguns atributos tais como: área total da microbacia, perímetro, comprimento do rio principal e os canais. Sendo quantificados com a calculadora de campo no QGIS 3.14.16 Hannove, as demais informações sobre a caracterização física da microbacia ocorreram por meio das etapas contidas na tabela 1:

Tabela 1 – Características e parâmetros analisados na microbacia.

Características	Parâmetros	Descrição	Equação
Geométricas	Área da microbacia (A)	Área plana (projeção horizontal) inclusa entre seus divisores topográficos (km^2).	A
	Perímetro (P)	Linha imaginária que delimita a bacia através de um divisor de água principal (km), (CHRISTOFOLETTI, 2017).	P
	Fator de forma (Kc)	O kc é o fator de forma, que relaciona o perímetro da bacia com o perímetro de uma circunferência de área igual à da bacia, em que quanto mais próximo de 1, mais circular será a bacia e maior será sua capacidade de proporcionar grandes cheias (MELLO; SILVA, 2013).	$Kc = 0{,}28.\frac{P}{\sqrt{A}}$
		Kf é o coeficiente de compacidade, A é a área de drenagem da bacia (km^2) e L é o comprimento do curso	

	Coeficiente de compacidade (Kf)	d'água principal da bacia (VILLELA; MATTOS, 1975).	$k_f = \frac{A}{L^2}$
	Índice de circularidade (Ic)	Tende para a unidade à medida que a bacia se aproxima da forma circular e diminui à medida que a bacia tende a forma alongada (TONELLO et al., 2006).	$I_c = \frac{12{,}57A}{P^2}$
Rede de drenagem	Densidade de drenagem (Dh)	Relação existente entre o número de cursos d'água e a área da bacia (ALMEIDA, 2017).	$D_h = \frac{N}{A}$
	Comprimento do rio principal (L)	Geralmente é expresso em km	L
	Comprimento total dos cursos d'água (Km)	Somatório dos comprimentos (em Km) de todos os cursos d'água de uma bacia hidrográfica sejam eles: perenes, intermitentes ou efêmeros da bacia hidrográfica.	Lt
	Densidade de drenagem	Onde Dd é a densidade de drenagem (km/km^2 ou m/ha), Lt é o comprimento total dos canais (km ou m) e A é a área de drenagem da bacia (km^2 ou em ha).	$D_d = \frac{L_t}{A}$
	Coeficiente de manutenção (Cm)	Cm= coeficiente de manutenção (Km/Km^2) e Dd = densidade de drenagem (Km/Km^2).	$C_m = \frac{1}{D_d} . 100$

Fonte: Os autores (2023).

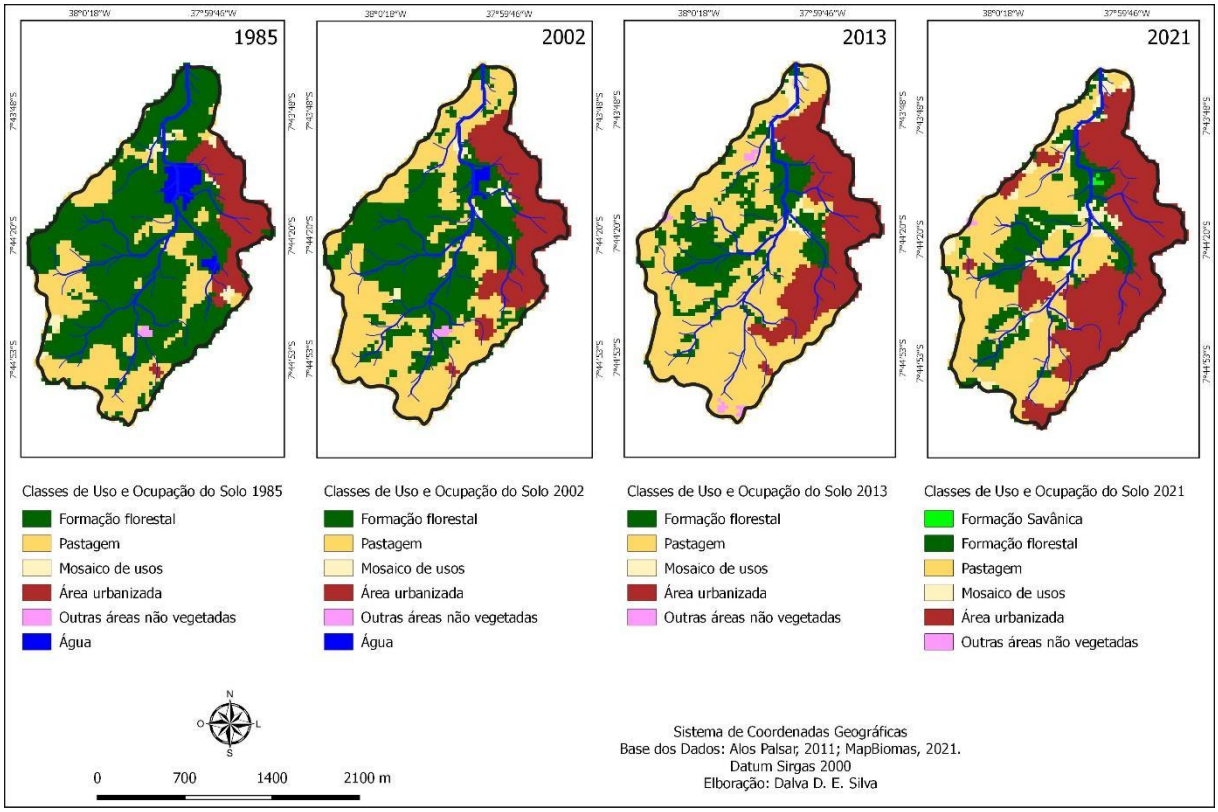
Resultados e Discussão

Uso e ocupação do solo na microbacia do açude Padre Ibiapina

As imagens utilizadas para o uso e ocupação do solo na microbacia provém do MapBiomas pela plataforma do Google Earth Engine, correspondendo aos anos de 1985,

2002, 2013 e 2021. As classes de uso e ocupação utilizadas na classificação foram: formação florestal, formação savânica, pastagem, mosaico de usos, área urbanizada, outras áreas não vegetadas e água (Figura 2).

Figura 2 – Classes de usos do solo para os anos de 1985, 2002, 2013 e 2021.



Fonte: Os autores (2023).

A classe formação florestal no ano de 1985 apresentou 2,0 hectares (63,3%), no ano de 2002 teve 1,3 hectares (41%), em 2013 foi de 0,7 hectares (22%) e em 2021 houve redução estando com 0,005 hectares (0,2%). Nos anos de 1985, 2002 e 2013 não houve dados sobre a formação savânica, somente no ano de 2021 ocorreu a presença de 0,005 hectares (0,2%). A pastagem ao longo dos anos aumentou, no ano de 1985 consistiu em 0,7 hectares (22,2%), em 2002 com 1,3 hectares (41%), em 2013 teve 1,7 hectares (53,3%) e em 2021 reduziu para 1,2 hectares (38,1%).

O mosaico de usos apresentou oscilação, entre os anos de 1985 com 0,06 hectares (1,9%) e no ano de 2002 diminuiu para 0,04 hectares (1,3%), em 2013 e 2021 as classes aumentaram em 0,07 hectares (2,2%) e 0,17 hectares (5,4%) respectivamente. A urbanização teve aumento crescente ao longo dos anos, 1985 com 0,3 hectares (9,5%), 2002 com 0,5 hectares (15,8%), 2013 com 0,7 hectares (21,9%), 2021 teve 1,17 hectares (37,2%).

Outras áreas não vegetadas oscilaram, no ano de 1985 com 0,008 hectares (0,3%), havendo aumento nos anos de 2002 com 0,01 hectares (0,3%) e em 2013 com 0,02 hectares

(0,6%), em 2021 diminuiu para 0,003 hectares (0,1%). Os corpos hídricos no ano de 1985 teve 0,09 hectares (2,8%) e em 2002 com 0,02 hectares (0,6%) nos anos de 2013 e 2021 não foram registrados valores significativos (Tabela 2).

Tabela 3 – Características e parâmetros analisados na microbacia.

Classes de uso e ocupação do solo	Área							
	1985 (ha)	**%**	**2002 (ha)**	**%**	**2013 (ha)**	**%**	**2021 (ha)**	**%**
Formação florestal	2,0	63,3	1,3	41	0,7	22	0,005	0,2
Formação savânica							0,6	19
Pastagem	0,7	22,2	1,3	41	1,7	53,3	1,2	38,1
Mosaico de usos	0,06	1,9	0,04	1,3	0,07	2,2	0,17	5,4
Área urbanizada	0,3	9,5	0,5	15,8	0,7	21,9	1,17	37,2
Outras áreas não vegetadas	0,008	0,3	0,01	0,3	0,02	0,6	0,003	0,1
Corpos hídricos	0,09	2,8	0,02	0,6	-			
Total	**3,16**	**100**	**3,17**	**100**	**3,19**	**100**	**3,15**	**100**

Fonte: Os autores (2023).

A classe formação savânica teve índice de 0,6 hectares (19%) no ano de 2021, porém pela localização percebe-se que são macrófitas, ou seja, plantas aquáticas que cobrem o açude Padre Ibiapina.

Características morfométricas da microbacia hidrográfica do açude Padre Ibiapina

As características morfométricas da microbacia do açude Padre Ibiapina estão divididas em geométricas (área da microbacia (A), perímetro (P), fator de forma, coeficiente de compacidade, índice de circularidade e densidade hidrográfica) e rede de drenagem (tipo de drenagem, comprimento do rio principal, comprimento total dos canais d'água, densidade de drenagem, coeficiente de manutenção e ordem dos canais), conforme a tabela 3.

Tabela 3 – Características e parâmetros analisados na microbacia.

Características	**Parâmetros**	**Valores**
Geométricas	Área da microbacia (A)	3,158 km^2
	Perímetro (P)	8,23 km
	Fator de forma	0,32
	Coeficiente de compacidade	1,29
	Índice de circularidade	0,58
	Densidade hidrográfica	20,9 canais/km^2
	Tipo de drenagem	Dendrítica

Rede de Drenagem	Comprimento do rio principal	3,12 km
	Comprimento total dos cursos d'água (km)	17,5 km
	Densidade de drenagem	5,54 km/km^2
	Coeficiente de manutenção	180,50 m^2/m
	Ordem da microbacia	4ª Ordem

Fonte: Os autores (2023).

A microbacia está situada na área urbana, possui área de 3.158 km^2 e o perímetro de 8,23 km. A drenagem é do tipo dendrítica, "que se caracteriza por mostrar uma ramificação arborescente em que os tributários se unem em uma só corrente principal formando ângulos agudos" (FARIAS, 1984; PINTO JR e ROSSETE, 2005, p. 47).

Considerando a hierarquia dos canais proposta por Strahler (1957), verificou-se que a microbacia se classifica como sendo de 4ª Ordem e apresenta 66 canais de 1ª Ordem. O comprimento do rio principal verificado foi 3,12 km, enquanto os cursos d'água totalizaram 17,5 km.

O tipo de solo predominante na microbacia é o Argissolo que compreende a maior área, abrangendo a parte central e norte situando-se na área mais baixa até o exutório (Figura 3).

Figura 3 – Argissolo presente na área da microbacia do açude Padre Ibiapina.

Fonte: Os autores (2023).

Os argissolos são solos que vão de médios a profundos, variam de moderados a bem drenados, apresentam horizonte B textural, com textura média a argilosa e cores vermelhas a amarelas, abaixo do horizonte A ou E, além disso, cores mais claras e textura arenosa ou média, com baixos teores de matéria orgânica. Este tipo de solo se desenvolve a partir de materiais de origem em áreas de relevo plano a montanhoso (CUNHA et al., 2010).

O segundo tipo de solo verificado na microbacia é o Cambissolo que abrange a menor parte da área sul, estando situado nas áreas com relevo ondulado e forte ondulado (Figura 4).

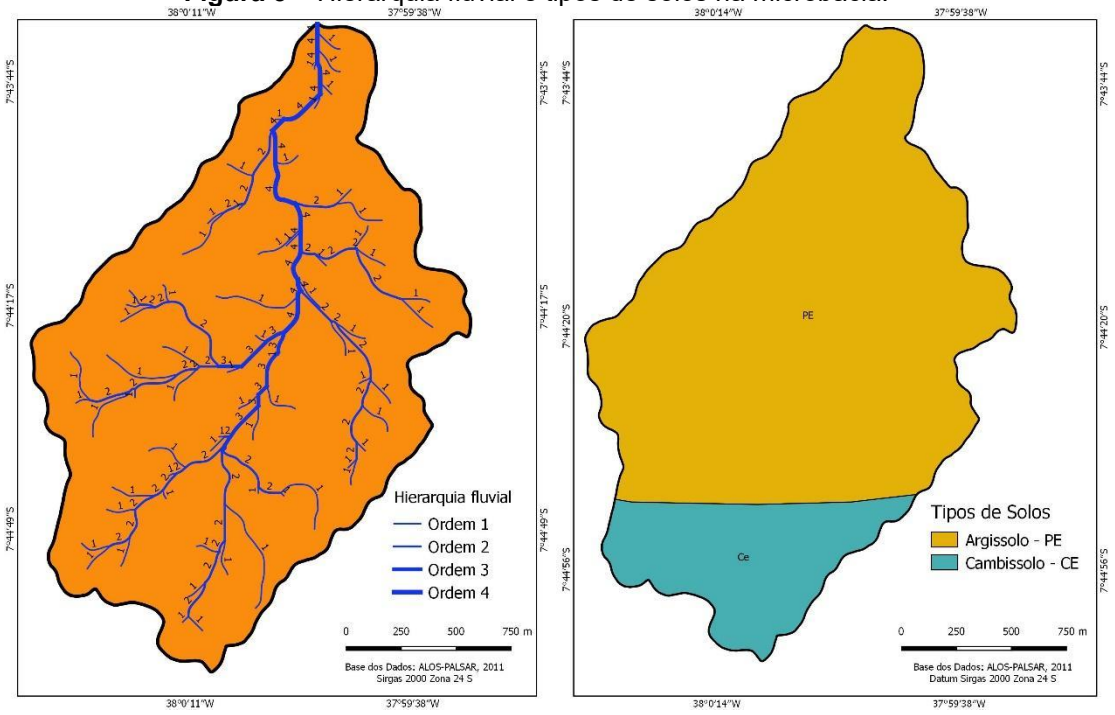
Figura 4 – Cambissolo presente na área da microbacia do açude Padre Ibiapina.

Fonte: Os autores (2023).

Os Cambissolos são solos que variam de fortemente a mal drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada, possuem alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal. O horizonte B incipiente (Bi) apresenta textura franco-arenosa ou mais argilosa, ocorrendo em diversos relevos (CUNHA et al., 2010).

A hierarquia dos canais e os tipos de solos estão nos mapas conforme a figura 5.

Figura 5 – Hierarquia fluvial e tipos de solos na microbacia.



Fonte: Os autores (2023).

A totalidade dos canais por hierarquia, a quantidade de canais distribuídos na microbacia e a extensão dos canais. Verificou-se que o tipo de solo Argissolo corresponde a 82% do total da microbacia, enquanto o Cambissolo apresenta-se em 18% da área (Tabela 4).

Tabela 4 – Quantidade dos canais da microbacia do Açude Padre Ibiapina.

Ordem	**N° de Canais**	**Extensão dos Canais (km)**
1ª	66	9,31
2ª	39	5,52
3ª	10	0,99
4ª	1	1,68
Total	116	17,5
Tipos de Solos	**Área (Km)**	**(%)**
Argissolo	2,590	82%
Cambissolo	0,568	18%
Total	3.158	100

Fonte: Os autores (2023).

A forma da bacia influencia na dinâmica e nos processos que ocorrem nestas áreas. Para Nobre et al., (2020, p. 18) “a forma de uma bacia é determinada por parâmetros que relacionam a sua forma com figuras geométricas conhecidas, como o fator de forma, coeficiente de compacidade (Kc) e o índice de circularidade”.

O fator de forma encontrado foi de 0,32 considerado baixo, o índice de circularidade verificado foi de 0,59. Esses valores indicam bacias alongadas e com pouca propensão a inundações, o que pode ser confirmado com o coeficiente de compacidade (Kc) que compreende a 1,29 esse valor indica que a microbacia tem pouca suscetibilidade a enchentes, ou seja, tem tendência mediana a grandes enchentes.

Assim, quanto mais próximo ao formato de um círculo uma bacia se assemelhar, maiores serão as chances de cheias. As bacias podem ser classificadas em função dos valores de Kc que podem ser da seguinte forma: a) 1,00 < Kc < 1,25 são bacias com alta propensão a grandes enchentes; b) 1,25 < Kc < 1,50 são bacias com tendência mediana a grandes enchentes; c) Kc > 1,50 são bacias não sujeitas a grandes enchentes (ROCHA et al., 2014; AIRES et al., 2021).

A densidade hidrográfica cujo valor foi de 20,9 canais/km^2, está relacionada à geração de novos canais ou rios na microbacia. O coeficiente de manutenção teve valor de 180,50 m^2/m, tendo uma boa área para manutenção dos canais, sendo este um dos parâmetros “mais importantes para a caracterização do sistema de drenagem, onde o valor do índice representa a área mínima para um canal de primeira ordem, que dará origem às

demais ordens de canais dentro de uma bacia" (CRISTOFOLETTI, 1969). Para Hott e Furtado (2005, p. 20), declividades acentuadas são favoráveis a formação de canais em uma bacia.

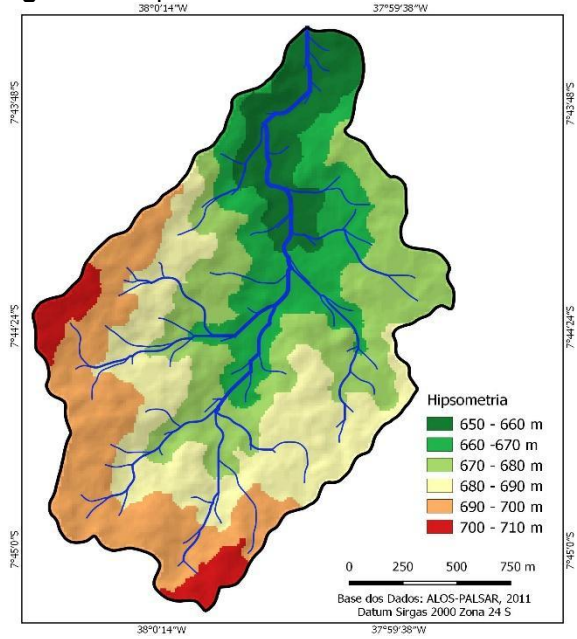
A densidade de drenagem encontrada para a microbacia do açude Padre Ibiapina foi de 5,54 km/km^2, indicando que a microbacia tem boa drenagem. "Esse índice pode variar de 0,5 km.km^2 em bacias de drenagem pobre, a 3,5 km.km^2 ou mais, em bacias bem drenadas" (VILELA; MATOS, 1975). Os elementos que compõem a paisagem, como a vegetação, o relevo e o tipo de solo também influenciam na baixa ou na alta densidade de drenagem de uma bacia.

As baixas densidades de drenagem ocorrem em regiões com subsolo altamente resistente e altamente permeável, com densa cobertura vegetal e em relevo plano. Entretanto, as altas densidades de drenagem são favorecidas por materiais subsuperficiais de fraca resistência ou impermeáveis, vegetação esparsa e com relevo montanhoso (STRAHLER, 1975; MARTINI, 2012). Rodrigues, Pissara e Campos (2008, p. 319), afirmam que "quanto maior for os valores da densidade de drenagem mais intensos será o processo erosivo".

Por isso, a densidade de drenagem da microbacia do açude Padre Ibiapina pode ter sido alta, devido à urbanização que ocupa parte da bacia, além disso, a área possui pouca vegetação e solo exposto favorecendo o carreamento de partículas para os locais mais baixos, o relevo vai de ondulado a forte ondulado.

O relevo apresenta altitude máxima de 710m e mínima de 650m. A cota máxima ocorre na parte oeste e sul da microbacia e a cota de menor valor situa-se ao norte na saída do rio principal ou exultório (Figura 6).

Figura 6 – Hipsometria em metros da microbacia.



Fonte: Os autores (2023).

A hipsometria da microbacia está detalhada na tabela 4 abaixo, na qual é possível verificar a porcentagem da área de drenagem nas faixas altimétricas. A maior parte da microbacia apresenta altitudes entre 670 e 680m, correspondendo a 25,2%. As áreas presentes na microbacia que possuem menores porcentagens, equivalendo a 4,0% são verificadas nas altitudes entre 700 e 710m.

Tabela 4 – Distribuição das altitudes da microbacia do Açude Padre Ibiapina, Princesa Isabel-PB.

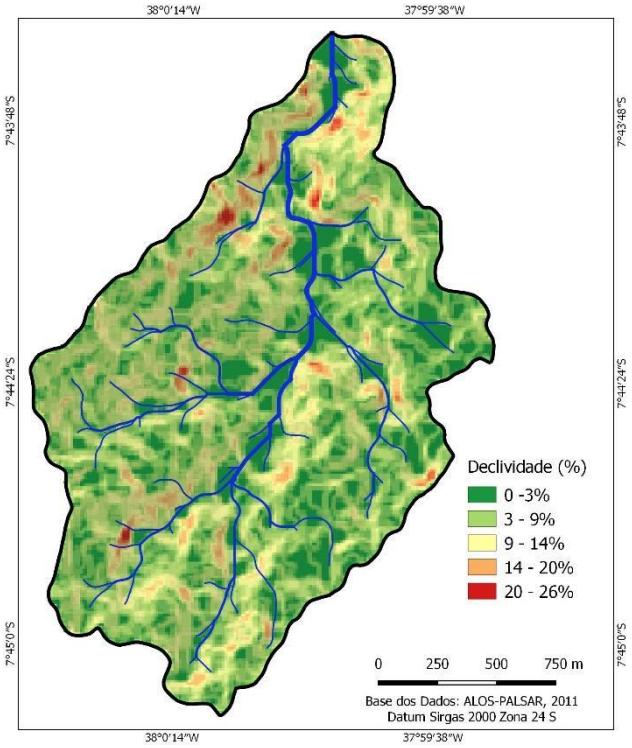
Altitude (m)	Área em hectares	%
650 - 660	34,1	10,8
660 - 670	52,0	16,5
670 - 680	79,6	25,2
680 - 690	74,3	23,5
690 - 700	62,9	20
700 - 710	12,8	4,0
Total	**315,7**	**100**

Fonte: Os autores (2023).

A análise da declividade do terreno é importante, pois “influencia a relação entre a precipitação e o deflúvio da bacia hidrográfica, sobretudo em relação à velocidade de escoamento superficial, e logo a infiltração da água no solo” (CARDOSO et al., 2006; MOREIRA e DIAS, 2016, p. 29). Para Salis et al. (2019, p. 196), “nas regiões de maior declividade, a velocidade do escoamento superficial tende a ser maior, resultando em menor quantidade de água armazenada no solo”. Com isso, a água escoa para as áreas mais baixas do terreno, nesse processo, a vegetação desempenha papel fundamental na redução da velocidade do escoamento e na infiltração da água no solo.

O mapeamento da declividade auxilia na detecção das áreas mais baixas do terreno, o que contribui para detectar as áreas susceptíveis a inundações. Na microbacia do açude Padre Ibiapina a declividade foi dividida em cinco classes distintas (Figura 7).

Figura 7 – Hipsometria em porcentagem da microbacia.



Fonte: Os autores (2023).

As classes de declividade mais íngremes estão distribuídas ao longo da microbacia, desde a cabeceira até o exultório. A maior parte da microbacia apresenta relevo suave ondulado que equivale a 183,6 hectares (58,2%). A classe de declividade que ocupa a segunda maior área é a que possui o relevo ondulado com 62 hectares (19,6%), seguida da classe do tipo forte ondulado com área de 18,3 hectares (5,8%), a menor área compreende ao relevo do tipo forte ondulado que engloba as partes mais altas da microbacia com 1,2 hectares (0,4%) do total (Tabela 5).

Tabela 4 – Distribuição das classes de declividade da microbacia do Açude Padre Ibiapina, Princesa Isabel-PB.

Declividade (%)	Relevo	Área em hectares	%
0 – 3%	Plano	50,3	16,0
3 – 9%	Suave Ondulado	183,6	58,2
9 – 14%	Ondulado Moderado	62,0	19,6
14 – 20%	Ondulado	18,3	5,8
20 – 26%	Forte Ondulado	1,2	0,4
Total		**315,4**	**100**

Fonte: Os autores (2023).

O conhecimento sobre a distribuição espacial das classes de declividade é relevante para o planejamento e a gestão ambiental adequada da área, contribuindo para o cumprimento da legislação, garantindo a eficiência das práticas de intervenções antrópicas (SALIS et al., 2016), sendo estas realizadas da forma correta e ordenada de acordo com estudos que fornecem subsídios para o uso e ocupação do solo adequado.

Considerações finais

As caracterizações morfométricas são importantes para detectar os variados parâmetros identificando seus índices que indicam propensão da bacia hidrográfica ou não para enchentes, alagamentos dentre outros. Esses dados podem ser utilizados na prevenção e na criação de políticas públicas satisfatórias que colaborem com a qualidade de vida da população caso esteja inserida em áreas urbanas e nos contornos da área.

A microbacia do açude Padre Ibiapina possui forma alongada o que proporciona maior escoamento das águas das chuvas quando comparada a circular. Também apresentou boa drenagem indicando pouca/média susceptibilidade para grandes enchentes. Dessa forma, a antropização da área pode gerar inúmeros problemas como os alagamentos em alguns pontos da zona urbana. Isso pode ocorrer devido à impermeabilização dos canais naturais, onde escoa a água, não sendo, portanto, gerados pela ação da natureza ou condições locais do relevo, drenagem ou hidrologia, mas sim pela ação humana.

Estudos do mapeamento do terreno, principalmente da declividade, são importantes para verificar as áreas mais baixas do terreno, auxiliando no planejamento urbano e na tomada de decisões por parte dos órgãos públicos quanto ao uso e ocupação do solo e atendendo às normas ambientais.

Referências

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Geo Portal – Shapefiles. 2017. Disponível em: http://geoserver.aesa.pb.gov.br/geoprocessamento/geoportal/shapes.html. Acesso em: 15 ago. 2023.

AIRES, A. A; COSTA, J. D; BEZERRA, J. M; REGO, A. T. A. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica da barragem de Pau dos Ferros/RN. REVISTA GEAMA (ONLINE), v. 7, p. 67-76, 2021.

BELTRÃO et al., (2005). Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por água subterrânea Estado da Paraíba: Diagnóstico do município de Princesa Isabel, estado da Paraíba/Organizado por Breno Augusto Beltrão, João de Castro Mascarenhas, Franklin de Morais, Jorge Luiz Fortunato de Miranda, Luiz Carlos de Sousa Junior, Vanildo Almeida Mendes. Recife. CPRM/PRODEEM, 2005, 19p.

CARVALHO, A. T. F. Bacia Hidrográfica como unidade de planejamento: discussão sobre os impactos da produção social na gestão de recursos hídricos no Brasil. Caderno Prudentino de Geografia, v. 1, p. 140-161, 2020.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgard Blüncher, 2017.

CUNHA, T. J. F; PETRERE, V. G; SILVA, D. J; MENDES, A. M. S; MELO, R. F; OLIVEIRA NETO, M. B; SILVA, M. S. L; ALVAREZ, I. A. Principais solos do Semiárido tropical brasileiro: Caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. In: SA, I. B; SILVA, P. C. G. (Org.). Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010, v. 2, p. 50-87.

CURY, L. D; LIMA, A. A; BARROS, A. C; SOUZA, T. L; CAMPOS, S. Caracterização Morfométrica da Microbacia Hidrográfica Córrego Água do Brejão - ANHEMBI, SP. Energia na Agricultura, Botucatu, v. 34, p. 113-123, 2019.

DOMINGUES, G. F; BARBOSA, R. A; CORREA, C. C. S. A; GUIMARAES, C. M; SILVEIRA, L. J; DIAS, H. C. T. Caracterização Morfométrica e Comportamento Hidrológico da Bacia Hidrográfica do Rio Pardo. REVISTA IFES CIÊNCIA, v. 6, p. 3-16, 2020.

EARTH EXPLORER (2022) – Download do SRTM ALOS PALSAR. Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 21 jan. 2022.

FARIA, M. M; BARROS, K. O; BRITO, C. R; FARIA, A. L. L. Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio dos Bagres, Guiricema, MG. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia. II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia, 2008, Belo Horizonte. VII Sinageo, 2008.

FRANCISCO, P. R. M; PEREIRA, F. C; BRANDÃO, Z. N; ZONTA, J. H; SANTOS, D; SILVA, J. V. N. Mapeamento da aptidão edáfica para fruticultura segundo o zoneamento Agropecuário do Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 8, p. 377-390, 2015.

GOOGLE EARTH. Disponível em: http://mapas.google.com. Acesso em: 12 out. 2021.

HOTT, M. C; FURTADO, A. L. S. Metodologia para a determinação automática de parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas. Campinas: Embrapa, 2005. 25p. (Documentos, 43).

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geociências. 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html. Acesso em: 15 ago. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Princesa Isabel - Território e Ambiente. 2010. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/princesa-isabel/panorama. Acesso em: 15 ago. 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sinopse do Censo Demográfico 2010 - Paraíba. 2010. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=25. Acesso em: 17 ago. 2023.

MARTINI, L. L. Características morfométricas de microbacias hidrográficas rurais de Santa Catarina. REVISTA BRASILEIRA DE GEOMORFOLOGIA, v. 13, p. 65-72, 2012.

MOREIRA, L. L; DIAS, R. R. Análise morfométrica da microbacia hidrográfica do Córrego Manoel João, Porto Nacional (TO). GEOAMBIENTE ON-LINE, n. 27, p. 18-33, 2016. Jataí – GO.

NOBRE, N. C; SILVA, C. M; SANTANA, J. S; SILVA, W. A. Caracterização morfométrica, climática e de uso do solo da Bacia hidrográfica do rio Farinha-MA. Acta Iguazu, v. 9, n. 1, p. 11–34, 2020.

PINTO JÚNIOR, O. B; ROSSETE, A. N. CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO CACHOEIRA. Geoambiente On-line, Jataí - GO, v. 4, p. 38-52, 2005.

RODRIGUES, F. M.; PISSARRA, T. C. T.; CAMPO, S. Caracterização morfométrica da microbacia hidrográfica do córrego da fazenda Glória, município de Taquaritinga, SP. Irriga, v.13, p.310-322, 2008.

SALIS, H. H. C; COSTA, A. M; VIANA, J. H. M; SCHULER, A. E. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Córrego do Marinheiro, Sete Lagoas –MG. Boletim de Geografia, v. 37, n. 2, p. 186-201, 2019.

SANTOS, J. A; MEDEIROS, L. C. S; ANDRADE, S. R. Cenário de escassez e luta pela água doce no município de Princesa Isabel (PB), Nordeste seco do Brasil. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental e Sustentabilidade - CONGESTAS. Anais do... João Pessoa: Ecogestãobrasil, 2016.

SANTOS, G. O; SILVA, A. A; BRAZ, A. R. C; CARNEIRO, F. M. Caracterização Morfométrica das Bacias Hidrográficas Inseridas no Município de Rio Verde, Goiás, Como Ferramenta ao Planejamento Urbano e Agrícola. GEOGRAFIA ENSINO & PESQUISA, v. 22, p. 01-13, 2018.

SILVA, D. D. E; RIOS, F. R. A; FLORENTINO, M. A. C; SANTOS. J. A. Identificação dos impactos ambientais negativos no Açude Padre Ibiapina no município de Princesa Isabel, Paraíba. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 9, p. 326-332, 2014.

SILVA NETO, A. F; GUIMARAES, C. L; ARAUJO, J. S; ARAÚJO, J. S. Geotecnologias para Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica. In: XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR, 2013. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE.

SOARES, C. S. Oásis Gastronômico no Sertão Paraibano: Restaurante escola para a cidade de Princesa Isabel – PB. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Paraíba – UFPB. João Pessoa – PB, 2022. 59p. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/26908. Acesso em: 16 ago. 2023.

SOUSA, M. K. P. Diagnóstico Ambiental da Microbacia Hidrográfica do Açude Padre Ibiapina no município de Princesa Isabel – PB. 2012. 73 f. Monografia (Tecnologia em Gestão Ambiental) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, Princesa Isabel, PB, 2012.

STRAHLER, A. N. (1957) Quantitative analysis of watershed geomorphology. New Halen: Transactions: American Geophysical Union, 1957. v.38. p. 913-920.

TEODORO, V. L. I; FULLER, B. B; TEIXEIRA, D; COSTA, D. J. L. O Conceito de Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfométrica para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. Revista Brasileira Multidisciplina - ReBraM (Uniara), v. 11, p. 137, 2015.

O “invisível" Córrego Stella Maris – Salvador, BA

The “invisible” Stella Maris's Stream – Salvador, BA

Gabriel Fernando Monteiro Darzé
IFBA - Salvador
darze.gabriel@gmail.com

Resumo: Este estudo tem como tema a invisibilização do Córrego Stella Maris, situado no bairro homônimo, dentro da Bacia de Stella Maris, que por sua vez está na cidade do Salvador, Bahia, Brasil. Com os problemas delimitados como a degradação desse manancial, inexistência de representação cartográfica desse córrego em publicação cientifica, e a constatação de parte desse corpo d"água situada em propriedade privada; a elaboração dos resultados se deu com a utilização de estudo de campo, assim com análise teórica documental. Tendo como conclusão preposições para a Administração Municipal agir sobre esse córrego e seus arredores, tendo como base a relativa predisposição dos moradores do bairro em agir ativamente na preservação da natureza do local, devi existir uma coalisão poder público e lideranças comunitárias para pensar nesses problemas, assim como evidencias a importância desse canal, para a partir dai, começar a ser figurado nas representações cartográficas de publicações periódicas.

Palavras-chave: Hidrografia. Poluição. Salvador-BA.

Abstract: The study theme is the invisibility of the Stella Maris"s Stream, located in the homonymous neighborhood, within the Stella Maris Basin, located in the city of Salvador, Bahia, Brazil. With the problems defined as the degradation of this source, the lack of cartographic representation in a scientific publication, and the privatization of a sector of this body of water; the elaboration of the results took place with the use of a field study, as well as a documental theoretical analysis. Having as a conclusion prepositions for the Municipal Administration to act on this run of water and its surroundings, based on the predisposition of neighborhood residents to act actively in the preservation of the local nature, there must be a coalition between public power and community leaders to think about these problems, as well as evidence of the importance of this channel to begin the cartographic representations of periodical publications.

Keywords: Hydrography. Pollution. Salvador BA.

Introdução

Inicialmente, no decorrer do estudo de caso, a temática central foi o esquecimento do Córrego de Stella Maris, tanto para a academia, como para o poder público. Portanto a escolha desse manancial se deu justamente no fato das consequências que esse escamoteamento epistêmico e de planejamento urbano gerou enquanto problemas, salientando inclusive um grande empecilho em seu estudo, pela falta de bibliografia especializada sobre esse corpo hídrico. Em outras palavras, o descaso do poder público, já na formação e ocupação histórica que o bairro de Stella Maris (FISCHER; et al., 2010), assim como, a não existência de estudo científico sobre esse córrego, causam diretamente os problemas aqui apresentados.

Então, os problemas levantados foram três, a degradação desse córrego, tanto de seu leito como se sua margem; a existência de uma propriedade privada de terra que aglomera parte desse corpo hídrico; e a inexistência de material cartográfico em publicação

periódica que abarque esse córrego, fazendo assim uma suposta „inexistência”. Todo o trabalho foi feito em etapas que variam de estudo documental á estudo de campo, levando em consideração questões que vão do planejamento urbano (CARVALHO; PEREIRA, 2014); da ausência na representação cartográfica dos artigos publicados sobre a Bacia de Stella Maris, por exemplo, em Álvares (et al., 2012) ou em Fischer (et al., 2010), e também, utilizamos de Guimarães (et al., 2012) para efetuar nosso estudo em campo.

Tendo como recorte temporal a ultimas duas décadas, que justamente é quando se estrutura o bairro de Stella Maris como uma localidade relevante (PRAÇA, 2010), tendo em vista seu caráter de recente, dentro do ordenamento Espacial de Salvador, junto ao recorte Espacial sendo o país Brasil, em sua Unidade Federativa da Bahia, em sua capital chamada Salvador, no Bairro distante do centro, de caráter de auto-segregação da classe média chamado de Stella Maris, qual é homônimo da Bacia de Drenagem Natural (FISCHER; et al., 2010), do qual está situada o Córrego Stella Maris.

O corpo hídrico retratado é pertencente à Bacia de Stella Maris situada na cidade de Salvador-Bahia (vide figura 3). Essa bacia apresenta dois de importantes corpos d"água, a Lagoa do Abaetê e o Rio Sapato (MORAES, et al., 2012), o primeiro se encontra no bairro de Itapuã e o segundo no bairro de Praia do Flamengo. Entretanto, o córrego Stella Maris fica posicionado no bairro de Stella Maris. (figura 1).

Figura 1 – Posição do córrego no bairro de Stella Maris

Fonte: Google Earth, 2021.

Figura 2 – Córrego de Stella Maris.

Fonte: Google Earth, 2021.

Como visto acima, o bairro é uma localidade de planície, com bioma de restinga na presença nas formas de Dunas, com uma relativa interferência humana, pelo seu caráter de ocupação recente do Espaço. Além disso, no canto inferior esquerdo da figura 1, está a Lagoa do Abaetê, já no canto superior direito, esta situada parte do Rio Sapato.

Dessa forma, o Córrego de Stella Maris se situa ao centro desses grandes corpos hídricos, como podemos ver na figura 2, possui comprimento estimado de 317 metros, porém, já apresenta uma das problemáticas evidenciadas nesse estudo, parte desse manancial está situada em propriedade privada (aproximadamente 105 metros), enquanto o restante está em área publica. Da porção pública, o manancial fica inteiramente enclausurado dentro de intervenções humanas, ou no subsolo ou na superfície da Praça de Guaratuba.

Elucidar as consequências, e suas causas, do descaso, tanto para a Academia como para a Administração Pública, com esse corpo hídrico só é possível, quando esse córrego passa a “existir”. Portanto, os principais beneficiários são os moradores do bairro de Stella Maris, tendo em vista que, na atualidade, esse corpo d‟água não existe para os órgãos planejadores e os intelectuais, “colocarem no mapa” esse manancial.

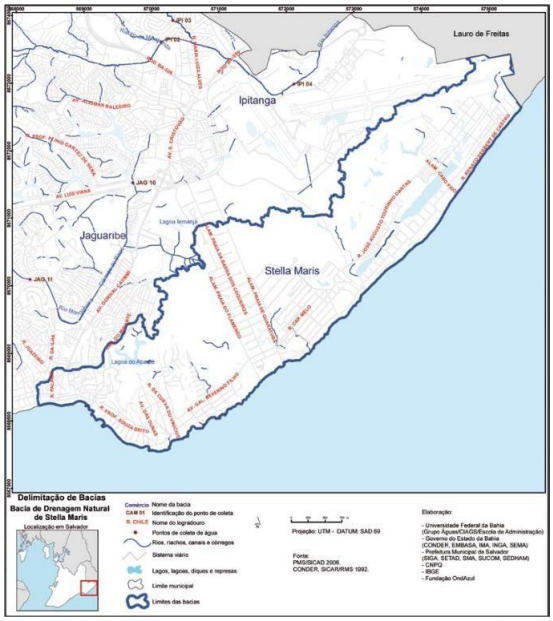
Com isso, a relevância de trazer esse córrego se da na demanda de preservar essas águas, e tentar reverter à degradação já em curso, só sendo possível quando evidenciemos seus problemas, esses que vão além da degradação, perpassam pelo apagamento epistêmico na academia e com o não planejamento urbano adequado para com esse corpo d‟água, gera consequências sociais e de degradação do meio ambiente. Sendo assim, o

caminho de escrevermos sobre esse manancial o mais correto, até porque essa atual ausência gera consequências.

Desenvolvimento

Inicialmente utilizando da Ferramenta Google Acadêmico3, um indexador de pesquisas em repositórios científicos, identificou-se que dos trabalhos sobre as bacias hidrográficas de Salvador encontrados, quatro publicações (ÁLVARES; et al., 2012; FICHER; et al., 2010; MORAES; et al., 2012; SANTOS; et al., 2018.), nenhuma delimitava o córrego de Stella Maris, fazendo assim um vazio epistêmico sobre esse corpo hídrico. Esse vazio criou estagnação no estudo, em seu sentido documental, justamente pela inexistência de documentos, por outro lado, era constatada por imagens de satélite (vide figura 2) e em campo (vide figura 5 e 7), a existência desse canal, fazendo então a necessidade de prosseguirmos com o estudo de outra forma, em sua segunda etapa.

Figura 3 – Bacia de Drenagem de Stella Maris.



Fonte: (FISCHER; et al., 2010:406).

Continuamente, o estudo in loco demostrou-se relevante, pela falta de informações técnicas sobre o córrego, para isso, utilizamos o Protocolo de Análise Rápida de Rios (PAR) adaptada segundo Guimarães (et al., 2012), no qual traz dez parâmetros simplificados para a avaliação desse corpo hídrico. Por causa do porte pequeno desse manancial, dois moradores do bairro foram solicitados a responderem esse PAR, tendo como critério avaliativo o valor numérico de 0 á 10, sendo 0 a resposta mais negativa e o 10 a resposta mais positiva para cada parâmetro avaliado, os resultados seguem quadro abaixo:

Quadro 1 – Aplicação do PAR.

x	Respostas	
Parâmetros	Entrevistado 1	Entrevistado 2
Características do Fundo do Rio	3	4
Sedimentos no Fundo do Rio	8	8
Lixo	10	7
Alterações no Canal	7	5
Oleosidade da Água	7	4
Odor da Água	4	9
Proteção da Margem Pela Vegetação	9	9
Ocupação da Margem do Rio	10	8
Transparência/Coloração da Água	1	1
Ações de Conscientização	0	0

Fonte: Elaboração do Autor.

Podemos então averiguar que esse córrego, tendo em vista a ocupação humana, sofre consequências de uma degradação, poluição, e assoreamento; ao mesmo tempo em que guarda aspectos naturais de uma vegetação de margem, e uma relativa preservação de seu canal, fazendo então uma dialética de intervenção humana relativa, que segundo a bibliografia trabalhada (CLEAN, 2022; FISCHER; et al., 2010; PRAÇA, 2010) é marcada pelo descaso do poder público em correlação com uma baixa urbanização, gerando essas consequências que, inicialmente aparentam contraditórias, porém que fazem sentido histórico. Em outras palavras, é constatado um momento de transição, no qual o córrego passa por processos de poluição, em contrapartida seu histórico de natureza pouca alterado pela ação humana, o que é comum nesse bairro, e seu caráter de ocupação do Espaço.

Assim como é perceptível entre os entrevistados, do descaso do poder público, para essa degradação, que em olhos não treinados, fica tão evidente. Além isso, a falta de material georreferenciado em bibliografia especializada sobre esse corpo hídrico demandou a utilização de imagens por satélite (figura 2), assim constatando seus limites e podendo utilizar-se do olhar cartográfico, passando então para a terceira fase. Essa última fase conta em articular material de ordenamento urbano, como por exemplo Carvalho e Pereira (2014), para articular como que é possível, parte de um corpo hídrico estar presente em uma propriedade privada, isso aciona questões densas e filosóficas, como a “privatização dad águas”.

Como anteriormente mencionado, três problemas foram diagnosticados ao longo do estudo, o primeiro sendo o vazio epistêmico sobre esse corpo hídrico nas publicações científicas, sobretudo nas representações cartográficas destas; em segundo, a degradação ambiental desse córrego e de sua margem, associado ao descaso do poder público, o que é histórico, com ações de planejamento e infraestrutura não direcionada a isso nessa localidade; e em terceiro, o fato de parte desse córrego se situar dentro de uma área de

propriedade privada, que gera problemas no sentido da pesquisa em campo, no quesito preservação, e em questões filosóficas como a “privatização das águas”.

Dando continuidade, das publicações encontradas (ÁLVARES; et al., 2012; FICHER; et al., 2010; MORAES; et al., 2012; SANTOS; et al., 2018.), nenhuma discriminava esse corpo hídrico em suas representações cartográficas (vide figuras 3 e 4), criando esse vazio cientifico. Em paralelo, historicamente o poder público atua sobre esse bairro, com projetos de infraestrutura (como exemplo: PRAÇA, 2010), negligenciando impactos ambientais ou demandas de cunho social. Esse problema demandou que os estudos seguissem por outros caminhos, como o estudo in loco, utilizando-se do PAR (anteriormente mencionado) foi constatado além da existência desse córrego, as consequências do descaso com sua degradação e poluição do leito e margem (figuras 5, 6 e 7).

Nesse momento, percebe-se que a população local esta ciente da existência desse córrego, e das consequências negativas que ele carrega de seu descaso, ao mesmo tempo, é também histórico a ampla adesão dos moradores desse bairro, nas causas da preservação ambiental (como exemplo, CLEAN, 2022). Com isso, apontamos uma contradição, tendo em vista que a maior parte da poluição desse manancial é causada por particulares, evidenciando que “trazer para o mapa” esse corpo hídrico, assim como políticas públicas direcionadas, moldam o comportamento local, que já se demostrou favorável a causa, precisando apenas de conscientização sobre esse córrego.

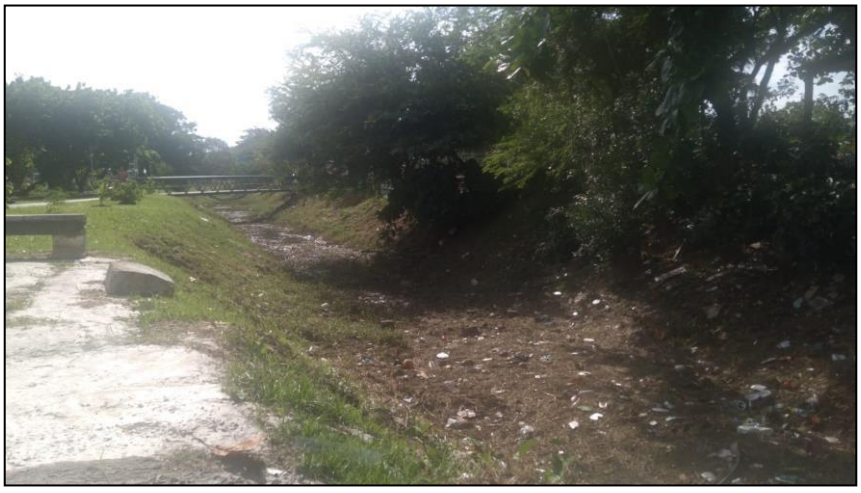
Finalizando a análise, o terceiro problema foi constatado no estudo das imagens de satélite, confirmado in loco, que parte do manancial esta presente dentro de propriedade privada. Esse fato quebra com questões filosóficas basilares para as sociedades humanas, como a privatização de um recurso ambiental público, além de dificultar o estudo de campo, pela limitação ao acesso à margem; com isso, foi necessária a articulação de conteúdo sobre Geografia Urbana (CARVALHO; PEREIRA, 2014), ordenamento e uso do solo urbano, e planejamento urbano na cidade do Salvador. O mercado imobiliário se sobrepõe, em muito casos, sobre demandas sociais em Salvador, principalmente nos bairros de Classe Média, como esse de Stella Maris, portanto diagnosticar esse problema não é necessariamente surpreendente, porém se faz relevante.

Figura 4 – Delimitação das Bacias vizinhas.

Fonte: (ÁLVARES, 2012:122).

Segue agora algumas fotografias tiradas em campo evidenciando os problemas escritos, como a degradação, poluição e descaso com esse manancial.

Figura 5 – Lixo.



Fonte: Acervo do Autor.

Figura 6 – Tubulação da Ponte.

Fonte: Acervo do Autor.

Figura 7 – Pneu.

Fonte: Acervo do Autor.

Considerações Finais

Após os estudos desse corpo hídrico, e o esclarecimento dos seus principais problemas, fica evidente que as propostas precisam passar pelo poder público. Tendo em vista o descaso do Município com esse córrego ao longo da formação do bairro que o contêm

(FISCHER; et al., 2010; A TARDE, 2010), assim como a forma de agir do poder público na atualidade nesse bairro, negligenciando esse corpo d"água com intervenções que não são direcionadas a esse problema (CÂMARA, 2022). Em contrapartida, a capacidade de mobilização que os moradores do bairro possuem para agir sobre a conservação do meio ambiente já foi evidenciada em outros momentos (CLEAN, 2022), assim desenhando inicialmente, como se daria as intervenções para sanar os problemas, com a participação popular.

Com isso, para mitigar, ou ao menos, reduzir a degradação desse córrego, tem que haver uma coalisão de lideranças comunitárias com o Poder público, o Município deve intervir sobre esse corpo hídrico, no sentido de sua preservação, ao mesmo tempo em que efetua sua manutenção e a conscientização dos moradores do bairro, da importância dessa água superficial. Em paralelo, a comunidade deve proativamente preservar, tendo em vista que muito da poluição é gerada por particulares que habitam os arredores desse córrego, mesmo que esses reconheçam o caráter degradante desse corpo d"água; no mesmo sentido que os moradores preservam as praias e as dunas, também devem preservar esse manancial.

Segundo, como anteriormente visto, o planejamento urbano de Salvador privilegia o mercado imobiliário em detrimento de problemas de cunho social, em muitos casos negligenciando os cidadãos de baixa renda e suas demandas em particular. Assim, temos como fato possível, fruto desse problema, a existência de uma propriedade privada que priva parte do corpo hídrico. Para mitigar esse problema, necessita-se da revisão das leis e normas que ordenam sobre o uso do solo em Salvador, em seu sentido histórico, o planejamento urbano sempre foi deficitário, porém o fazer adequado desse processo é o melhor caminho para que futuramente, questões como essa não aconteçam mais, e para a preservação das águas soteropolitanas, isso pois, um planejamento urbano bem estruturado, trás consequências positivas para todos os setores da vida.

Por outro lado, outro problema exposto no desenvolvimento desse trabalho é a falta de bibliografia que abarque esse corpo hídrico, porém, a meu ver, sendo justificada pela importância de outros corpos d"águas que compõe essa mesma bacia hidrográfica de Stella Maris, ainda assim, as propostas anteriores auxiliam a trazer importância para esse corpo hídrico, tendo em vista as ações municipais e da comunidade de moradores, um novo olhar acadêmico seria direcionado para esse córrego, ou seja, pensar e agir sobre a preservação hídrica desse manancial e a problemática Público/Privado da questão do ordenamento urbano, corrobora para evidenciar esse córrego dentro da Bacia Hidrográfica. Mesmo que, esse trabalho quebra com essa tendência por si só, pela escolha do manancial, sem duvida a discriminação desse corpo hídrico nas representações cartográficas expostas nos periódicos, estimularia o estudo sobre, associado aos movimentos populares e ações

Estatais, promovendo a relevância desse córrego, encaminhando para findar esse apagão epistemológico.

Referências

ÁLVARES, Maria Lúcia Politano; ÁLVARES, Diogo; ÁLVARES, Helena Spinelli; MORAES, Luiz Roberto Santos; SANTOS, Maria Elisabete Pereira dos. Delimitação das Bacias Hidrográficas e de Drenagem Natural da Cidade de Salvador. Revista Interdisciplinar de Gestão Social, Salvador, v. 1, n. 1, p. 107-129, jan./abr. 2012. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/rigs/issue/view/865. Acesso em: 1 dez. 2022.

A TARDE. Praça é inaugurada em Stella Maris ainda inacabada. A Tarde, Salvador, 30 mar. 2010. Disponível em: https://atarde.com.br/bahia/bahiasalvador/praca-e-inaugurada-em-stella-maris-ainda-inacabada-291550. Acesso em: 07 dez. 2022.

CÂMARA MUNICIPAL DE SALVADOR. André Fraga comemora entrega de praça e pista de skate em Stella Maris: vereador viabilizou recursos para a realização das obras. Câmara Municipal de Salvador, Salvador, 5 out. 2022. Disponível em: http://www.salvador.ba.leg.br/noticias/05-10-2022-andre-fraga-comemora-entrega-de-praca-e-pista-de-skate-em-stella-maris. Acesso em: 7 dez. 2022.

CARVALHO, Inaiá Maria Moreira de; PEREIRA, Gilberto Corso. Estrutura social e organização social do território na Região Metropolitana de Salvador. in: CARVALHO, Inaiá Maria Moreira de; PEREIRA, Gilberto Corso. (ed.). Salvador: transformações na ordem urbana. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital: Observatório das Metrópoles, 2014. p. 109-140.

CLEAN up day: André Fraga vai promover coleta de lixo na Praia de Stella Maris. NewsBa, Salvador, 13 set. 2022. Disponível em: https://newsba.com.br/2022/09/13/clean-up-day-andre-fraga-vai-promover-coleta-de-lixo-na-praia-de-stella-maris/. Acesso em: 7 dez. 2022.

FISCHER, Tânia; MORAES, Luiz Roberto Santos; PINHO, José Antonio Gomes de; SANTOS, Elisabete. (Orgs.). O Caminho das Águas em Salvador: bacias hidrográficas, bairros e fontes. 1. ed. Salvador: CIAGS/UFBA; SEMA, 2010.

GUIMARÃES, Ariane; RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; MALAFAIA, Guilherme. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. Ambi-Agua. Taubaté, v. 7, n. 3, p. 241-260, 2012. Disponível em: http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.996. Acesso em: 30 nov. 2022.

MORAES, L. R. S.; ÁLVARES, M. L. P.; SANTOS, F. P. dos; COSTA, N. C. de A. Saneamento e Qualidade das Águas dos Rios em Salvador, 2007-2009. Revista Interdisciplinar de Gestão Social, Salvador, v. 1, n. 1, p. 47-60, jan./abr. 2012. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/rigs/article/view/12067. Acesso em: 2 dez. 2022.

SANTOS, J. J.; JUNIOR, A. dos S.; PITA, N. S.; CONCEIÇÃO, E. K. dos S.; SOUZA, V. M. B.; FARIA, A. C. F. Qualidade das Águas das Bacias Hidrográficas da Cidade de Salvador e do Município de Lauro de Freitas, Bahia. Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 97–124, 2018. Disponível em: https://periodicos.ufba.br/index.php/gesta/article/view/24346. Acesso em: 30 nov. 2022.

Uso e Gestão dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Inhaúma Em São Luís - MA

Use and management of water resources of the Inhaúma hydrographic basin in São Luís - MA

Lana Costa Ferreira
Universidade Federal de Ouro Preto
https://orcid.org/0000-0003-1524-2080
lana.ferreira@aluno.ufop.edu.br

Vitória Gleyce Sousa Ferreira
Universidade Estadual do Maranhão
https://orcid.org/0000-0001-5085-3843
vitoriagleyce1@gmail.com

Marcelino Silva Farias Filho
Universidade Federal do Maranhão
https://orcid.org/0000-0001-6153-5293
marcelino.farias@ufma.br

Melina Fushimi
Universidade Estadual Paulista
https://orcid.org/0000-0002-3682-4701
melina.fushimi@unesp.br

Resumo: A gestão coletiva dos recursos hídricos por bacias hidrográficas no território brasileiro, carece de delineamento geográfico, posto que, os recursos hídricos requerem o planejamento compartilhado com a administração pública, órgãos de saneamento entre outros. A bacia hidrográfica tem influência na dinâmica da organização socioeconômica dos lugares onde está localizada, atuando diretamente no uso antrópico da água, além de regular e equilibrar a renovação do ciclo hidrológico. Assim, a presente pesquisa tem por objetivo abordar sobre o conceito de região e bacia hidrográfica, bem como analisar os aspectos básicos ligados às bacias hidrográficas. Para tanto, a pesquisa partiu de uma revisão bibliográfica, onde foram compiladas obras relacionadas ao contexto hidrológico, climático e geomorfológico de bacias e focando no planejamento e gestão de recursos naturais. Com o levantamento de dados e informações é possível se obter um minucioso detalhamento dos meios físico e antrópico, por meio da análise espacial. Dessa forma, a bacia do Inhaúma pode ser classificada como de baixa vulnerabilidade a enchentes em condições normais de precipitação, as análises dos dados obtidos da bacia comprovam que em virtude de ter do valor Kc =1,389 apresentar-se afastado da unidade referência 1, como também o Ic=0,511 exibir valor baixo, tendo uma densidade de drenagem com variável potencialmente significativa. Contudo, salienta-se que o principal problema de articulação da gestão da bacia do Inhaúma, em que para obter um planejamento ecológico para a bacia, não basta atribuir as características físicas, também é necessário que os interesses econômicos não sejam colocados em primeiro lugar.

Palavras-chave: Região Hidrográfica; Recursos Hídricos; Gestão Hídrica; Análise Espacial.

Abstract: The collective management of water resources by hydrographic basins in the Brazilian territory lacks geographic delineation, since water resources require shared planning with public administration, sanitation agencies, among others. The hydrographic basin influences the dynamics of the socioeconomic organization of the places where it is located, acting directly on the anthropic use of water, in addition to regulating and balancing the renewal of the hydrological cycle. Thus, this research aims to address the concept of region and watershed, as well as analyze the basic aspects related to watersheds. Therefore, the research started from a bibliographic review, where works related to the hydrological, climatic and geomorphological context of basins were compiled, focusing on the planning and management of natural resources. With the survey of data and information it is possible to obtain a meticulous detailing of the physical and anthropic environments, through spatial analysis. Thus, the Inhaúma basin can be classified as having low vulnerability to floods under normal precipitation

conditions, the analyzes of the data obtained from the basin prove that, due to the Kc value = 1.389, it is far from the reference unit 1, as also the Ic=0.511 display low value, having a drainage density with potentially significant variable. However, it should be noted that the main problem of articulating the management of the Inhaúma basin, in which to obtain ecological planning for the basin, it is not enough to assign the physical characteristics, it is also necessary that economic interests are not placed in the first place.

Keywords: Hydrographic Region; Water resources; Water Management; Spatial Analysis.

Introdução

A água é um recurso indispensável, seja para a utilização diária, fornecimento às residências, produção de energia elétrica, desenvolvimento agropecuário e muito mais. No cenário mundial, o Brasil apresenta um potencial hídrico expressivo, possuindo cerca de 12% da água doce disponível no planeta, além da grande quantidade de água salgada e salobra presente no território nacional (MMA, 2006). A maior parte das águas doce pertencente ao território brasileiro, estão nos seus rios e consequentemente nas bacias hidrográficas. O território nacional contém grandes extensões de rios, como o rio Amazonas e cerca de 12 (doze) regiões hidrográficas, no que consta na Resolução nº 32/2003, do Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH (SILVA et al., 2021).

Nesse contexto, entre os recursos hídricos do país, destacam-se as bacias hidrográficas, uma vez que elas consistem em áreas na superfície terrestre que funcionam como um sistema de drenagem da água, assim como dos sedimentos e materiais dissolvidos em direção a uma saída situada no ponto do curso do rio principal chamada de foz (GUERRA e CUNHA, 1995), atuando exatamente como um sistema natural. A bacia hidrográfica pela sua particularidade de integração é adotada como unidade de gerenciamento dos Recursos Hídricos. Sendo assim, a Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, que regulamenta a Política Nacional de Recursos Hídricos, afirma e determina ser fundamental a bacia hidrográfica como unidade de planejamento (BRASIL, 1997).

Nessa perspectiva, a bacia hidrográfica do Inhaúma, pertence ao sistema hidrográfico das Ilhas Maranhenses (UEMA, 2016). Em relação às outras bacias dessa área, foi pouco estudada, em parte por ser uma das menores bacias desse sistema hidrográfico, assim como por localizar-se na zona rural de São Luís em uma área de difícil acesso. Entretanto, isso não inviabiliza a utilização dos recursos hídricos da bacia do Inhaúma pela população do entorno, seja pelo uso da água para o processo de industrialização ou para atividades voltadas à agricultura familiar.

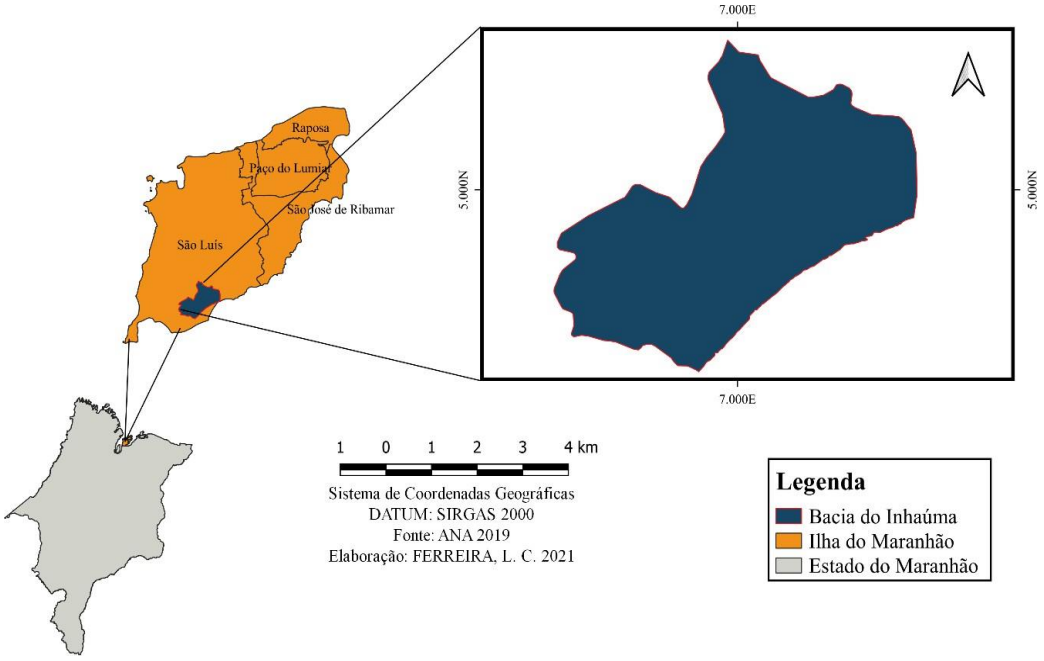
Assim, a presente pesquisa tem por objetivo abordar sobre o conceito de região e bacia hidrográfica, bem como analisar os aspectos básicos ligados às bacias hidrográficas, no qual, é possível caracterizar os parâmetros hidrológicos ou ambientais. Para então, elucidar as várias discussões pertinentes à dinâmica ambiental e a elaboração de gestão dos

recursos hídricos local em que, considera o histórico geral de planejamento da bacia do rio Inhaúma, foco deste estudo. Além disso, pretende-se com essa pesquisa elencar as principais partes da gestão de recursos hídricos relacionados a esse recorte geográfico, sendo tratado os pontos difíceis da elaboração do planejamento hídrico integrado ao aperfeiçoamento do sistema de decisão.

Materiais e Métodos

A bacia hidrográfica do rio Inhaúma (Figura 1) é totalmente maranhense e, localiza-se dentro do território do município de São Luís, situada na porção norte do estado, na Ilha do Maranhão, está inserida no sistema hidrográfico das Ilhas Maranhenses. Esse sistema engloba uma área de 3.604,62 km², correspondendo a 1,09% da área do Estado, por sua vez, a bacia do rio Inhaúma abrange uma área de 27,514 km², representando aproximadamente 3,15% do perímetro de São Luís (UEMA, 2016), sendo umas das menores bacias da Ilha do Maranhão. A bacia hidrográfica do Inhaúma situa-se dentro da região hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental que abrange, parcialmente, dois estados brasileiros, o Maranhão com 91% e o Pará com 9% (SILVA et al., 2021).

Figura 1 - Localização da área de estudo.



Fonte: Os autores (2021).

O presente artigo, tem por estudo metodológico empregado, o indutivo, partindo de uma revisão bibliográfica, onde foram compiladas obras relacionadas ao contexto hidrológico, climático e geomorfológico de bacias e focando no planejamento e gestão de recursos

hídricos. Para isso, foi atribuído um conjunto de estudos cujos resultados foram obtidos pela análise de dados espaciais. Nesse contexto, foram utilizadas pesquisas científicas mais relevantes sobre a temática, apresentando os conceitos de região e bacia hidrográfica. Estabelecendo assim, uma relação entre os objetivos da bacia hidrográfica como uma unidade de planejamento ambiental e o uso dos recursos hídricos.

Nesse sentido, aborda análise da geomorfologia fluvial, em que, abrange o estudo dos corpos hídricos, atuando nas observações sobre os processos fluviais e a morfodinâmica resultantes do escoamento dos cursos de água, bem como, nas pesquisas sobre as bacias hidrográficas, que pondera suas principais características, levando em consideração o regime hidrológico, os quais têm uma aplicação direta no planejamento e gestão ambiental. Segundo Almeida (2010) enfatiza, a geomorfologia fluvial de uma bacia é resultado de características geológicas, geomorfológicas, pedológicas de determinada região, que varia do tipo de cobertura de vegetação e das condições climáticas.

Portanto, o método que mais se destaca é o indutivo, conforme Guerra (1993, p.208), é o que mais se aplica no estudo geomorfológico fluvial devido à ênfase na observação e descrição dos processos naturais, em que, tal descrição reflete o fato como é apresentado na realidade. Com isso, faz-se necessário uma pesquisa mais detalhada dos aspectos naturais, sociais e econômicos que tange aos usos e possíveis finalidades da bacia. Nessa perspectiva, a análise de dados espaciais é uma ferramenta importante na construção do estudo, por meio dela é possível a transformação de dados brutos em informação útil para a pesquisa científica ou para uma tomada de decisão mais eficiente. Sendo os dados espaciais organizados, analisados, interpretados e apresentados de forma útil para um problema de decisão específico, se transformam em informação espacial (LONGLEY et al., 2013).

Dessa forma, na etapa de elaboração cartográfica, utilizou-se do software denominado ArcGIS, versão 10.4.1, para criação do mapa da bacia hidrográfica do Inhaúma. A primeira fase de produção do mapa temático foi iniciada após a obtenção dos dados disponibilizados pelo site Libra development, que fornece bandas de imagens aeroespaciais [LANDSAT 8 - uso de bandas (B3-B5) / (B3+B5)] ao público, de forma gratuita, para analisar o espaço geográfico. Tais imagens foram trabalhadas no ArcGIS, o programa responsável pela edição e preparo dos mapas temáticos. Em seguida, utilizamos a ferramenta chamada Arc Toolbox, que nos possibilita a execução de técnicas adequadas para atender o nosso objetivo da seguinte forma: Arc Toolbox > Data Management Tools > Raster > Raster Processing > Composite Bands.

Referencial Teórico

A região hidrográfica, pode ser definida como uma área composta por mais de uma bacia hidrográfica, assim como pelas águas subterrâneas e costeiras ligadas a ela (TEODORO et al., 2007). As 12 regiões hidrográficas presentes no território brasileiro apresentam características variadas, situadas nos diferentes biomas nacionais, dentro de ecossistemas distintos (SILVA et al., 2021). Três dessas 12 regiões hidrográficas estão dentro do território do estado do Maranhão (UEMA, 2016); a Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental, Região Hidrográfica do Parnaíba e Região Hidrográfica do Tocantins/Araguaia. O estado se destaca, possuindo grandes dimensões de bacias hidrográficas, resultante dos seus rios que são permanentes e mantém um volume expressivo de água durante o ano (FEITOSA e ALMEIDA, 2002).

Na área maranhense, a região hidrográfica Atlântico Nordeste Ocidental divide-se em três bacias hidrográficas de nível 2 e em dois sistemas hidrográficos do Litoral Ocidental e das Ilhas Maranhenses. Posteriormente, as três bacias subdividem- se em 11 bacias do nível 3, sendo as bacias hidrográficas dos rios Gurupi, Maracaçumé, Turiaçu, Pindaré, Grajaú, Mearim, Itapecuru, Periá, Preguiças, Munim e Ararandeua (SANTOS e LEAL, 2013; SOUSA et al., 2013; DIAS, 2018). Esta divisão das bacias ocorre através da oficialização concedida pelo Decreto Estadual nº 27.845 de 18 de novembro de 2011 (DIAS, 2018). Logo, a delimitação das bacias hidrográficas traduz deste modo um amplo e notável acerto para a gestão dos recursos hídricos no Maranhão (UEMA, 2016).

Nesse contexto, a Bacia Hidrográfica, segundo Tucci (1997), pode ser compreendida com uma área de captação das gotas de água, consequentemente tem um papel importante no ciclo hidrológico, influenciando na interceptação da água precipitada, resultando tanto no escoamento para um ponto comum de saída do canal principal, como na infiltração abastecendo os aquíferos. De acordo com Porto e Porto (2008), a bacia hidrográfica é importante para o desenvolvimento socioeconômico das sociedades, uma vez que,

> Sobre o território definido como bacia hidrográfica é que se desenvolvem as atividades humanas. Todas as áreas urbanas, industriais, agrícolas ou de preservação fazem parte de alguma bacia hidrográfica. Pode-se dizer que, no seu exutório, estarão representados todos os processos que fazem parte do seu sistema. O que ali ocorre é consequência das formas de ocupação do território e da utilização das águas que para ali convergem (Porto e Porto, 2008, p.45).

No Brasil, pela Lei Federal Nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, no Art. 1°, fundamento V, estabelece a bacia hidrográfica como uma “unidade territorial para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e atuando no Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos” (BRASIL, 1997). Desse modo, o primeiro passo para se obter um

desenvolvimento da gestão para recursos hídricos é a delimitação de uma bacia hidrográfica. Posterior a delimitação, o poder público e a sociedade civil são capazes de organizar, elaborar, questionar, direcionar e formular proposta para que devidamente se faz a adaptação das medidas, levando em conta as diferentes escalas (nacional, regional e local) com o planejamento sustentável necessário dos recursos hídricos disponíveis.

Entretanto, a não gestão coletiva dos recursos hídricos por bacias hidrográficas no território brasileiro, tanto dos corpos hídricos de titularidade Federal como Estadual sucede problemas em trabalhar com esse delineamento geográfico, posto que, os recursos hídricos requerem o planejamento compartilhado com a administração pública, órgãos de saneamento, instituições relacionadas à agricultura e outras atividades, gestão ambiental, entre outros (PORTO e PORTO, 2008).

Com uso do método de análise de dados espaciais foi possível a observação dos aspectos naturais e os processos de ocupação já existentes na bacia, de acordo com Longley et al. (2013), essa análise espacial pode ser entendida como o ponto crucial dos SIGs, uma vez que, é indispensável para agregar valor aos dados geográficos e transformar tais dados em o que seria fundamental para uma gestão eficiente, a informação útil. A bacia hidrográfica tem influência na dinâmica da organização social e econômica dos lugares onde está localizada, atuando diretamente no uso antrópico da água para fins irrigação na atividade agrícola, consumo por parte da população residente, além de regular e equilibrar a renovação do ciclo hidrológico.

Salienta-se que existem indícios aceitáveis para afirmar que o processo de industrialização, a ampliação da fronteira agrícola e a urbanização, resultam na degradação e perda dos recursos hídricos, seja pela utilização de técnicas predatórias ou por processos produtores de poluição da água. Dessa maneira, a Lei Federal Nº 9.433, de 08 de janeiro de 1997, em seu Art. 2°, tem como objetivos:

> Assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos; A utilização racional e integrada dos recursos hídricos, incluindo o transporte aquaviário, com vistas ao desenvolvimento sustentável; A prevenção e a defesa contra eventos hidrológicos críticos de origem natural ou decorrentes do uso inadequado dos recursos naturais (BRASIL, 1997).

No Maranhão, o marco na gestão ambiental de bacias, foi a Política Estadual de Recursos Hídricos e sobre o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos pela promulgação da Lei Estadual n° 8.149/04 (MARANHÃO, 2004). Em que, a lei estabelece que a autoridade estadual responsável pela gestão dos recursos hídricos é a Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Naturais – SEMA/MA. No art. 32, prever que a SEMA/MA deverá prestar apoio e suporte de natureza técnica e operacional ao Conselho Estadual de

Recursos Hídricos (SANTOS e LEAL, 2013). Desse modo, planejamento de bacias hidrográficas desempenha papel fundamental, uma vez que permite medidas mitigadoras para falhas estruturais, possibilitando a redução dos impactos ambientais, visando o aumento da resiliência dos ecossistemas e proporcionando oportunidades para o desenvolvimento sustentável (OLIVEIRA- ANDREOLI et al. 2019).

Resultados e Discussão

A bacia do Inhaúma é uma das dez bacias hidrográficas da ilha do Maranhão, situadas no município de São Luís, ocupando uma área de 27,514 km². Seu rio principal (LRP) tem comprimento de aproximadamente 5,123km², apresenta um total de canais (LT) de 73,882km² com uma densidade de drenagem (Dd) correspondente a 2,685km² (UEMA, 2016). Os canais de passagem do curso de água da bacia do Inhaúma apresentam até a 5º ordem, como observa-se na tabela 01. O canal da bacia é onde ocorre os balanços hídricos da água resultante da precipitação, sendo possível implantar estruturas projetadas para aplicação da saída da água através de mecanismo direcionados para obra hidráulica, consequentemente possibilita a delineação de bacias e sub-bacias, das quais a interconexão se dá pelos conjuntos hídricos, conforme pode ser observado na tabela 1:

Tabela 1 - Ordem dos canais da bacia do Inhaúma.

HIERARQUIA	N° de Canais	Extensão (km²)
1° Ordem	87	47, 491
2° Ordem	24	13,071
3° Ordem	08	13,194
4° Ordem	03	1,834
5° Ordem	01	1,282

Fonte: Adaptado de UEMA (2016).

Geralmente, a delimitação de uma bacia é realizada de forma manual, sobre uma carta topográfica reproduzida no papel, ou modelo digital, onde se procura delinear uma linha que vai corresponder ao divisor da bacia. Seguindo da unidade de análise, pesquisas e análises dos fenômenos hidrológicos, e ainda a execução das ferramentas que visam regular o uso, a preservação e a recuperação dos recursos hídricos são imprescindíveis. Esse procedimento exige experiência e atenção do profissional, uma vez que o processo implica

certa subjetividade. A Caracterização geométrica da bacia do Inhaúma pode ser observada na tabela 2.

Tabela 2 - Caracterização geométrica da bacia do Inhaúma.

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	Km²
Área de Drenagem	75,06
Perímetro	26,015
Coeficiente Compacidade / Kc	1,389
Fator de Forma / Kf	1,091
Índice de Circulação / IC	0,511

Fonte: Adaptado de UEMA (2016).

Para uma análise e melhor compreensão desses dados, primeiro é essencial distinguir cada uma dessas características físicas, para assim entender como elas influenciam na elaboração de projetos de uso sustentável para a bacia hidrográfica, bem como a criação de medidas que possibilite a população local utiliza do recurso da bacia do Inhaúma, preservando a qualidade da água assegurando que as próximas gerações disponibilize também desse recurso.

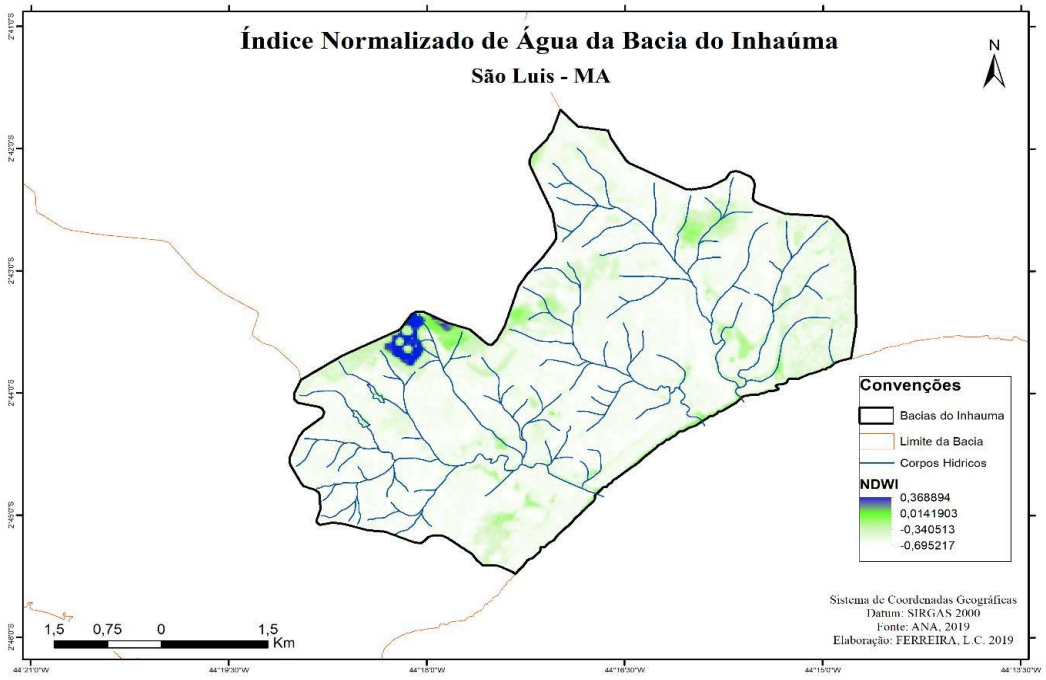
Segundo Araújo et al. (2009), a densidade de drenagem (Dd) pode ser compreendida como o comprimento do curso da água dividido pela área de drenagem (A). O IC que corresponde ao índice de circularidade ou forma da bacia onde relacionamos a área de drenagem (A) de um círculo cuja circunferência mediria a mesma dimensão que o perímetro da bacia (Ac), expressa análise de vulnerabilidade da bacia às cheias. O índice de compacidade representado por (Kc) é a relação do perímetro da bacia hidrográfica e um círculo de igual área da bacia. Quando o índice se aproxima de 1, a bacia tende ao formato circular, o que indica maior capacidade de resistência a cheias.

A Bacia do Inhaúma pode ser classificada como de baixa vulnerabilidade a enchentes em condições normais de precipitação, as análises dos dados obtidos da bacia comprovam que em virtude de ter do valor Kc =1,389 (Tabela 2) apresentar-se afastado da unidade referência 1, como também o Ic=0,511 (Tabela 2) exibir valor baixo, com menor possibilidade risco de enchente. Destaca-se que o estado do Maranhão apresenta características climáticas favoráveis para a existência das grandes extensões de bacias. De acordo com a classificação de Koppen, é tipo AW, tropical chuvoso, com predominância de chuvas nos meses de janeiro a maio (ARAÚJO et al. 2009), porém podendo acontecer variações, em que prolongue o

regime de precipitação, assim sendo possível ocorrer chuva durante sete meses (janeiro a julho).

A densidade de drenagem da bacia é variável potencialmente significativa, pois apresenta relação com clima, vegetação e litologia, além da relação direta com escoamento e transporte dos sedimentos e da água em uma bacia. Com relação à bacia do Inhaúma considera-se o índice de Dd = 2,685 (Tabela 2), muito relacionado com as condições climáticas da área que tem interferência na bacia, caracterizada por alta pluviosidade. Portanto, a delimitação da rede de drenagem e consequentemente análise da ordem hierárquica da bacia hidrográfica são necessários para compreensão espacial da área e, posteriormente criação de projetos sustentáveis voltados à preservação desse recurso limitado.

Figura 2 – Mapa de normalização do curso de água.



Fonte: Os autores (2019).

Segundo Novais (2015), destaca que a bacia hidrográfica está estruturada em dois contextos, o primeiro associado às superfícies de vertentes e da rede de drenagem, formada por cursos de água que confluem para um único leito. Assim o estudo da Bacia Hidrográfica compreende o entendimento do conjunto físico desde a entrada e saída do volume de água, através da precipitação e escoamento superficial, interposto pelos volumes evaporados e infiltrados. Com isso, a gestão da bacia do Inhaúma, passa para o segundo passo, o planejamento dos recursos hídricos, para a utilização pela sociedade, como o uso para o

desenvolvimento econômico industrial e local e possivelmente regional, favorecendo o crescimento socioeconômico e a conservação da água.

A retirada de água para o consumo de abastecimento urbano, por exemplo, dos residentes urbanos refere-se a uma parcela pequena da população se levando em consideração o uso da água para outros fins, tais como, para irrigação e implantação de barragem. O Estado do Maranhão tem crescido na expansão agrícola, a cultura de plantio de soja e arroz, que são fortes no território maranhense, assim como o aumento de projetos de construção de barragens. A bacia do Inhaúma apresenta potencial hídrico para o fornecimento de água para as lavouras, porém, a diferença do total de água captada para um uso, por exemplo da irrigação, em relação ao que retorna a bacia é gigantesco, o desperdício acaba impactando negativamente no volume de água da bacia.

Dados da Agência Nacional de Água (ANA), constataram que só no ano de 2018, o desperdício de água com os métodos de irrigação para produção foi aproximadamente de 800m³/s. Embora essa informação trata da escala nacional, não deixa de ser preocupante o descaso com a utilização da água, mesmo que o Brasil possua cerca de 12% da reserva de água mundial, o uso dos recursos hídricos deve ser sustentável (ANA, 2018). Entretanto, no Maranhão não é só o crescimento agrícola que tem ganhado destaque, as construções de barragens é outra finalidade para os recursos hídricos no estado. Nesse caso, se futuramente a bacia do Inhaúma recebesse uma obra como essa, vários problemas surgiriam com ela, entre eles, a perda de um ecossistema, ou seja, toda fauna e flora seriam afetados negativamente com criação da barragem, bem como a população do entorno que seria removida das suas moradias.

Esses dois pontos demonstram como somente duas formas de uso dos recursos hídricos, os quais, não levam em conta os efeitos a longo prazo e um planejamento por parte dos órgãos governamentais, afetam negativamente a comunidade local tanto pelo fato do deslocamento da população para outros locais, prejudicando toda uma organização sociocultural e econômica que a comunidade estava estruturada; como o ambiente, destruindo a biodiversidade do entorno da bacia do Inhaúma, sem contar com os efeitos a longo prazo, perda da qualidade da água e escassez dos recursos.

Assim, com a elaboração de medidas para utilização dos recursos da bacia do Inhaúma a partir da promulgação da Lei nº 9.433/97 foi possível obter a implementação da gestão integrada das águas no Brasil. Com isso, a lei é simples de ser entendida, porém, encontra inúmeras fragilidades para sua implantação. O conceito de descentralização da gestão para o nível local, deixando de ser federal e as necessidades de articulação que a gestão por bacias hidrográficas exige, estão ainda dependentes de um enorme avanço institucional do Brasil. Nesse sentido, Porto e Porto (2008), destacam que uma gestão

sustentável dos recursos hídricos precisa de um conjunto de medidas e ferramentas, tais como: uma base de dados e informações socialmente acessível, a definição clara dos direitos de uso, o controle dos impactos sobre os sistemas hídricos e o processo de tomada de decisão.

Considerações Finais

Frente ao exposto, resta ainda salientar que o principal problema de articulação da gestão da bacia do Inhaúma é também um problema encontrado em parte nas bacias hidrográficas do país. Em que, para obter um planejamento ecológico para a bacia, não basta atribuir as características físicas, também é necessário que os interesses econômicos não sejam colocados em primeiro lugar.

Assim, a construção de projetos, planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos é fundamental para o aproveitamento das obras de conservação, proteção e recuperação da qualidade dos recursos hídricos, desenvolvimento racional da irrigação, conservação de recursos hídricos na indústria, prevenção e defesa contra inundações. Bem como, a prevenção e defesa contra a erosão do solo e o assoreamento dos corpos de água, que encontra bastante espaço para sua viabilização se apoiado de forma criativa nos instrumentos de gestão previstos na Lei nº 9.433/97, meios de preservar a qualidade e volume da água da bacia do Inhaúma, pois são medidas para o equilíbrio hidrológico da bacia, antes de querer criar medidas mitigadoras implanta projetos de conservação.

Agradecimentos

Agradecemos ao Grupo de Estudos e Pesquisa em Edafologia e Pedologia GEPEPE/UFMA por nos ceder os materiais necessários para a excursão desta pesquisa.

Referências

ANA - AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA. Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil. Informe Anual. Brasília, 2018.

ALMEIDA, L. M. Geomorfologia Fluvial da Bacia Hidrográfica do Ribeirão Jaú, Palmas, estado do Tocantins. Monografia de Conclusão de Curso - UFTO, 2010.

ARAÚJO, E. P.; TELES, M. G. L.; LAGO, W. J. S. Delimitação Das Bacias Hidrográficas Da Ilha Do Maranhão A Partir De Dados SRTM. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 2009, INPE.

BRASIL. Lei Federal nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm>. Acesso em: 20 de junho de 2019.

DIAS, I. C. Indicadores de Sustentabilidade de Bacia Hidrográfica e Hidroquíma de Poços no Estado do Maranhão: subsídios ao gerenciamento e conservação de recursos hídricos. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Rede. Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal, Universidade Federal do Maranhão – UFMA. São Luís, 2018. 148 p.

FEITOSA, A.C; ALMEIDA, E. P. A Degradação Ambiental Do Rio Itapecuru Na Sede Do Município De Codó- MA. Caderno Pesquisa, São Luís, v.13, n.1, p. 31-45, 2002.

GUERRA, A. T. Dicionário Geológico-Geomorfológico. Rio de Janeiro: 8 ed. IBGE, 1993.

LONGLEY, P. A.; GOODCHILD, M. F.; MAGUIRE, D. J.; RHIND, D. W. Análise de Dados Espaciais. In: LONGLEY, P. A. (org.). Sistemas e Ciência da Informação Geográfica. Tradução de André Schneider et al. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 352 – 379p.

MARANHÃO. Lei nº 8.149 de 15 de julho de 2004. Dispõe sobre a política Estadual de Recursos Hídricos, o Sistema de Gerenciamento Integrado de Recursos hídricos, e dá outras providências. Maranhão, 2004.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. Caderno Setorial de Recursos Hídricos – Agropecuária. Brasília: MMA, 2006.

NOVAIS, M. P. S. Análise Espacial de Bacias Hidrográficas a partir de SIG: Um Estudo da Bacia Hidrográfica do Itapicuru- Bahia. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, João Pessoa-PB, 2015, Anais. João Pessoa-PB, Brasil. INPE, 2015.

Erica Zanardo Oliveira-Andreoli.; Fabio Leandro da Silva.; Flor Magali Aguilar López.; Raphael Machado.; Catia Cristina Teodoro.; Irineu Bianchini Júnior.; Marcela Bianchessi Cunha-Santino.; Angela Terumi Fushita.; Silvio Crestana. Importância do Planejamento Regional para a Manutenção dos Usos Múltiplos da Água em Bacias Hidrográficas. RBCIAMB, n.52, p.16-27, 2019. https://doi/10.5327/Z2176- 947820190479.

PORTO, M.; PORTO, R. Gestão de Bacias Hidrográficas. Estudos Avançados, São Paulo, v.22, n.63, p.43-60, 2008.

SANTOS, L. C. A.; LEAL, A. C. Gerenciamento de Recursos Hídricos no Estado do Maranhão – Brasil. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, v.5, n.13, p.39-65, 2013.

SILVA, F. L.; FUSHITA, A. T.; CUNHA-SANTIN, M. B.; BIANCHINI JÚNIOR, I.; VENEZIANI JÚNIOR, J. C. T. Gestão de recursos hídricos e manejo de bacias hidrográficas no Brasil: elementos básicos, histórico e estratégias. Revista Brasileira de Geografia Física, v.14, n.3, p.1626-1653, 2021.

SOUSA, C. D.; MELO, D. M.; NASCIMENTO, J. R. Recursos Hídricos Superficiais. In: BANDEIRA, I. C. N. (org.) Geodiversidade do Estado Maranhão: Programa Geologia do Brasil Levantamento da Geodiversidade. Teresina: CPRM, 2013. p. 63- 76.

TEODORO, V. L. I; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. Conceito De Bacia Hidrográfica e a Importância da Caracterização Morfometria para o Entendimento da Dinâmica Ambiental Local. Revista Unitária, n. 20, p. 137-156, 2007.

TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: 2.ed. ABRH/Editora da UFRGS, 1997.

UEMA. Bacia Hidrográfica e Climatologia no Maranhão. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA: Centro de Ciências Agrárias. Núcleo Geoambiental. São Luís, 2016. 165 p.

O Uso das Tecnologias Sociais para Gestão dos Múltiplos Usos da Água: Convivência com o Semiárido, um Olhar Sobre o Município de Banabuiú-CE

The Use of Social Technologies for the Management of Multiple Uses of Water: Living with the Semiarid, a Look at the Municipality of Banabuiú-CE

Laís Bizerra Mendes
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0009-0000-5055-8641
lais.bmndes@gmail.com

Emerson Rodrigues Lima
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-5314-9429
emersonrodrigueslima@hotmail.com

Vilguemberg Silva do Nascimento
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0009-0007-8106-4960
vilguemberg.silva@aluno.uece.br

Maria Lúcia Brito da Cruz
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-2202-923X
mlbcruz@gmail.com

Resumo: O uso das tecnologias sociais na gestão da água é um fator estratégico para a sustentabilidade, acessibilidade e equilíbrio hídrico. Este estudo ressalta a vital importância do fornecimento e utilização da água em Banabuiú, um município semiárido. Recorrendo a literatura e geoprocessamento, demonstramos a relevância da água para a vida. Com base em dados do IPECE, elucidou-se a utilização da água para subsistência e desenvolvimento econômico da área. O estudo destaca como uma gestão eficaz do recurso hídrico é essencial para manter ecossistemas e o bem-estar local.

Palavras-chave: Tecnologia social. Semiárido. Banabuiú.

Abstract: The utilization of social technologies in water management is strategically important for ensuring sustainability, accessibility, and hydrological balance. This study underscores the critical significance of consistent water provision in Banabuiú, a municipality situated in a semi-arid region. Using literature and geoprocessing techniques, we illustrate the relevance of water for sustaining life. With reference to IPECE data, the role of water in supporting livelihoods becomes evident. The research highlights the indispensability of effective water management in preserving ecosystems and local well-being.

Keywords: Social technology. Semi-arid. Banabuiu.

Introdução

O clima semiárido, a qual compreende aproximadamente 12% de extensão territorial Brasileira está predominantemente situada nos estados que compõem a

região Nordeste, além de abranger uma porção do norte do estado de Minas Gerais (INSA, 2021). Diante disso para uma melhor compreensão referente a ocupação e gestão de recursos essenciais para a manutenção da vida e bem-estar social é necessário debater as potencialidades e limitações da área.

Benedito Vasconcelos Mendes, em sua publicação “O Semiárido Brasileiro” (1992), já destacava que o traço mais marcante dessa região é dado pelo regime pluviométrico, delimitado por duas estações bem distintas: uma curta chuvosa, de 3 a 5 meses, denominada de “inverno”, que ocorre nos cinco primeiros meses do ano; e uma longa estação seca chamado “verão”, que tem duração de 7 a 9 meses.

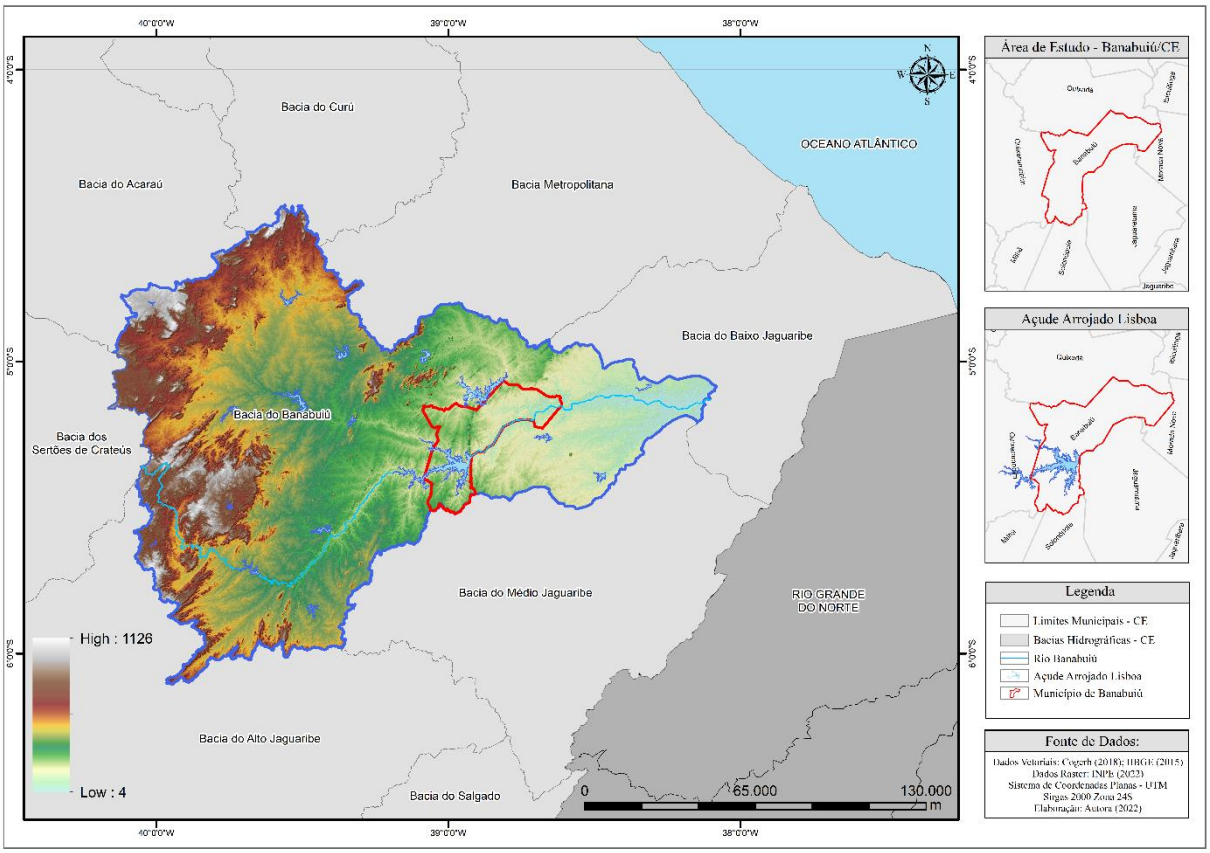
As chuvas são geralmente torrenciais e irregulares, tanto no tempo, quanto no espaço. Esse comportamento irregular das chuvas, tem intensidade e distribuição, que provoca periodicamente a ocorrência de secas prolongadas. Somadas a taxas elevadas de temperatura, baixa amplitude térmica, conveniente de regiões tropicais, o baixo regime pluviométrico trás preocupação para o abastecimento nos estados que compõe a poligonal dessa região climática.

Sabendo que a água é um recurso natural e indispensável para a manutenção da vida, com a escassez de água a população rural sofre diretamente os impactos da seca, gerando consequências como: perda de produção agrícola para comercialização e subsistência, desemprego, migração campo-cidade, entre outros. Nesse sentido, é de suma importância compreender as políticas públicas de desenvolvimento no semiárido brasileiro e os investimentos públicos em obras para uma melhor convivência com esse cenário.

Atualmente, as políticas públicas voltadas para o combate ao déficit hídrico na região Nordeste, baseiam-se na construção de açudes, poços artesanais, cisternas rurais e barragens que auxiliam na subsistência de diversas comunidades das áreas rurais.

A área de estudo está situada no sertão central Cearense, o município de Banabuiú é banhado pelo rio principal Banabuiú, que possui extensão territorial de 314km, com sua nascente que se encontra no município de Pedra Branca e desagua no rio Jaguaribe em Limoeiro do Norte. Na Figura 1, é possível visualizar pelo modelo hipsométrico digital de elevação, a delimitação da extensão das bacias hidrográficas junto a área de estudo.

Figura 1 - Mapa de localização do município de Banabuiú e delimitação das bacias hidrográficas



Fonte: Elaborado pelos autores (2023)

Para uma melhor convivência com a região situada no semiárido, deve-se levar em consideração suas características geológicas, pedológicas e climáticas. Devido ao embasamento cristalino, solos rasos e irregularidade pluviométrica, os processos erosivos tendem a se intensificar, gerando consequências como: redução da biodiversidade, redução da capacidade produtiva, assoreamento dos rios, áreas em processo de desertificação, entre outros.

Diante dessa realidade, ressalta-se a importância que a análise da vulnerabilidade ambiental tem para essas áreas, gerando uma melhor visualização das suas potencialidades e limitações, auxiliando tanto no uso sustentável como no planejamento de medidas mitigadoras no combate ao avanço da degradação ambiental.

O debate hídrico perpassa questões naturais e adentra questões sociais, na medida em que a degradação ambiental e a poluição hídrica vêm se intensificando através do crescimento urbano desordenado, do despejo irregular de efluentes e da má gestão das águas.

De acordo com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos - COGERH, o município em estudo possui como açude principal o Arrojado Lisboa, que é classificado como o 3º (terceiro) maior açude do estado do Ceará, comportando 1.601.000.000 m³ de água. o quadro 1.0 consta os múltiplos usos deste açude.

Quadro 1 – Múltiplos usos do açude Banabuiú (COGERH)

Matriz de Uso	Açude Arrojado Lisboa	
	Entorno	Jusante
Dessedentação Animal	x	x
Uso Doméstico Local	x	x
Recreação	x	x
Usos Públicos	x	x
Irrigação	x	x
Pesca Artesanal	x	x
Piscicultura		x
Balneário		x
Agricultura de Vazante	x	x

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Observa-se alguns pontos que demonstram os impactos da gestão do açude no cotidiano da região, como o uso para dessedentação animal, que demonstra a importância da água para a pecuária local, garantindo a subsistência e os meios de vida. O uso doméstico local ressalta a importância do fornecimento de água potável para as pessoas, sendo essencial para a saúde e o bem-estar da população.

A presença de atividades recreativas, de lazer, comercial e sobretudo de subsistência, como a pesca, a agricultura e piscicultura, que são usos que não apenas fornecem alimentos, mas também representam meios de sustento para muitas famílias. Essa relação realça a relevância do contexto geográfico do açude em relação ao espaço, pelas práticas que o compõe.

Com base nestes múltiplos usos afirma-se a importância do açude para A disponibilidade de água o município, que não só impulsiona a economia local, mas também através dele, a população local se subsidia para o desenvolvimento social e econômico, além de contribuir para a segurança alimentar.

Este trabalho tem como finalidade analisar os múltiplos usos da água no município de Banabuiú – CE e compreender a gestão deste recurso a partir de

interesses sociais e políticos, caracterizando a vulnerabilidade e compartimentação ambiental destes recursos com o planejamento de políticas hídricas.

Gestão Sustentável de Recursos Hídricos

O zoneamento ambiental tem como base a representação espacial das áreas, integrando todos os elementos naturais ali presente. Através da aplicação desta técnica é feito um diagnóstico de determinada área. De acordo com (SILVA; SANTOS, 2004, p.227, 228)

> 'Zoneamento' é a identificação e a delimitação de unidades ambientais em um determinado espaço físico, segundo suas vocações e fragilidades, acertos e conflitos, determinadas a partir dos elementos que compõem o meio planejado. Seu resultado é a apresentação de um conjunto de unidades, cada qual sujeita a normas específicas para o desenvolvimento de atividades e para a conservação do meio.

Segundo a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME), o Zoneamento Geoambiental é um instrumento técnico voltado para o planejamento ambiental, proporcionando parâmetros e referências para uma reavaliação permanente do processo de planejamento, principalmente dos setores agrícola e mineral.

As áreas semiáridas, ainda que de forma precipitada, é interligada a um ambiente de seca, o que nos faz refletir que a "seca" é um "obstáculo" para o desenvolvimento destas áreas. No entanto, através da análise do zoneamento ambiental, é possível projetar com mais eficiência um planejamento adequado para essas áreas e medidas mitigadoras que diminuam os impactos da escassez hídrica e degradação ambiental, visando o convívio com as características naturais.

Vale ressaltar que é de suma importância a compreensão da dinâmica ambiental da área, pois, o mal planejamento e gestão destes recursos podem acarretar em impactos sociais e ambientais, ultrapassando a escala local e adentrando a escala regional.

A escassez hídrica é capaz de gerar desequilíbrio social e biótico, por isso é necessário que este recurso chegue em toda a população de forma limpa e sustentável. Desse modo, a logística para o abastecimento de água no Nordeste Brasileiro se tornou um dos maiores desafios do país no século XX.

De acordo com Cirilo (2008), visando as políticas públicas de abastecimento de água para o desenvolvimento do nordeste as principais são: açudes, construções

de cisternas, perfuração de poços artesianos, barragens subterrâneas, dessalinização e aproveitamento da água salobra.

Em 1909 foi criada a Inspetoria de Obras Contra a Seca (IOCS), que em meados de 1945 foi reestruturada, tornando-se o atual Departamento Nacional de Obras Contra a Seca - DNOCS. Após essa restruturação, o DNOCS foi responsável pela construção de poços, açudes, estradas e barragens, que minimizaram os impactos do déficit hídrico na região.

Os reservatórios hídricos com maior destaque e ênfase foram os açudes, tornando-se um instrumento essencial na mitigação dos efeitos da seca. Cirilo (2008) os classificou de acordo com sua capacidade, podendo ser médio ou grande porte, destacando que os açudes de grande porte no estado do Ceará, são: Orós, com capacidade de 2,5 bilhões de m³, Castanhão, com capacidade de 6,7 bilhões de m³ e o Arrojado Lisboa com capacidade de 1,6 milhões de m³.

Outro tipo de política pública adotada para a reserva de recursos hídricos foi a construção de cisternas rurais. O seu funcionamento é dado através da captação de água da chuva, tendo esta técnica como finalidade o abastecimento doméstico.

As políticas públicas são essenciais para o desenvolvimento social no Nordeste e seu crescimento econômico, fazendo com que a água possa ser democraticamente distribuída. A falta de políticas públicas eficazes e de um planejamento sustentável agrava ainda mais a degradação ambiental e a má distribuição dos recursos.

A relação sociedade x natureza ocorre muitas vezes de forma conflituosa, pois o avanço da ação antrópica sobre o meio ambiente ocasiona modificações ambientais e paisagísticas, provocando alterações atmosféricas, hidrológicas, biológicas e no desenvolvimento humano.

A expansão da degradação ambiental no municipio de Banabuiú é ocasionada por diversos fatores, entre elas: atividades agrícolas mal planejadas, despejo irregular de efluentes, desmatamentos, processos erosivos etc. A degradação está diretamente interligada ao comprometimento dos recursos hídricos. O uso de agrotóxicos, o desmatamento e a lixiviação se tornam agentes diretos para a poluição de rios e de águas subterrâneas.

De acordo com (GEO MUNDI ,2007) “A degradação da água tem efeitos dramáticos sobre a fauna, a flora e a saúde do homem. O desinteresse sobre a

poluição da água favorece a contaminação alarmante dos lençóis subterrâneos, dos rios e das águas costeiras". Diante disto vale repensar a utilização dos recursos naturais e a forma de gerir este bem comum.

A degradação do meio ambiente e dos recursos hídricos ocasiona consequências sociais e financeiras, tendo em vista que a água está presente em quase todas as atividades, desde o uso doméstico ao uso industrial.

Os múltiplos usos da água interfere direta e indiretamente em todos os âmbitos sociais, desde questões voltadas a saúde pública até a economia. De acordo com Moraes e Jordão (2002) os recursos hídricos são utilizados em todo o planeta com "n" finalidades, incluindo a geração de energia, navegação, pesca, abastecimento humano, entre outros.

Na perspectiva ambiental a água é fator primordial para a manutenção e desenvolvimento do meio biótico, diante da importância dos recursos hídricos para o desenvolvimento social e ambiental, sabe-se que a qualidade das águas vem sendo impactada negativamente com o crescimento desornado nas bacias hidrográficas e nos leitos de rios.

Neste sentido, é de suma importância identificar estas áreas com maior vulnerabilidade e desenvolver uma política pública eficaz para a manutenção e preservação destas áreas.

Procedimentos Metodológicos

Para a realização deste estudo os procedimentos metodológicos serão divididos em duas etapas: levantamento bibliográfico e elaboração de material geocartograficos.

A etapa de levantamento bibliográfico se fez necessário para dar embasamento teórico à pesquisa e a construção de um referencial teórico pertinente a temática relacionada ao zoneamento ambiental, políticas públicas e degradação ambiental.

A etapa seguinte tratou-se do desenvolvimento dos materiais geocartográficos nos quais são essenciais para o desenvolvimento do estudo e uma visualização mais ampla da área trabalhada. A partir do mapeamento básico da área se obteve a delimitação do município de Banabuiú - Ce e das bacias hidrográficas.

O produto cartográfico foi elaborado no *software ArcGis Map* (versão 10.8). Os dados vetoriais foram obtidos junto aos órgãos oficiais Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE e da Companhia de Gestão e Recursos Hídricos - COGERH, resultando no produto.

Para a elaboração do quadro com os múltiplos usos da água do açude Arrojado Lisboa – CE, foi em planilha eletrônica no *software Excel,* com a base de dados disponibilizada pela Companhia de Gestão e Recursos Hídricos – COGERH.

Resultado e Discussões

Tecnologias Sociais para a Gestão Sustentável da Água no Contexto Semiárido

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida e para o desenvolvimento social. Por tanto, o uso consciente e sustentável desse recurso proporciona uma melhor qualidade de vida e um equilíbrio ecológico.

Desse modo, é incontestável a importância das tecnologias sociais para uma eficiente gestão dos múltiplos usos da água, especialmente em regiões como o semiárido, onde a escassez de recursos hídricos é perene. Vale destacar que o planejamento e a utilização das tecnologias sociais são projetados de acordo com as necessidades de cada comunidade, levando em consideração a logística e suas limitações.

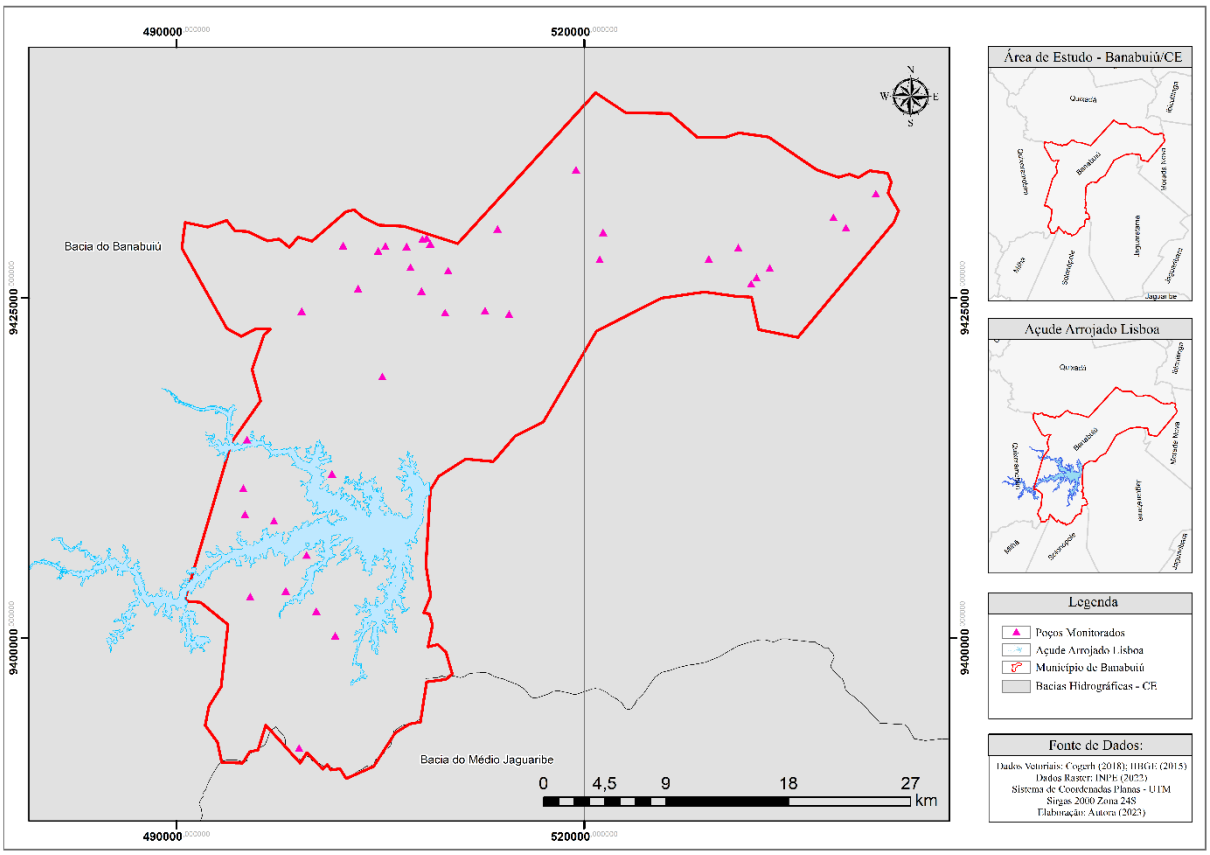
O município em estudo está situado no sertão central do Ceará, possuindo uma área territorial de 1.080,986 km² (IBGE,2022). Está inserida no bioma caatinga e no clima semiárido. A principal atividade econômica desenvolvida é a pecuária e a agricultura de subsistência, com o cultivo das culturas de milho, feijão, banana, cana-de-açúcar etc.

De acordo com dados do IPECE (2019) as principais tecnologias sociais para a captação e distribuição de água no município é feita através de poços e do açude Arrojado Lisboa.

O açude Arrojado Lisboa em Banabuiú - CE demonstra a importância e a funcionalidade do recurso hídrico para a sociedade, através dele é desenvolvido desde atividades recreativas, como até, para fins lucrativos, pesca e irrigação. No entanto, para que tais práticas alcancem seu potencial pleno, é fundamental que haja uma cooperação integrada entre governos, comunidades, instituições de pesquisa e setor privado.

Na figura abaixo é possível visualizar o açude e a distribuição dos poços na área de estudo.

Figura 2 - Mapa da distribuição de poços dentro da bacia hidrográfica Banabuiú



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

De acordo com dados do IPECE (2019) o açude arrojado lisboa é uma das principais fontes de abastecimento de água no município de Banabuiú, a área em estudo é contemplada com 143 poços, que exercem usos diversos, desde o abastecimento doméstico até o abastecimento múltiplo

O aproveitamento da água por meio de poços é de extrema importância, pois essa tecnologia social garante à população maior segurança hídrica, tornando os poços uma fonte essencial de água potável. Essas estruturas asseguram um suprimento contínuo e, muitas vezes, confiável de água às comunidades rurais.

Além disso, a relevância se estende ao uso desses recursos para o desenvolvimento agrícola, visto que a água é fundamental para a irrigação e a criação de animais. Por meio dos poços, a disponibilidade hídrica pode ser mantida durante todo o ano, contribuindo para a estabilidade e o fluxo da produção agrícola.

A utilização de água limpa para a saúde humana é imperativa, visto que ela influencia na higiene pessoal e na prevenção de doenças. Especialmente em áreas rurais, o acesso à água pode ser um desafio, o que ressalta a importância dos poços na redução de doenças relacionadas à água.

Assim, as tecnologias sociais na gestão da água não são apenas convenientes, mas absolutamente essenciais para o desenvolvimento sustentável, saúde, produção agrícola e o bem-estar das comunidades. Unir o conhecimento tradicional local com inovações técnicas torna-se fundamental para enfrentar desafios hídricos, otimizando usos variados da água e reforçando a resiliência das comunidades diante das adversidades climáticas.

Investir e valorizar essas tecnologias sociais para a gestão da água não apenas garante a sustentabilidade ambiental, mas também uma melhoria na qualidade de vida das gerações atuais e futuras.

Considerações Finais

A administração da água em regiões semiáridas como Banabuiú é uma questão complexa e essencial. A escassez hídrica constante exige abordagens adaptativas e sustentáveis, onde políticas públicas, tecnologias sociais e conscientização ambiental desempenham papéis cruciais. A utilização responsável dos recursos, como o açude Arrojado Lisboa e os poços artesianos, ressalta a necessidade de uma gestão colaborativa e eficaz para enfrentar os desafios da disponibilidade limitada de água.

A degradação ambiental, exacerbada por mudanças climáticas e atividades humanas, adiciona complexidade à equação. Analisar a vulnerabilidade ambiental e implementar medidas de preservação torna-se essencial para garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos a longo prazo. O comprometimento conjunto de instituições, comunidades e órgãos governamentais é crucial para superar as adversidades e promover um uso responsável e equitativo da água.

Enquanto avançamos, é crucial manter um foco contínuo na educação ambiental e na conscientização pública. A gestão eficaz da água exige uma mudança de mentalidade, onde a valorização da água como um recurso limitado seja incorporada em cada aspecto da sociedade. A colaboração interdisciplinar, a pesquisa inovadora e o engajamento comunitário são as bases para uma gestão hídrica

sustentável, permitindo que as gerações presentes e futuras prosperem em harmonia com o ambiente semiárido.

Referências

DE ALMEIDA, José Jobson Garcia; COSTA, Franklin Roberto. Análise Dos Impactos Ambientais Da Agricultura Irrigada No Perímetro Irrigado De Pau Dos Ferros (Rn). **Geografares**, n. 16, p. 22-44, 2014. FUNCEME. Volume Armazenado – Reservatórios, 2019. Disponível em: Acesso em: 15 de novembro de 2019

MENDES, B. V. **O Semiárido Brasileiro**. Anais 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas. V. 4. p 394-399. São Paulo. 1992.

GEO MUNDI. **Fontes de energia e poluição**. Disponível em: <http://geomundi.cjb.net/>. Acesso em: 11 ago. 2023

LUNA, Marlucio. Água: fonte de vida (e de lucro). 17 jan 2007. Disponível em: <http://www.multirio.rj.gov.br/sec21/chave_artigo.asp?cod_artigo=969>. Acesso em: 18 ago 2023

MALVEZZI, Roberto. Hidronegócio. In: CALDART, Roseli Salete, PEREIRA, Isabel Brasil, FIRGOTTO, Gaudêncio. **Dicionário de Educação do Campo**. Rio de Janeiro – São Paulo: Expressão Popular, 2012, p. 397-404.

Ministério do Desenvolvimento Regional. O Projeto de Integração do Rio São Francisco. Disponível em: https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/projeto-sao-francisco. Consultado em: 06/11/2022.

MORAES, D. S. L.; JORDÃO, B. Q. Degradação de recursos hídricos e seus efeitos sobre a saúde humana. **Rev. Saúde Pública**. v. 36, n. 3, p. 370-4, 2002.

SILVA, João dos Santos Vila da; SANTOS, Rozely Ferreira dos. Zoneamento para Planejamento Ambiental: Vantagens e Restrições de Métodos e Técnicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 21, n. 2, p.224-263, maio 2004. Disponível em: https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/8710.

THOMAS, Vinod. **Sustentabilidade econômica e ambiental**. O Estado de São Paulo, São Paulo, 18 ago. 2004.

THOMAZ JÚNIOR, A. O agrohidronegócio no centro das disputas territoriais e de classe no Brasil do século XXI. Campo-Território: **revista de Geografia Agrária**, v. 5, n. 10, p. 92-122, agosto de 2010.

Análise da distribuição dos registros de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana

Analysis of the bushfire records distribution in the Serra de Itabaiana National Park

Ingride Natane Miguel Santos
Universidade Federal de Sergipe
ingridmigeo@gmail.com

Larissa Monteiro Rafael
Universidade Federal de Sergipe
larissa.rafael@academico.ufs.br

Raquel Ferreira da Silva Santos
Universidade Federal de Sergipe
raquelfsstos@gmail.com

Resumo: Os incêndios florestais por causa antrópica e recorrência em formações florestais podem induzir à conversão dessas áreas para formações campestres. O artigo objetivou identificar as áreas potenciais suscetíveis à essa conversão no Parque Nacional Serra de Itabaiana. Para tanto, mapeou os registros de incêndios florestais, coletados da rede colaborativa de monitoramento de diferentes temas da paisagem, o MapBiomas. O produto principal extraído dessa plataforma foi o registro de frequência das cicatrizes de incêndio ocorridas entre 1985 e 2022. Observou-se os incêndios mais frequentes ocorreram nos setores de formação campestre. Nos setores de formação florestal, contudo, houve registros de incêndio, porém menos recorrentes. Esses setores florestais onde já houve o registro de incêndios devem ser prioritários para a restauração florestal.

Palavras-chave: Incêndios Florestais; PARNASI; MapBiomas Fogo.

Abstract: Anthropogenic Bushfires and recurrence in forest formations can lead to the conversion of these areas to grassy vegetation. The article aimed to identify potential areas susceptible to this conversion in Serra de Itabaiana National Park. Thus, forest fires records were mapped, based on data collected from the collaborative monitoring network of different landscape themes, MapBiomas. The main product extracted from this platform was the frequency record of fire scars that occurred between 1985 and 2022. The most frequent fires occur in sectors of grassland formation. In the forest formation sectors, however, there were fire records, but less recurrent. Those forest sectors where fires have already occurred should be a priority for forest restoration.

Keywords: Bushfire; PARNASI; MapBiomas Fogo.

Introdução

O risco de incêndios florestais tem aumentado como efeito das mudanças climáticas. Esses eventos estão entre um dos principais que ameaçam a biodiversidade (Torres et al., 2017) e quando considerada as formações florestais, a ação do fogo torna-se ainda mais preocupante, uma vez que implica na redução do estoque de carbono global (Liu; Xu, 2022). Nos ecossistemas tropicais em transição, os incêndios florestais em florestas úmidas historicamente livres do fogo pode levar a dominância de vegetação campestre (Barlow et al., 2018), acarretando efeito sinérgico de conversão de floresta para formações campestres e redução do estoque de carbono.

As áreas Protegidas, um dos principais instrumentos de conservação da cobertura da terra e dos serviços ecossistêmicos em escala global (Liu; Xu, 2022), exercem um relevante papel nesse manejo do fogo, tanto por dificultar a conversão de uso da terra para matrizes antrópicas, quanto na educação sobre o controle do fogo. No Brasil, a ferramenta que organiza espacialmente os usos das Unidades de Conservação, é o Plano de Manejo. No Parque Nacional Serra de Itabaiana, a ocorrência do incêndio florestal é um fenômeno histórico e diretamente relacionado à dinâmica de uso e ocupação do solo na Unidade de Conservação e seu entorno. Os efeitos desse fogo na estrutura e dinâmica das paisagens ainda são pouco abordados (MMA/ICMBIO, 2016).

Focando no Parque Nacional Serra de Itabaiana (PARNASI) como estudo de caso, o presente estudo busca identificar as áreas potenciais suscetíveis à essa conversão da formação florestal em campestre. O PARNASI está situado em área de contato entre a Floresta Atlântica e a Caatinga, e seu componente geológico-estrutural embasa condições edáficas para o desenvolvimento de formações campestres. Essa condição dinâmica de contato entre diferentes ecossistemas, facilita a ocorrência de espécies endêmicas como a Glaucomastix itabaianensis e um mosaico de paisagens que incluem desde formações florestais úmidas à vegetação rupestre. Esse complexo é circundado por matriz agropecuária e atividade mineradora que exercem pressão no equilíbrio desse ambiente.

O PARNASI foi classificado como Unidade de Conservação (UC), mas sua criação teve origem em iniciativas anteriores e não incluiu a ampla aceitação, como aponta Figueirêdo e Souza (2012, p.145):

> *"No caso em estudo, a "teórica" e não oficializada Estação Ecológica foi transformada em Parque Nacional mediante decreto presidencial publicado no Diário Oficial da União, em 16 de junho de 2005."*

Essa desarticulação entre o papel e a prática é observada no instrumento de gestão do parque, o Plano de Manejo criado somente 11 anos (2016) após sua criação. O documento confere à UC uma ampla base de dados sobre fauna e flora com registros de espécies endêmicas e ameaçadas de extinção (Figueirêdo e Souza, 2012), mas é estático e pouco articulado com as demandas da população residente no entorno e dentro do parque.

O desconhecimento do plano de manejo acarreta o desconhecimento das normas e regras previstas para uso da terra, das águas, da fauna, da flora, e da paisagem, gerando uma dificuldade das ações da gestão do parque e desinteresse por parte da população no envolvimento do planejamento da conservação dessa UC. Sobre isso Figueirêdo e Souza, (2012, p. 149) afirmam:

> *"É de fundamental importância discutir sobre os vários modos de se aplicar as ações administrativas em uma Unidade de Conservação. A história brasileira é marcada por uma estrutura desigual, autoritária, de poder. Isso afetou profundamente o exercício da cidadania e o interesse da sociedade em participar da construção e proposição das chamadas áreas públicas."*

Apesar de existir um limite territorial registrado em Decreto Federal de 15 de junho de 2005, a presença de várias famílias residentes compete com a área delimitada ao Parque Nacional, assim como o turismo de massa, além da presença da BR 235 que conecta a capital Aracaju ao interior de Sergipe. Esses elementos favorecem a ocorrência dos incêndios de caráter criminoso, uma vez que o combustível se faz de fácil acesso e exposição, como as bitucas de cigarro descartadas pelas janelas dos veículos automotivos, o descontrole da queima de lixo e da vegetação as margens da BR, tendo o vento como fator determinante na disseminação de um incêndio e a prática do corte-queima que avança sobre as formações vegetais naturais (IBAMA, 2006).

Para a UC, as consequências das queimadas podem acarretar prejuízos ainda maiores quando os incêndios atingem as áreas de conservação trazendo consigo danos irreversíveis para o meio ambiente, inclusive causando a extinção de diversas espécies endêmicas, sensíveis ao calor, fumaça e ao fogo (White; White, 2016). Além disso, a ocorrência desses incêndios produz fuligem da queima que se dispersa pela ação do vento podendo chegar até os lares mais próximos do Parque, comprometendo a qualidade do ar e podendo ocasionar problemas graves de saúde para quem inala a fumaça, prejudicando principalmente aqueles que moram na proximidade do Parque Nacional.

A gestão do ambiente físico e o monitoramento de incêndios florestais tem sido um processo complexo devido a interação entre as variáveis ecológica e humana. O fogo é mais do que um processo ecológico ou um problema ambiental é uma relação (Pyne, 2007). Compreender essa interação exige uma abordagem integrada e sustentável para gestão de riscos de incêndios florestais. No PARNASI, a variável ecológica impõe, diante do cenário de mudanças climáticas e necessidade do reconhecimento de seus impactos para a paisagem da qual dependem as pessoas.

Os incêndios florestais estão ligados também a questões climáticas. Segundo White e Ribeiro (2011) a ocorrência dos incêndios está sempre associada a períodos sem chuva. Existe uma forte correlação entre ocorrência de grandes incêndios e prolongados períodos de seca. Longos períodos de estiagem afetam o potencial de propagação dos incêndios de diversas maneiras, principalmente pela secagem progressiva do material combustível morto, podendo, inclusive, afetar o teor de umidade da vegetação verde. No PARNASI, não é comum que ocorram em todos os meses e períodos do ano, predominando nos períodos de estiagem, quando aumenta a capacidade de propagação. Essa capacidade está associada

principalmente à disponibilidade de água no ambiente, tanto para a vegetação que tem estrutura semicaducifolia, quanto para abastecimento de represamentos de água que dão suporte ao combate durante os incêndios. Esses incêndios ocorrem tanto nas áreas de formação florestal, geralmente localizadas no tabuleiro dissecado (região denominada Mata da Cafuz) e na base e encosta inferior das três serras que compõem o Parque (Cajueiro, Comprida e Itabaiana), quanto nas formações campestres, com ocorrência na encosta média e superior e no topo das serras.

Na busca por busca identificar as áreas potenciais suscetíveis à conversão da formação florestal em campestre, foi realizado o levantamento dos registros de ocorrência de incêndios florestais no PARNASI para o período de 1985 a 2000, a partir de dados coletados da plataforma MapBiomas. Também foi mapeado a frequência da ocorrência dos incêndios registrados. Pretende-se compreender a dinâmica espacial e temporal da ocorrência de incêndios no PARNASI para auxiliar práticas de manejo do fogo orientadas espacialmente e para a conservação do parque, visto que aponta aquelas áreas mais impactadas.

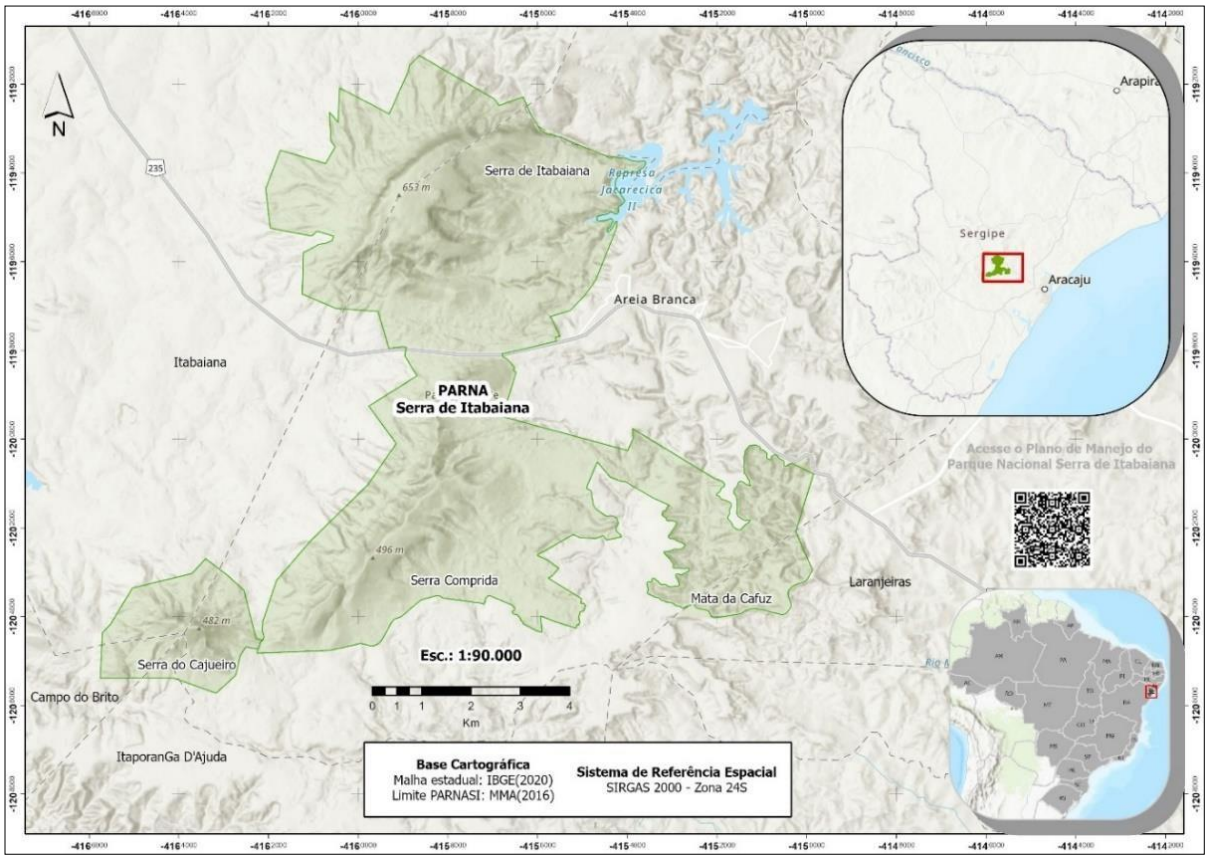
Metodologia

Área de estudo

O Parque Nacional Serra de Itabaiana abrange os municípios de Areia Branca, Itabaiana, Laranjeiras, Itaporanga D'ajuda e Campo do Brito em Sergipe (Figura 01). Oficialmente, essa UC foi criada em 2005, mas iniciativas anteriores de implementação de reserva e ações de conservação já eram desenvolvidas (MMA/ICMBIO, 2016). Sua criação não foi amplamente aceita, principalmente pela comunidade dentro e no entrono da UC, evidenciando conflitos fundiários, onde porção significativa do PARNASI não tem regularização fundiária.

As principais atividades econômicas desenvolvidas no local são: a agricultura familiar e monocultura de cana-de-açúcar, a criação de gado e atividades turísticas. Todas essas atividades, apresentam registros de ocorrência de incêndio florestal (MMA/ICMBIO, 2016). Representando uma região de ecótono entre os domínios fitogeográficos Mata Atlântica e Caatinga, a paisagem ocorre no limite entre o úmido e o subúmido seco, apresentando setores com presença de uma formação campestre e savânica (IBGE, 2021).

Figura 01: Mapa de localização no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, com ênfase no condicionamento topográfico.



Fonte: autoras.

Os setores mais elevados da paisagem são compostos pelas Serras de Itabaiana (653m), Comprida (496m) e Cajueiro (482m) (Figura 01). O extremo leste da UC é configurado por tabuleiro dissecado, cuja região é denominada Mata da Cafuz. Predominam nos setores elevados solos do tipo Neossolo e na região de tabuleiro dissecado, solos do tipo Argissolo (Santos et al., 2022). A configuração de predominância de setores elevados, onde ocorrem as formações campestres e savânicas, em detrimento de setores rebaixados onde predominam as formações florestais, resultam em forte pressão sobre as áreas arbóreas e recorrência de incêndios nas encostas e topo, onde a matéria orgânica inflamável tende a ser mais abundante (White; Ribeiro, 2014; Santos et al., 2022).

O Parque Nacional Serra de Itabaiana é objeto de estudo das mais diversas áreas devido a suas características, seja da biota, dos solos, do seu desenvolvimento cultural ou da sua riqueza socioecológica, além de haver abundância de trabalhos científicos e uma literatura vasta sobre esse ambiente.

Os fragmentos florestais mais preservados estão situados nos canais fluviais na mata da Cafuz e nas baixas encostas das serras que compõem o PARNASI. É justamente na porção dos fragmentos preservados, onde o relevo é suave, que se verificam também as

maiores pressões em função do uso e da ocupação da terra (MMA/ICMBIO, 2016). Essa configuração de relevo favorece as atividades agropecuária e mineradora, que geram impactos por incêndios, entre outros.

As atividades conflitantes com a conservação da vegetação do Parque consistem na retirada de madeira, lenha, cipó, frutos, pressão da urbanização, extração mineral (areia, pedra, argila, cascalho), atividades agropecuárias nas áreas não indenizadas, resíduo de práticas religiosas, caça, atropelamento de fauna, presença de torres de comunicação e linha de transmissão no interior da UC, acúmulo de lixo e incêndios florestais (MMA/ICMBIO, 2016). O zoneamento constitui um instrumento de ordenamento territorial, usado como recurso para se atingir melhores resultados no manejo da UC, pois estabelece usos e normas diferenciadas para cada zona, conforme seus atributos e objetivos de manejo. (MMA/ICMBIO, 2016). As zonas de amortecimento do parque são de fundamental importância para a conservação do parque já que a zona que ele está inserido passa por um processo intenso de urbanização. Sobretudo, na área dos povoados do município de Areia Branca/SE, dentre estes o que mais se destaca nesse processo é o povoado Chico Gomes. Essa zona de amortecimento, contudo, ainda não está oficialmente criada.

Coleta de Dados

Para compreender a dinâmica de ocorrência dos incêndios florestais no perímetro do PARNASI, foram coletados dados da plataforma MapBiomas Fogo. Os dados coletados corresponderam ao período de 1985 e 200 e incluíram: Frequência da ocorrência dos incêndios. Esse dado foi baixado a partir de imagens raster disponibilizadas pela plataforma. Essas imagens são produtos da reconstrução das séries anuais, baseadas em mosaicos de imagens dos satélites Landsat com resolução espacial de 30 metros, classificada a partir da combinação de imagens Landsat, de algorítimos de aprendizado de máquinas, do processamento em nuvem do Google Earth Engine (GEE), interpretadas por um conjunto de especialistas da rede MapBiomas (https://mapbiomas.org/) (Souza-Junior et al., 2020). Para as amostras de treinamento do algoritmo, a plataforma utiliza áreas queimadas do produto do MODIS de 500 m de resolução espacial e dados de focos de calor do INPE.

O dado de frequência representa a quantidade de vezes que determinada área foi queimada entre 1985 e 2022. Esse dado foi coletado do toolkit da rede MapBiomas no GEE.

Análise de Dados

A partir da imagem coletada da base de dados do MapBiomas, foi feita sua paletização e elaborado o mapa da sua representação espacial, a partir do qual se observou: (1) os setores do PARNASI com maior frequência de registro de ocorrência de incêndios

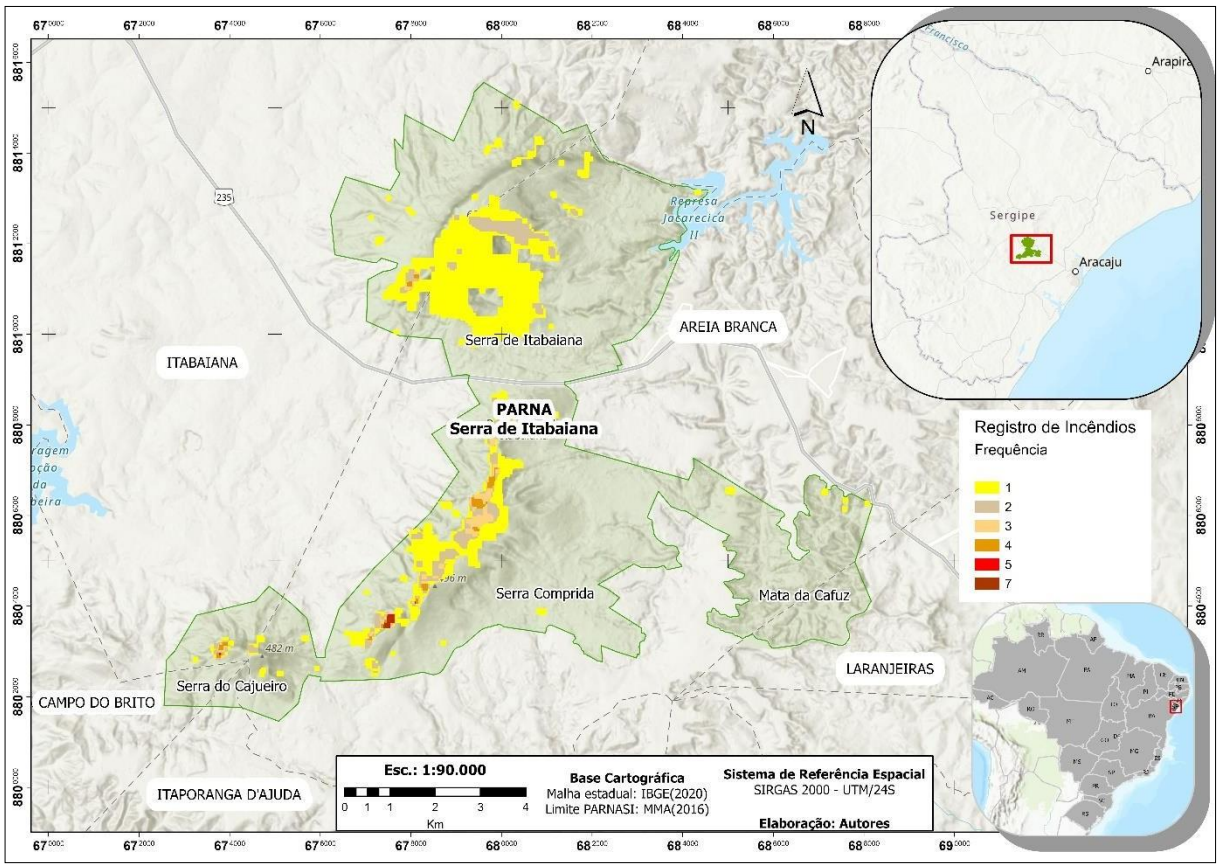
florestais; (2) a relação espacial entre essas ocorrências e as formações vegetais do PARNASI.

Resultados e Discussão

A partir do levantamento anual da frequência dos incêndios florestais realizado a partir da base de dados do MapBiomas Fogo, foi possível observar dentro do período de 1985-2022 a ocorrência de manchas de cicatrizes de incêndios em todo os setores do Parque.. Com relação a área proporcionalmente abrangida pelos incêndios, na Serra de Itabaiana houve maior extensão. O segundo setor onde mais áreas da paisagem enfrentou incêndios foi na Serra Comprida. Esses setores compreendem as áreas mais visitadas do PARNASI e onde há maior concentração de povoados. A Mata da Cafuz, setor de ocorrência das áreas nucleares de Floresta Atlântica, foi onde se verificou menores proporções da abrangência espacial das queimadas (Figura 02).

Ainda sobre a extensão dos incêndios é possível perceber que especialmente no setor Leste e Nordeste da serra de Itabaiana, e extremo Norte da Mata da Cafuz, há um padrão de ocorrência de pequenos incêndios associados possivelmente à proximidade à infraestrutura urbana. No setor Leste-Nordeste da serra de Itabaiana, há o avanço de povoados com limite entre a cidade de Itabaiana e a formação florestal da do PARNASI. Nessa região o acesso à cachoeiras, e topo da serra torna-se mais fácil. Em 2022 teve início a pavimentação da estrada de um dos povoados nessa região (Bom Jardim). Apesar dos reflexos não serem observados nos dados da pesquisa, é necessário atenção da gestão para os reflexos dessa melhoria ao acesso. O outro setor, na Mata da Cafuz, representa uma área de contato direto com a BR 235, onde o efeito estrada no fragmento pode explicar a ocorrência dos incêndios.

Figura 02: Mapa de frequência de cicatrizes de fogo no Parque Nacional Serra de Itabaiana entre os anos de 1985-2022.



Fonte: autoras.

Quando observada a frequência dos registros de incêndio (Figura 1), observou-se que os setores que entre 1985 e 2022 sofreram com sete incidências de queimada foi o Sudoeste da serra Comprida. Tanto esse setor da serra Comprida quanto o Centro-Leste da serra do Cajueiro também enfrentaram 6 ocorrências de incêndio no período analisado. Ressalta-se que a frequência na serra de Itabaiana, apesar de ser a paisagem mais consumida pelo turismo e pressionada pelo avanço da infraestrutura urbana, não apresentou frequência de incêndio maiores que 4 ocorrências, o que pode também ser um indicativo da efetividade da gestão do PARNASI, tendo em vista que é nessa paisagem onde se verifica maior infraestrutura e atuação dos gestores.

Sobre a relação entre a frequência de ocorrência o tipo de formação vegetal onde os incêndios tendem a ocorrer, observou-se que os incêndios mais frequentes (>4 registros) estão predominantemente nos topos e encosta das serras. Nesses setores predominam os Neossolos Litólicos e as formações campestres. Foi nesse tipo de formação que White e White, 2010 também verificaram maior probabilidade de ocorrência dos incêndios. Ressalta-se, contudo, que não deixou de ocorrer incêndios nas formações florestais que estão localizadas predominantemente na Mata da Cafuz, no Setor Sudeste da serra de Itabaiana e

no setor entre a serra Comprida e do Cajueiro. Essas são áreas potenciais para restauração tendo em vista a necessidade de conservação da vegetação para manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados.

As áreas que mais sofreram os impactos causados pelos incêndios florestais foi o setor Sul-Sudoeste da serra Comprida. O uso do fogo é frequente na agricultura para queima e renovação da pastagem para plantações, e essa realidade ainda é recorrente no parque. Apesar de existirem restrições legais relacionadas aos incêndios florestais, são geralmente feitos com pouco ou nenhum controle e sem orientação técnica adequada. Liu e Xiu (2022) encontraram situação semelhante em Parque na China, concluindo que a compensação inadequada das Áreas Protegidas da China é uma possível razão para o maior risco de incêndio em florestais de propriedade coletiva ou individual. Esse paralelo é especialmente importante para o PARNASI, uma vez que pouco do seu território Legal verifica-se a regularização fundiária dos residentes que permanecem muitas vezes por não ter uma indenização.

Como relatado no plano de manejo do parque (ICMBIO/MMA, 2016), os incêndios na Serra de Itabaiana se dão em decorrência de diversos fatores, mas os principais são: o manejo incorreto do fogo sem observar a direção dos ventos, o horário da queima, além do número de visitantes que descartam cigarros, fazem fogueiras e acabam tomando outras proporções.

A mata do Cafuz também tem menores impactos pelo fato da conservação da gestão do parque e pelos próprios moradores, além do fator climático que contribui para uma menor ocorrência. Segundo Dantas e Ribeiro (2010), os incêndios florestais nestas áreas são decorrentes de diversos incêndios provocados pelo cultivo adjacente de cana; plantações e mineração ocorrem nas áreas próximas aos povoamentos.

A frequência de incêndios florestais em uma mesma área segundo o plano de manejo, está ligada ao que já foi supracitado relacionado as atividades conflitantes que ocorrem no parque. Que de certo modo, quando não se tem uma educação ambiental e uma integração da gestão com a comunidade, a possibilidade destas atividades tomarem proporções maiores será maior, fazendo com que possa impactar na Unidade de Conservação (Liu; Xu, 2022).

Considerações Finais

Portanto, é evidente que os problemas advindos dos incêndios afetam as questões socioecológicas e econômicas da região estudada. Posto isso, a compreensão do histórico do fogo deverá auxiliar gestores e pesquisadores de áreas protegidas e determinar o tempo para recuperação da área degradada devido às implicações do retorno dos serviços ambientais para a população que reside próximo à área de conservação.

A prevenção de atividades causadas pelo fogo é de extrema importância, devendo ser feita em conjunto com as comunidades, dando ênfase maior nos pequenos agricultores, nas escolas e na gestão. Em conjunto com essas esferas da sociedade, é possível manter a conservação do parque sem maiores impactos.

Referências

BARLOW, J. et al. The future of hyperdiverse tropical ecosystems. Nature, v. 559, n. 7715, p. 517-526, 2018.

BEZERRA, F. H. R.; FREIRE, G. S. Geomorfologia do Nordeste: panorama do relevo e solos. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2014.

DANTAS, T. V. P.; RIBEIRO, A. S. Caracterização da vegetação do Parque Nacional da Serra de Itabaiana, Sergipe – Brasil. Biotemas, v. 23, n. 4, p. 9-18, 2010.

ERIKSEN, C. E GILL, N. Bushfire and everyday life: examining the awareness action 'gap' in changing rural landscapes. Geoforum, 41, p. 814-825, 2010.

FIGUEIRÊDO, Carla Taciane; SOUZA, Antônio Vital Menezes. Conflitos socioambientais em áreas protegidas: o Parque Nacional da Serra de Itabaiana, em Sergipe. Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas, 2014. Disponível em: https://periodicos2.uesb.br/index.php/ccsa/article/view/1992 Acesso em: 25 de julho de 2023.

IBGE. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2. ed. Rio de Janeiro. 2002. Disponível em:

<https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=263011>. Acesso em: 20 julho. 2023.

LIU, S.; XU, J.. Wildfire, protected areas and forest ownership: The case of China. Land Use Policy, v. 122, p. 106372, 2022.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Plano operativo de prevenção e combate aos incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana. 2006 Disponível em:

<https://www.gov.br/ibama/pt-br/assuntos/fiscalizacao-e-protecao-ambiental/incendios-florestais/servicos/arquivos/planos_operativos/51-parque_nacional_itabaiana-se.pdf>. Acesso em: 25 de julho de 2023

MMA/ICMBIO. Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mata-atlantica/lista-de-ucs/parna-serra-de-itabaiana/arquivos/dcom_plano_de_manejo_parna_serra_de_itabaiana.pdf >. Acesso em: 20 julho. 2023.

PYNE, S. J. Megaburning: The Meaning of Megafires and the Means of the Management". Proceedings of the Wildfire 2007- 4th International Wildland Fire Conference. Seville, Spain. 2007.

SANTOS, I.N.M; RAFAEL, L.M; MELO, R. S. Fogo no parquinho: a importância do Parque Nacional Serra de Itabaiana para o povo sergipano e a conservação da natureza. – 1. ed. – Aracaju, SE. Criação Editora, 2022.

SOUZA-JUNIOR, C. M. et al. Reconstructing three decades of land use and land cover changes in Brazilian biomes with Landsat archive and earth engine. Remote Sensing, v. 12, n. 17, p. 2735, 2020.

TORRES, F. T. P. et al. Perfil dos incêndios florestais em unidades de conservação brasileiras no período de 2008 a 2012. Floresta, v. 46, n. 4, p. 531-542, 2017.

WHITE, B. L. A. et al. Caracterização do Material Combustível Superficial no Parque Nacional Serra de Itabaiana – Sergipe, Brasil. Ciência Florestal, v. 24, n. 3, p. 699–706, 2014.

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A. S. Análise da precipitação e sua influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. Ambi-Agua, Taubaté, v. 6, n. 1, 2011. p. 148-156.

WHITE, B. L. A.; WHITE, L. A. S. Queimadas controladas e incêndios florestais no estado de Sergipe, Brasil, entre 1999 e 2015. Floresta, v. 46, n. 4, p. 561-570, 2016.

Mapeamento e descrição das trilhas de acesso à praia de Canoa Quebrada, Ceará, Brasil

Mapping and description of access trails to Canoa Quebrada beach, Ceará, Brazil

Amanda Kérolen Nunes do Nascimento
Universidade Estadual do Ceará - UECE
0009-0007-5716-462X
amanda.kerolen@aluno.uece.br

Juliana Moreira dos Santos
Universidade Estadual do Ceará - UECE
0000-0001-8189-4322
juliana.moreira@aluno.uece.br

Tais Amorim Lindoso
Universidade Estadual do Ceará - UECE
0000-0002-1582-7639
tais.lindoso@aluno.uece.br

Daniel Belchior Dionisio
Universidade Estadual do Ceará - UECE
0009-0007-4567-4008
daniel.belchior@aluno.uece.br

Davis Pereira de Paula
Universidade Estadual do Ceará - UECE
0000-0002-8298-7720
davis.paula@uece.br

Resumo: A procura pelo litoral para o desenvolvimento de atividades de recreação e turismo é comum no Ceará, especialmente na praia de Canoa Quebrada, que é um cartão postal do estado. Para chegar à praia, é preciso percorrer algumas trilhas de acesso entre as falésias e nessa perspectiva, o objetivo do estudo foi realizar o mapeamento das trilhas, identificando os principais pontos de acesso. Para isso, foi feita uma campanha de campo na praia para marcação dos pontos e gravação das trilhas. Com isso, foram identificadas 17 trilhas de acesso, contudo, devido ao risco de deslizamento ou queda de blocos, foram selecionadas as 3 mais adequadas para uso dos visitantes.

Palavras-chave: Turismo; Litoral; Trilhas.

Abstract: The search for the coast for the development of recreation and tourism activities is common in Ceará, especially on Canoa Quebrada beach, which is a postcard of the state. To get to the beach, it is necessary to go through some access trails between the cliffs and in this perspective, the objective of the study was to map the trails, identifying the main access points. For this, a field campaign was carried out on the beach to mark the points and record the trails. With this, 17 access trails were identified, however, due to the risk of sliding or falling blocks, the 3 most suitable for use by visitors were selected.

Keywords: Tourism; Litoral; Trails.

Introdução

O litoral é um ambiente natural muito procurado para o desenvolvimento de atividades turísticas, configurando um turismo de sol e mar, especialmente no que se refere ao estado do Ceará, que apesar de esforços governamentais em tentar diversificar a atividade

turística para outros ambientes, como serras e sertões, ainda assim a maior busca é por praias (VASCONCELOS; CORIOLANO, 2008). A porta de entrada de muitos turistas se dá pela capital cearense, Fortaleza, em direção às praias de outros municípios do estado, como Jericoacoara, Canoa Quebrada, Beberibe, entre outras.

A procura por áreas naturais, para o desenvolvimento de atividades de recreação e turismo em contato com a natureza é muito antiga, mas ganhou força a partir da década de 1990, de forma a aumentar a importância de regiões turísticas que abrigam áreas protegidas para o turismo internacional, segundo Irving, Lima e Nasri (2022). Nesse sentido, áreas protegidas como as unidades de conservação também se tornam muito visadas para o desenvolvimento de atividades de recreação e ecoturismo, especialmente nas categorias que permitem esses tipos de usos, como é o caso das Áreas de Proteção Ambiental.

Conforme a Lei nº 9.985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, a categoria de APA está inserida no grupo de Uso Sustentável, que possui menos restrições de uso e ocupação do solo e à prática de atividade econômicas, pois o principal objetivo é a compatibilização do uso dos recursos naturais por parte da população de maneira sustentável, além de proteger a diversidade biológica. Desse modo, as APAs possuem certo grau de ocupação humana e não exigem a desapropriação de propriedades no interior de sua poligonal.

Então, áreas protegidas inseridas no litoral acabam sendo mais atrativas, em vista da preservação da natureza e da possibilidade de realizar o turismo de sol e mar. No entanto, é preciso considerar que, o litoral já é um ambiente frágil e muito dinâmico, e o turismo, apesar de ser considerado uma atividade de baixo impacto que promove o desenvolvimento local, ainda assim, é responsável por acarretar alguns impactos negativos para o destino turístico. Dentre alguns impactos negativos podemos citar alterações na paisagem pela especulação imobiliária e pelo aporte turístico em períodos de alta estação (MARCOMIM; SATO, 2016), introdução de novas culturas, gerando pressão sobre o modo de vida da comunidade, poluição, entre outros.

Alterações paisagísticas e socioambientais ocasionadas pelo turismo, especialmente em unidades de conservação situadas no litoral, são motivo de preocupação por estarem em ambientes ecologicamente frágeis e relativamente conservados, de forma que, o uso e ocupação do solo e dos recursos naturais devem estar submetidos à leis ambientais e normas urbanísticas mais rígidas (GOMES; CAVALCANTI, 2011).

Nesse sentido, o objetivo do estudo foi realizar o mapeamento das trilhas de acesso à praia de Canoa Quebrada, que se localiza dentro da poligonal de uma APA, destacando assim, os principais acessos utilizados pelos visitantes, visando subsidiar futuras atividades

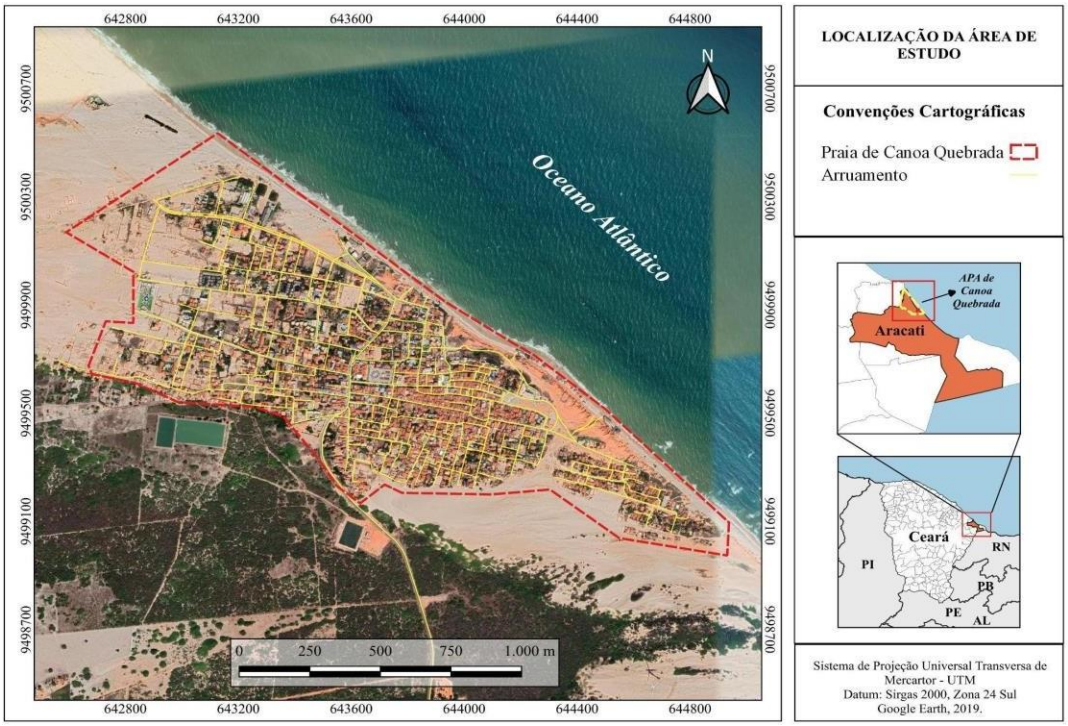
de gestão e educação ambiental no local. Para isso, foram realizadas visitas de campo, coletas de pontos com GPS e medição das trilhas com equipamentos adequados.

Área de estudo

A área de estudo em questão corresponde à praia de Canoa Quebrada, localizada no litoral leste do Estado do Ceará, a 163,6 km de Fortaleza e a 12 km da sede do município de Aracati, a qual pertence. Constituída por falésias avermelhadas e um vasto campo de dunas, a praia de Canoa Quebrada é um dos destinos turísticos mais procurados no Ceará, recebendo cerca de 50 mil visitantes por ano (FOLHA DE S. PAULO, 2019).

A praia está inserida dentro da poligonal da Área de Preservação Ambiental (APA) de Canoa Quebrada (Figura 1), foi criada por meio da Lei nº 40/98 em 1998 pelo poder público municipal, de forma a englobar áreas de preservação permanente, como planícies flúvio-marinhas, praia, dunas e falésias, assim como as comunidades tradicionais e o núcleo urbano (SANTOS, 2016). Possui como símbolo uma lua crescente e uma estrela, símbolo que está presente em alguns pontos das falésias para registro fotográfico dos visitantes.

Figura 1 - Mapa de localização da Praia de Canoa Quebrada.



Fonte: Autores (2023).

De acordo com Diógenes (2016), o processo de desenvolvimento em Canoa Quebrada se assemelha significativamente ao de outras praias nordestinas, na qual existia uma pequena vila de pescadores, que começou a ser visitada por turistas.

Nos anos 70, a Vila de Canoa Quebrada possuía uma produção voltada para a pesca artesanal e se encontrava completamente dependente da sede do município de Aracati em termos de comercialização dessa produção. Com o descobrimento da praia e da vila por grupos de jovens “hippies” ou alternativos, a vila de pescadores passou a sofrer as primeiras alterações em suas dinâmicas socioespaciais. Inicialmente, essas relações não se deram de forma predatória ou dominante por parte dos não-nativos, no entanto, o fluxo de visitantes passou por um processo expressivo de crescimento a partir dos anos 80, acarretando em mudanças no rumo da economia local, que se viu obrigada a investir em uma melhor infraestrutura que acomodasse esses novos visitantes. Consequentemente, a preocupação com a ocupação crescente e repentina do local foi inevitável, considerando a possibilidade de descaracterização do ambiente natural (DANTAS, 2003).

Com isso, destacou-se a necessidade da criação de algum projeto visando a conservação dos recursos naturais da área. Dantas (2003, p 92) aponta que:

> Parcela da população começou a conscientizar-se de que caso nada fosse feito, o patrimônio ambiental de Canoa não iria resistir a tanta pressão. O poder público, então, passou a ser pressionado a criar uma Área de Proteção Ambiental em Canoa Quebrada, cuja lei foi aprovada em 1997.

Atualmente Canoa Quebrada é a terceira praia mais visitada do Ceará (TRIPADVISOR, 2023), e devido a grande procura pela vila, novas infraestruturas foram surgindo(e.g. restaurantes, hospedagens, vias de acesso, farmácias, mercados, lojinhas e etc), processo esse que acarretou em um alto nível de urbanização na localidade. Conforme Câmara e Silva (2021), considerando a Área de Preservação Permanente (as bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais), as falésias de Canoa Quebrada apresentam um nível alto de ocupação, correspondendo a 69,77 hectares. Esse nível de ocupação é preocupante, visto que as falésias arenosas são ambientes com nível elevado de fragilidade ambiental, comprometendo assim o desenvolvimento de atividades humanas devido aos riscos de deslizamento e/ou desmoronamento.

Metodologia

Para alcançar o objetivo proposto, foram necessárias algumas etapas metodológicas, como os levantamentos bibliográfico e documental e a pesquisa em campo. No levantamento bibliográfico, foram pesquisados os conceitos e temáticas utilizados no estudo, como turismo, planície litorânea, impactos do turismo e falésias através de plataformas como Scielo, Elsevier e Google Acadêmico. Em seguida, foram coletados documentos governamentais referentes a

APA de Canoa Quebrada, como a Lei nº 40/98, que criou a unidade de conservação, assim como a Lei nº 9.985/2000 que instituiu as Unidades de Conservação, para verificar os tipos de uso permitidos na categoria de APA.

Foi realizada uma visita de campo, no qual foram observadas as trilhas utilizadas na Praia de Canoa Quebrada e georreferenciadas utilizando o aplicativo para Android Sw Maps que disponibiliza os dados coletados em formato shapefile. O Sw Maps é um aplicativo GIS gratuito que pode ser baixado através do Google Play Store e permite coletar informações geográficas em dispositivos móveis como smartphones, possuindo recursos de mapas de base online, suporte para vários arquivos e sobreposições KML, camadas vetoriais, gravar trilhas, importar camadas de feições de modelos ou projetos, exportar dados como shapefiles ou como KML, entre diversos outros recursos (SANTOS, 2020). Para a presente pesquisa, foram selecionados pontos - de medição da largura - e gravados os percursos das trilhas, que posteriormente foram exportados em formato shapefile.

Além disso, também foram realizadas as medições de largura e extensão dos percursos das trilhas principais utilizando uma trena de 50 metros (Figura 2). Para isso, foi percorrida toda a faixa principal da praia, com extensão de aproximadamente 2 km, para demarcação de todas as trilhas utilizadas por visitantes. Foi também observado o fluxo de pessoas em cada uma das trilhas no momento em que as medições estavam sendo realizadas, a fim de identificar quais trilhas eram mais utilizadas.

A partir dos dados georreferenciados foi elaborado um cartograma de localização das trilhas de Canoa Quebrada. As imagens de satélite foram georreferenciadas e os mapas com a delimitação das trilhas confeccionados através do software livre QGis versão 3.16.7.

Figura 2 - Visita de campo para medição e gravação dos percursos das trilhas principais.

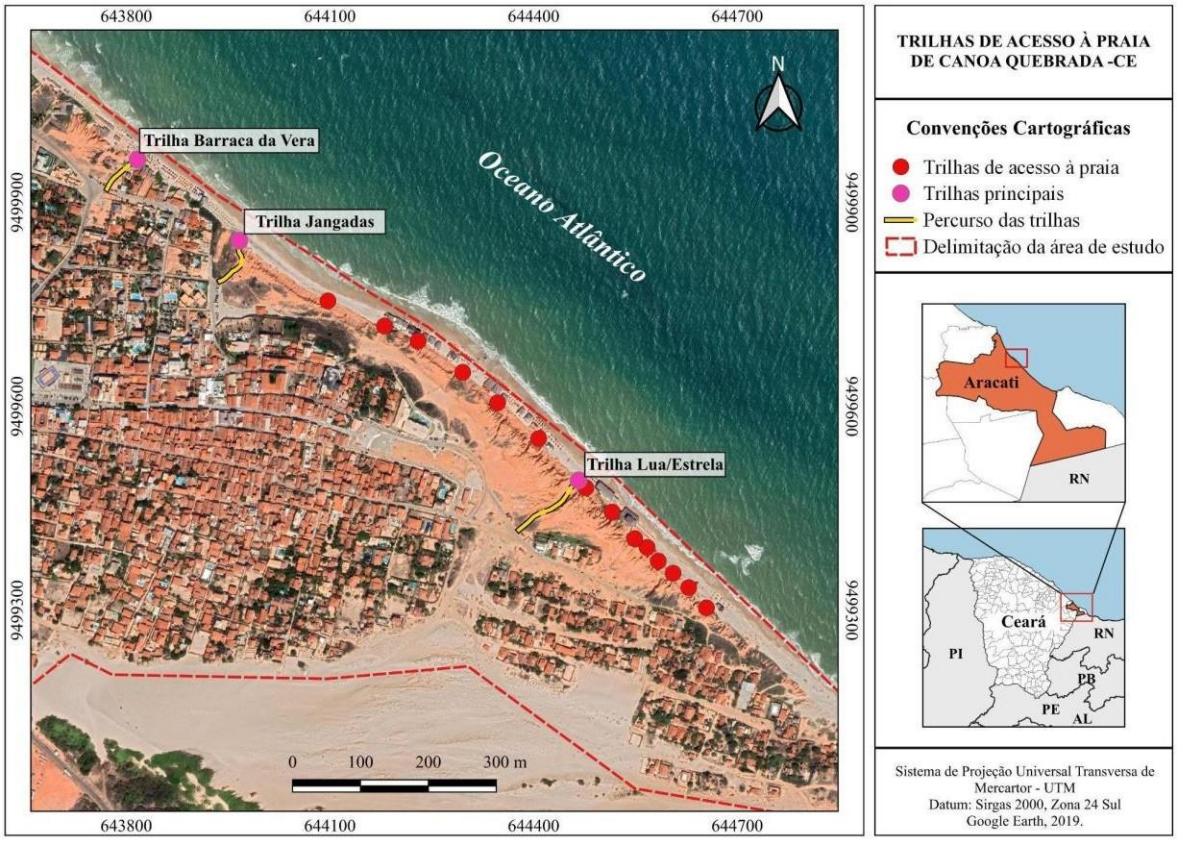
Fonte: Autores (2022).

Resultados

A partir da coleta de dados realizada no trabalho de campo, foram contabilizadas e georreferenciadas um total de 17 trilhas de acesso até a praia, dentre as quais 3 apresentaram um fluxo mais significativo de pessoas. Apesar da grande quantidade de trilhas, é importante destacar que algumas delas na verdade são voçorocas que surgiram com a atuação conjunta da chuva (SILVA, 2014) e acabam sendo utilizadas pelos visitantes como trilhas de acesso até a praia.

Para facilitar a identificação, as trilhas mais utilizadas foram denominadas como: I)“Trilha da Barraca da Vera”, II)“Trilha das Jangadas” e III)“Trilha Lua/Estrela” - levando em consideração alguns pontos de referências em suas proximidades, como barracas ou mesmo o símbolo da praia (Figura 3).

Figura 3 - Mapa das trilhas de acesso à praia de Canoa Quebrada.



Fonte: Autores (2023).

A trilha I apresentou uma extensão de 75 metros e para cálculo da média de largura da trilha, foram medidas as larguras em 3 pontos distintos - um no início, outro no meio e outro no fim da trilha. Cada ponto foi medido a cada 25 m, conforme a extensão total da trilha, com

isso, a largura média foi de 3,9 m. A trilha II apresentou extensão total de 81 m, utilizou-se o mesmo cálculo para a largura, sendo os 3 pontos medidos a cada 27 m. A largura média foi de 3,8 m. Já a trilha II apresentou a maior extensão, com 111 m, por esse motivo a largura foi medida em 4 pontos a cada 37 m, resultando em uma média de 3,5 m.

Durante o campo, constatou-se que não há orientação formal de qual percurso os turistas devem escolher, resultando na abertura de diversos outros caminhos potencialmente arriscados por dentro das falésias. No entanto, existem elementos indicativos dos caminhos mais confortáveis e por conseguinte mais utilizados, como na Trilha Lua/Estrela (Figura 4), onde ocorreu melhor planejamento e a implantação de uma escadaria no início da trilha, neste local vários guias turísticos param com veículos de passeio para deixar grupos que estão visitando a praia (principalmente nos passeios “bate e volta”). Além disso, ao final dessa mesma trilha encontra-se o símbolo da Lua/Estrela esculpido na falésia, um dos cartões postais da praia de Canoa Quebrada.

Figura 4 - Escadaria da Trilha Lua/Estrela e símbolo da lua crescente e estrela na falésia.

Fonte: Autores (2022).

Na trilha das jangadas (Figura 5) é possível encontrar uma estrutura de madeira escrito “eu amo Canoa” no topo da falésia, que é entendido também como um indicativo de utilização do percurso para ter acesso à praia. Nas proximidades dessa trilha, em abril de 2022, houve um deslizamento de terra com uma grande extensão, porém, em campo realizado ainda esse ano (2023), percebeu-se o grande fluxo de turistas transitando por esta trilha.

Figura 5 - Deslizamento de terra próximo à Trilha das Jangadas e a trilha homônima.

Fonte: Autores (2022).

Já a trilha da barraca da Vera (Figura 6) é a mais degradada. Nela quase não identificamos mais feições correspondentes a falésias, sendo ela a trilha com maior largura e pouca declividade, configurando um percurso mais tranquilo a ser traçado, assim ela acaba sendo um também um acesso muito utilizado pelos usuários da praia.

Figura 5 – Trila da Barraca da Vera.

Fonte: Autores (2022).

É importante salientar que as sinalizações encontradas na praia correspondiam à presença de risco de deslizamento, porém eram poucas e pouco informativas. Sendo assim, faz-se necessário destacar a importância do planejamento adequado das trilhas, podendo até mesmo utilizá-las como recurso de educação ambiental, implantando ações de ecoturismo como trilhas interpretativas que incentivem a valorização dos serviços ecossistêmicos. De acordo com Costa (2006) trilhas interpretativas podem ser um importante instrumento de educação ambiental, interferindo diretamente na relação dos visitantes com os recursos

naturais. Além disso, é de extrema importância a sinalização adequada na área, tanto no que se refere a sinalização das trilhas oficiais, quanto ao risco que a falésia pode representar para o visitante, a depender do seu comportamento - muita proximidade com a base da falésia e/ou se posicionar perto no topo, perto da escarpa - de modo a diminuir as possibilidades de acidentes na área.

Considerações Finais

O turismo no litoral, ou de sol e mar, é o mais desenvolvido no Ceará, que possui praias já consolidadas como destinos turísticos, tanto nacional, como internacionalmente, contexto em que a Praia de Canoa Quebrada está inserida. Por possuírem paisagens naturais que atraem diversos visitantes, o uso e ocupação dessa praia se expandiu rapidamente desde sua “descoberta”, além de que, a zona costeira apresenta feições frágeis e muito dinâmicas, razão pela qual foi instituída uma unidade de conservação, de modo a preservar e manter os ecossistemas e a biodiversidade presentes e proporcionar o uso sustentável.

A praia de Canoa Quebrada apresenta uma extensa área de falésias ativas e inativas, que são pontos turísticos locais e possui diversas trilhas de acesso até a Praia, no entanto, não existe uma delimitação das trilhas oficiais que devem ser utilizadas pelos visitantes. Além de que, as falésias apresentam voçorocas que surgem por causa da erosão, especialmente devido a ação da chuva, o que pode ocasionar o desprendimento de blocos ou deslizamentos (SILVA, 2021).

Considerando que a APA de Canoa Quebrada foi implantada a nível municipal, sugere-se que a prefeitura invista em ações que fomentem um melhor planejamento das trilhas de acesso, determinando as trilhas oficiais e sinalizando mais precisamente os aspectos ambientais da área.

Referências

CÂMARA, Isaias Farias da; SILVA, Rhaiane Rodrigues da. Mapeamento e evolução da ocupação irregular em falésias do litoral leste cearense, Nordeste do Brasil. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 40, n. 4, p. 1033 – 1046, 2021.

COSTA, V. C. da. Propostas de manejo e planejamento ambiental de trilhas ecoturísticas: um estudo no maciço da Pedra Branca – Município do Rio de Janeiro (RJ). Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Rio de Janeiro. Instituto de Geociências, 2006.

DANTAS, Shirley Carvalho.Turismo, produção e apropriação do espaço e percepção ambiental: o caso de Canoa Quebrada, Aracati, Ceará. 2003. 191 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Ceará, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza-CE, 2003.

DIÓGENES, C. M. Estruturação e dinâmica da rede de serviços turísticos em Aracati/Canoa Quebrada-CE: 1970-2015. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e

Ciências Exatas do Campus de Rio Claro, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro: SP. 2016.

GOMES, L.; CAVALCANTI, S. Turismo em áreas litorâneas protegidas: o exemplo da Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia. Iº Seminário Espaços Costeiros. 2011.

IRVING, M. A.; LIMA, M. A. G.; NASRI, Y. X. G. Turismo e áreas protegidas : tendências globais e desafios para a integração de políticas públicas. Confins [En ligne], n. 54, 2022.

MARCOMIM, F. E.; SATO, M. Percepção, paisagem e educação ambiental: uma investigação na região litorânea de Laguna-SC, Brasil. Educação em Revista, v. 32 (2), 2016.

Praias em Ceará. Tripadvisor, 2023. Disponível em:<https://www.tripadvisor.com.br/Attractions-g303284-Activities-c61-t52-State_of_Ceara.html>. Acesso em: 24 de agosto de 2023.

SANTOS, A. A. dos. Percepção ambiental na Área de Proteção Ambiental de Canoa Quebrada/CE: uma abordagem voltada ao turismo. Fortaleza, CE, 2016. 64 p. Monografia (Graduação em Oceanografia) - Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

SANTOS, W. T. Aplicabilidade de geotecnologias livres e mapas offline como recurso para coleta de dados e apoio a logística canavieira da usina caeté s/a no município de São Miguel dos Campos – AL. 2020. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia.) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2020.

SILVA, R. R. Capacidade de suporte recreacional das falésias de Canoa Quebrada - Ceará. Monografia (Graduação em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, 2014.

SILVA, R. R. Evolução e vulnerabilidade das falésias na costa leste do Ceará - Nordeste do Brasil. Tese (doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, 2021.

VASCONCELOS, F. P.; CORIOLANO, L. N. M. T. Impactos Sócio-Ambientais no Litoral: Um Foco no Turismo e na Gestão Integrada da Zona Costeira no Estado do Ceará/Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management, v. 8, n. 2, pp. 259-275, 2008.

Caracterização Geoambiental do Município de Lagoa de Itaenga, Zona da Mata Norte do Estado de Pernambuco

Geoenvironmental Characterization of the Municipality of Lagoa de Itaenga, Zona da Mata North of the State of Pernambuco

Henrique Mendonça dos Santos
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
0009-0001-9042-4258
henrique.mendonca@ufpe.br

Leonardo Cristiano da Silva Freitas
Universidade Federal de Pernambuco(UFPE)
0000-0002-6385-7058
leonardogeografiaufpe@gmail.com

Lucas Costa de Souza Cavalcanti
Universidade Federal de Pernambuco(UFPE)
0000-0001-9096-138X
lucas.cavalcanti@ufpe.br

Resumo: O presente estudo geoambiental teve o objetivo de analisar as principais características físico-ambientais dos elementos constituintes da paisagem do município de Lagoa de Itaenga na zona da mata norte do estado de Pernambuco. A Partir da utilização de geotecnologias e ferramentas de sistema de informação geográfica, foi possível realizar mapeamento temático da principais unidades de paisagem do município, bem como definir algumas características como as principais classes geomorfológicas, hipsométricas e de declividade partindo da utilização de um Modelo Digital de Elevação (MDE), classes de solo, principais classificações vegetais, principais formas de uso e ocupação do solo, geologia, aspectos climáticos, pluviométricos e hidrográficos. Para facilitar a interpretação dos mapas temáticos foram feitos trabalhos de campo visando coletar dados básicos, principalmente, imagens sobre a sessão referida, bem como a confecção de gráficos a partir de dados disponibilizados por diversos bancos de dados.

Palavras-chave: Estudo Geoambiental; Características Físico-ambientais; Mapeamento temático; Unidades de paisagem.

Abstract: This geoenvironmental study aimed to analyze the main physical-environmental characteristics of the constituent elements of the landscape of the municipality of Lagoa de Itaenga in the northern forest zone of the state of Pernambuco. From the use of geotechnologies and geographic information system tools, it was possible to carry out thematic mapping of the main landscape units of the municipality, as well as to define some characteristics such as the main geomorphological, hypsometric and slope classes starting from the use of a Digital Model of Elevation (MDE), soil classes, main plant classifications, main forms of land use and occupation, geology, climatic, pluviometric and hydrographic aspects. To facilitate the interpretation of thematic maps, field work was carried out to collect basic data, mainly images of the referred session, as well as the creation of graphs from data made available by various databases.

Keywords: Geoenvironmental Study; Physical-environmental characteristics; Thematic mapping; Landscape units.

Introdução

No município de Lagoa do Itaenga, os estudos que visam analisar a dinâmica dos elementos físicos e ambientais da paisagem e suas relações com a sociedade são necessários, pois a região é fortemente antropizada com atividades canavieiras que se

instalaram na região desde o período colonial e que sempre moldaram a dinâmica de uso e ocupação da zona da mata pernambucana. Além disso, a região conta com poucos estudos que versam sobre estudos geoambiental da paisagem.

Na última década, estudos de natureza geoambiental tem sido desenvolvido por pesquisadores de diversas partes do Brasil, com o intuito de caracterizar e diagnosticar os elementos físicos e ambientais constituintes da paisagem e sua dinâmica geossistêmica. Os estudos geoambientais são fundamentais e amplamente utilizados na elaboração de planos de manejos para unidades de conservação, diagnósticos ambientais para gestão de bacias hidrográficas e nos zoneamentos e ordenamento territorial de estados e municípios (SILVA, 2005; SOARES, 2007; MENEZES et al., 2011). Além de serem importantes nos estudos de licenciamento ambientais e mapeamentos de vulnerabilidade socioambiental.

Os estudos geoambientais podem ser definidos como análise integradas dos elementos físicos e ambientais constituintes da paisagem (RODRIGUEZ e SILVA, 2002; PEREIRA et al., 2021) e análises geossitêmicas da paisagem (CAVALCANTI, 2018). Assim, trata-se da análise e interpretação integrada entre os elementos da paisagem destacando-se as relações dos aspectos climáticos, geológicos, do relevo, dos solos e da vegetação, além das ligações do relevo com a drenagem e a dinâmica de uso e ocupação da terra.

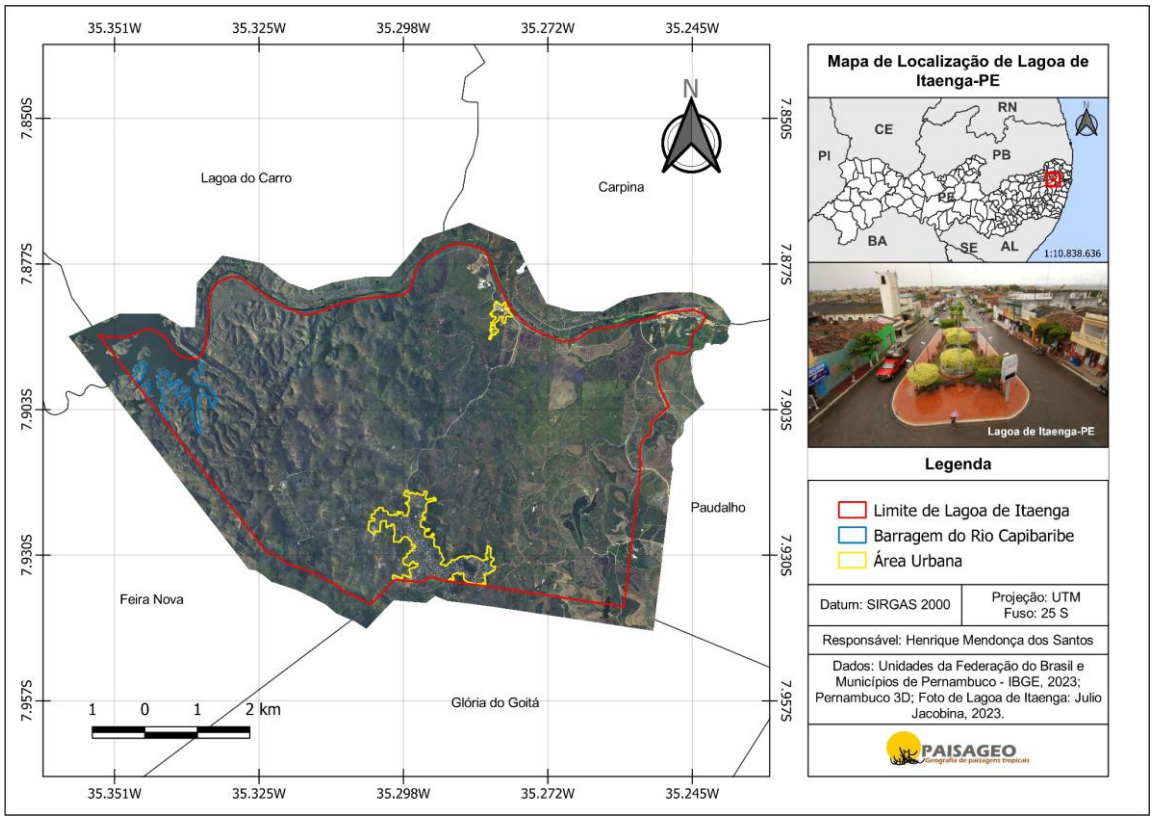
Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo a caracterização geoambiental do município de Lagoa de Itaenga (PE). Especificamente, pretende-se identificar e analisar conjuntamente os principais elementos físico-ambientais constituintes da paisagem entre eles: clima, geologia, geomorfologia, pedologia, hidrografia e vegetação, além do uso e cobertura da terra e sua dinâmica temporal nos últimos 30 anos. visando fornecer uma um base de dados e informações geoambientais para o município.

Materiais e métodos

Área de estudo

Todo o estudo foi realizado nos domínios do município de Lagoa de Itaenga, localizado na mesorregião zona da mata pernambucana e microrregião da mata setentrional do estado de Pernambuco. O município possui uma área de extensão total de 61, 7 Km² ocupando cerca de 0,06% do território pernambucano, ficando em uma altitude aproximada de 183 metros, situando-se a 87,4 Km da capital do estado, Recife, onde as principais vias de trajeto entre a capital e o município são a PE-053, BR-408 e PE-005 (SILVA, 2018). Assim sendo, Lagoa de Itaenga é delimitada pelos municípios de Lagoa do Carro e Carpina ao norte, Glória do Goitá ao sul, Paudalho ao leste e Feira Nova e Limoeiro ao oeste como representado no mapa de localização (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização de Lagoa de Itaenga.



Fonte: autoral, 2023.

Lagoa de Itaenga é um município relativamente pequeno e que abriga uma população de 21.490 pessoas e possui uma densidade demográfica de aproximadamente 361 hab/Km² segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE. O IBGE também afirma que o município apresenta uma área urbanizada de 2,84 Km² com 14,5% dos domicílios recebendo sistema de esgoto sanitário adequado. A cidade possui cerca de 62% de suas vias públicas sendo arborizadas e apenas 2,1% delas sendo urbanizadas. O município está indicado como uma hierarquia urbana de centro local, apresentando a capital do estado, Recife, como região intermediária, e o município de Carpina como região imediata.

Procedimentos metodológicos

A metodologia abordada neste estudo, fundamenta-se na coleta básica de dados em campo, assim como na elaboração de mapas temáticos utilizando os recursos disponibilizados pelos bancos de dados geográficos. Com o mapeamento temático das unidades de paisagem realizados no município de Lagoa de Itaenga, objetivou-se a geração de informações sobre o território Itaenguense.

Todas as análises e processamento de dados referente ao estudo foram realizados no Sistema de Informação Geográfica (SIG) livre QGIS versão 3,22 LTR. A primeira etapa do

processo consistiu na pesquisa por materiais ou estudos acadêmicos anteriores referentes à questão ambiental do município, dessa maneira, foi possível obter uma noção inicial sobre algumas das características já estudadas sobre a cidade.

A segunda etapa, baseou-se na procura de dados para a elaboração dos mapas temáticos. Inicialmente, foi feito o download da Malha Municipal Digital (MMD) da divisão político-administrativa brasileira referente ao ano de 2022 na escala de 1: 250.000, incluindo os dados das unidades federativas do Brasil e municípios do estado de Pernambuco (IBGE, 2021), dados de geomorfologia, pedologia, vegetação e hidrografia, todos na escala de 1:

250.000 seguindo os critérios técnicos estabelecidos pelo IBGE, DGC e CETE. Bem como a obtenção de dados geológicos (CPRM) e de uso e ocupação da terra do MapBiomas.

Após a obtenção dos dados mencionados, foi feito o recorte para o limite do município. Dessa forma, todas as camadas foram reprojetadas no sistema de coordenadas geográficas SIRGAS 2000, utilizando a Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) no fuso 25 S.

A terceira e última etapa foi o diagnóstico em campo, onde foi possível visualizar alguns aspectos da paisagem como relevo e corpos hídrico do município, além de obter informações sobre o uso e ocupação da terra, observando características como vegetação, áreas de agricultura, pecuária e infraestrutura urbana etc.

Resultados e discussões

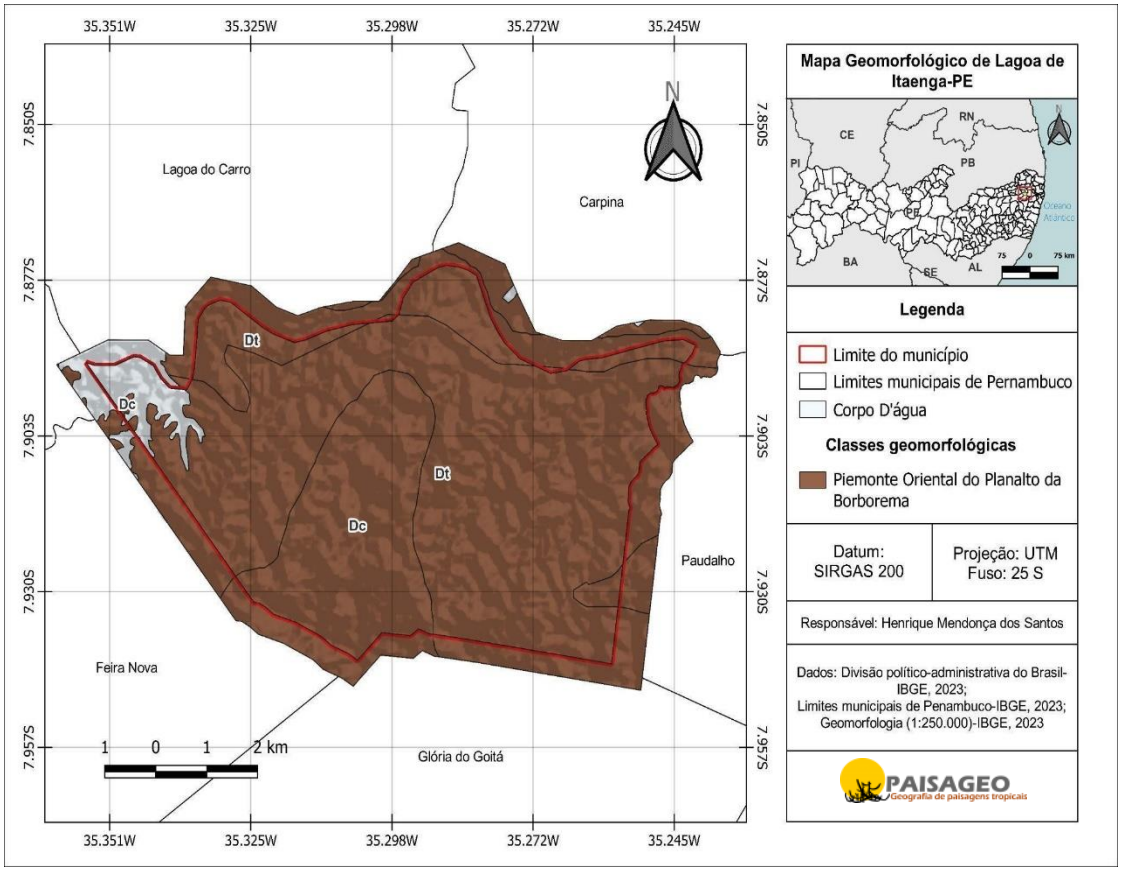
Geomorfologia

A estrutura geomorfológica do município de Lagoa de Itaenga se enquadra no complexo Borborema, especificamente na encosta oriental do Planalto da Borborema, se encaixando no domínio morfoclimático de “Mares de Morros” (AB’SÁBER, 1966). Dessa maneira, a classe geomorfológica “Piemonte Oriental do Planalto da Borborema”, faz-se predominante sobre todo o município como demonstrado no mapa geomorfológico (Figura 3). Essa subdivisão geográfica do Planalto da Borborema apresenta características significantes para o município, tais como um relevo acidentado, vegetação adaptada e recursos hídricos não permanentes (Figura 2).

Figura 2 – Relevo ondulado de Lagoa de Itaenga.

Fonte: Google Earth Pro, 2023.

Figura 3 – Mapa Geomorfológico de Lagoa de Itaenga.

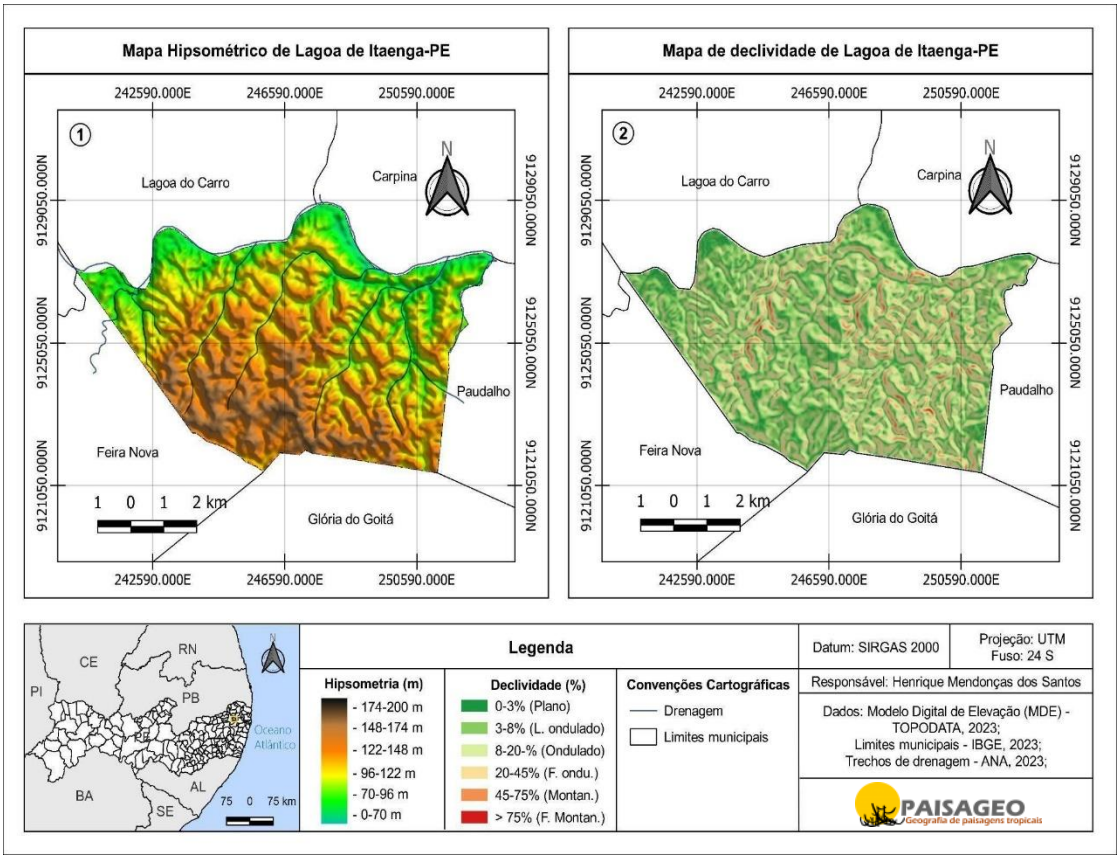


Fonte: autoral, 2023.

Os “Mares de Morros” são formas de relevo que são representadas por morros arredondados ou mamelonares. Esse domínio se estende por quase toda a faixa do litoral

brasileiro, indo, aproximadamente, do estado do Rio Grande do Norte até o Sul do país. Na região em questão, o município de Lagoa de Itaenga, nota-se a presença de Pediplano Dissecado, por exemplo. A área está configurada no geossistema do cristalino setentrional que apresenta sua desenvoltura em uma grande superfície aplainada com várzeas fluviais relativamente estreitas (JATOBÁ et al, 2014). Essas superfícies aplainadas fazem parte dos retalhos de um grande pediplano-pleistocênico, também conhecidas como “chãs” (JATOBÁ, 2008). De acordo com dados do portal Topographic-Map, a topografia de Lagoa de Itaenga tem uma variação entre 77 m (altitude mínima) e 196 m (altitude máxima) de altura, com uma altitude média de de 132 m, como representado no mapa hipsométrico (Figura 4 (1)).

Figura 4 – Mapas hipsométrico e de declividade de Lagoa de Itaenga.



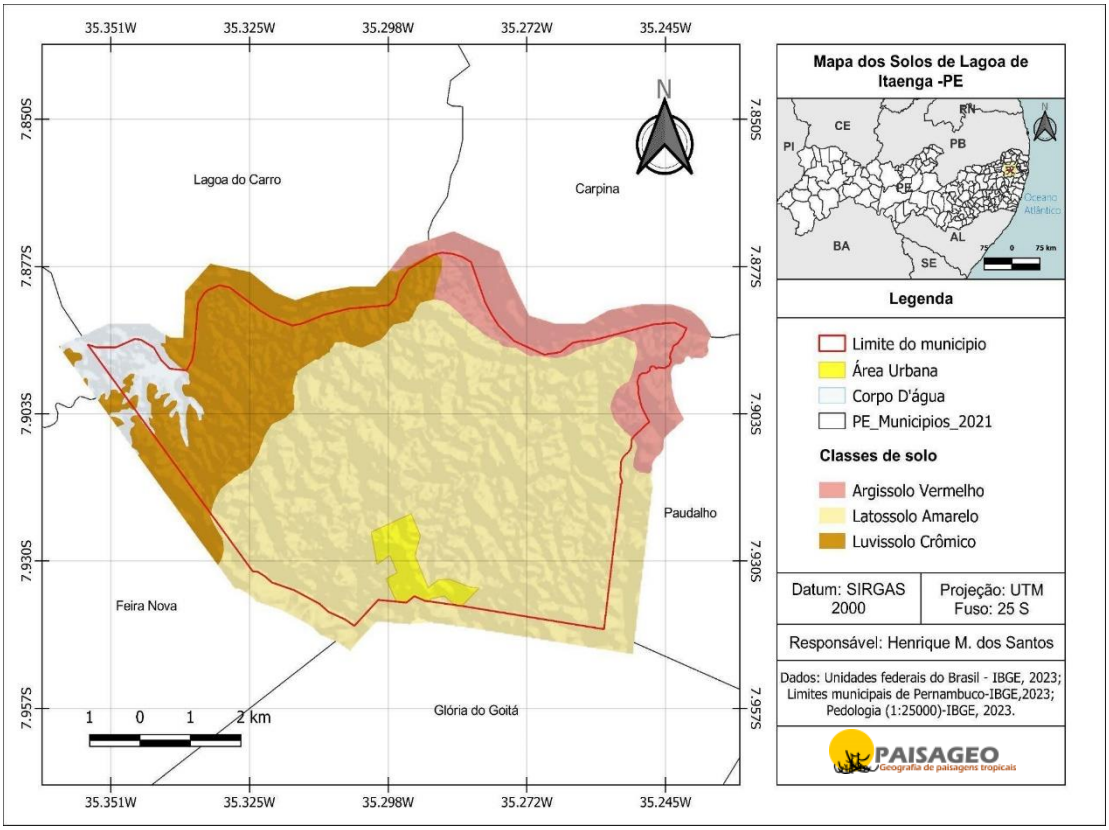
Fonte: autoral, 2023.

O mapa de declividade (Figura 4(2)) mostra que as áreas de relevo plano (0-3% de declividade) se encontram no topo dos morros com os arredores levemente ou fortemente ondulados (3-20% de declividade) com áreas esporádicas apresentando maiores declividades.

Solos

A mesorregião da mata pernambucana possui diversidade em seus tipos de solos, dentre eles se encontram argissolos, gleissolos, latossolos, luvissolos, neossolos etc. No município em estudo, as classes de solo predominantes são de latossolo amarelo que ocupa a maior parte do município representando cerca de 70,19% de seu território, em seguida luvissolo crômico que ocupa aproximadamente 18,13% do território municipal e, por fim, o argissolo vermelho que retém cerca de 5, 61% do município como representado no mapa dos solos de Lagoa de Itaenga (Figura 5). O espaço restante, refere-se a Barragem do Rio Capibaribe (corpo d'água) e a área urbana Itaenguense (BDIA,2022).

Figura 5 – Mapa dos Solos de Lagoa de Itaenga.



Fonte: autoral, 2023.

Os argissolos vermelhos, estão presentes em uma pequena porção da parte norte e nordeste do município, e possuem sua cor avermelhada em decorrência da presença de óxido de ferro em seu material de origem, apresentando fertilidade natural e variável por conta da diversidade de materiais formadores (EMBRAPA, 2021). Esse tipo de solo geralmente está relacionado a relevos ondulados como os observados na parte nordeste do município nas terras da Usina Petribu às margens da PE-053 em Lagoa de Itaenga.

Os latossolos amarelos que são responsáveis por encobrir a maior parte do município, são provenientes de materiais argilosos ou argilo-arenosos sedimentares pertencentes ao grupo barreira. Esses solos apresentam condições satisfatórias para retenção de umidade e boa permeabilidade, dessa forma, sendo fortemente utilizado no plantio da cana-de-açúcar, uma das principais bases econômicas do município, e para pastagem (Figura 6). Pode ocorrer em relevos planos ou suavemente ondulados, que facilitam a mecanização agrícola, não sendo favorável para a erosão, porém, a compactação pode vir a limitar a utilização desse tipo de solo (Figura 7). O trajeto que as raízes percorrem nesse solo é limitado não só por ser álico ou distrófico, mas também por conta da firmeza de seus agregados, principalmente por ser extremamente duro em seu estado seco (EMBRAPA, 2021).

Figura 6 e 7 – Plantação de Cana-de-Açúcar Mecanização Agrícola.

Fonte: Autoral, 2023.

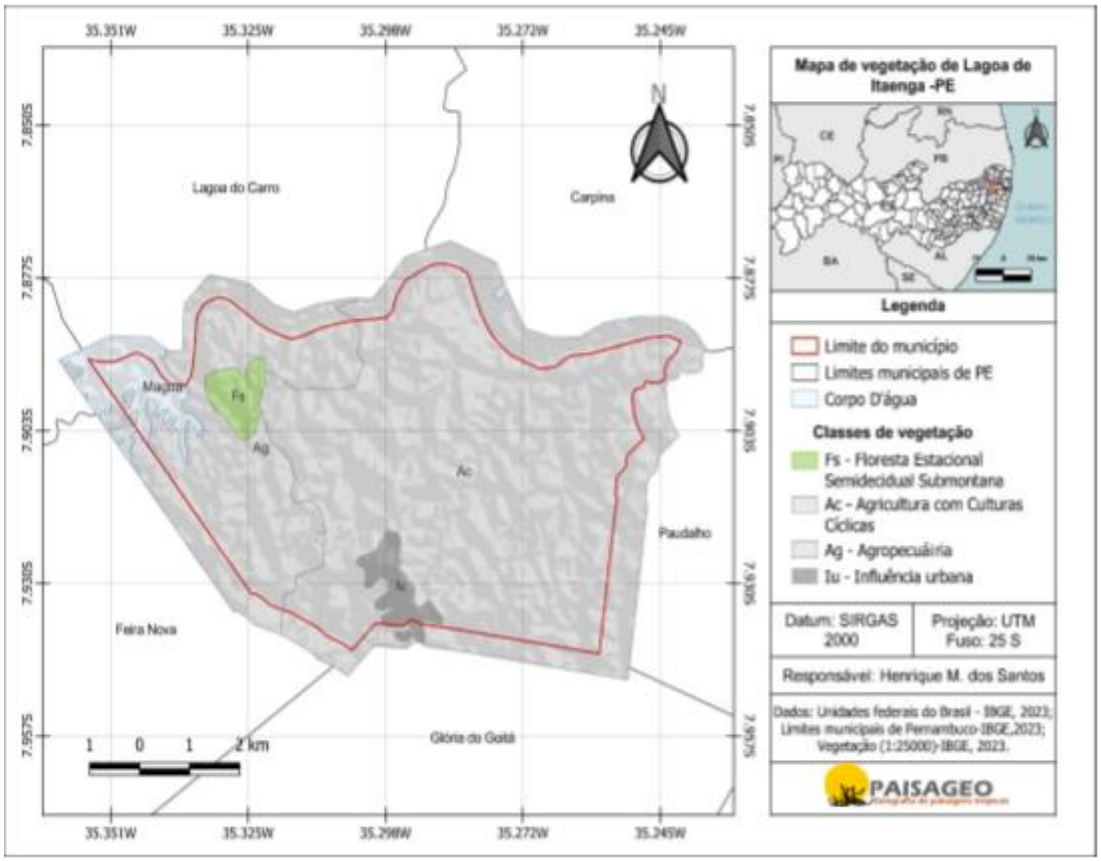
Os luvissolos crômicos que ocupam uma boa parte do território do município de Lagoa de Itaenga, são representados por cores mais fortes, podendo variar entre vermelho e amarelo, apresenta características eutróficas que por sua vez, facilitam o enraizamento profundo das plantas, também podendo haver a presença de minerais primários que podem se intemperizar de maneira mais fácil. Esse tipo de solo geralmente está relacionado a regiões com restrições hídricas sendo distribuída na zona semi-árida, pode-se encontrá-losem áreas de relevo suavemente ondulado, se enquadrando no perfil de solos rasos que geralmente não ultrapassam 1 m em sua profundidade, e apresenta uma mudança de textura abrupta. Há limitações na utilização desse tipo de solo em decorrência da presença de pedregosidade em seu primeiro horizonte, o que vem a dificultar a mecanização agrícola de áreas em que predominam esse tipo de solo. Além disso, esses solos são extremamente suscetíveis à

erosão, havendo também uma grande preocupação em relação à água que se encontra presente no solo (EMBRAPA, 2021).

Vegetação

Quanto à vegetação do município, a classe predominante seria a de floresta estacional semidecidual apresentando espécies subcaducifólias e caducifólias (BELTRÃO et al, 2005). Porém, em decorrência da intensidade da atividade agrícola, predomina-se uma área antrópica constituída por duas partes: Agricultura com culturas cíclicas e Agropecuária. Além disso, o município está localizado na região do bioma mata atlântica, bioma este, que se encontra em situação alarmante de ameaça, sendo o mais devastado do Brasil segundo a Embrapa.

Figura 8 – Mapa de Vegetação de Lagoa de Itaenga.



Fonte: autoral, 2023.

Como simbolizado no mapa (Figura 8), pôde-se perceber que há uma pequena porção da floresta estacional semidecidual submontana (Figura 9) a noroeste do município de Lagoa de Itaenga. A floresta em questão é formada por ambientes com menos umidade que os ambientes responsáveis pela formação da floresta ombrófila densa. De forma geral

ocupam ambientes de transição entre zonas úmidas costeiras e regiões de ambientes semiáridos, como é o caso do município de Lagoa de Itaenga. Esse tipo de vegetação também atende pelo nome de “mata seca” e foi quase que completamente substituído pelo cultivo da cana-de-açúcar e diversas outras culturas como mandioca, milho, feijão, cará etc (EMBRAPA, 2021).

Esta formação vegetal apresenta um porte que pode vir a atingir cerca de 20 m de altura, e pode apresentar uma razoável perda de folhas durante seu período seco. Já durante seu período chuvoso sua fisionomia pode ser confundida com a da floresta ombrófila densa, todavia, pode-se notar a divergência entre os dois tipos de floresta durante o período seco (EMBRAPA, 2021).

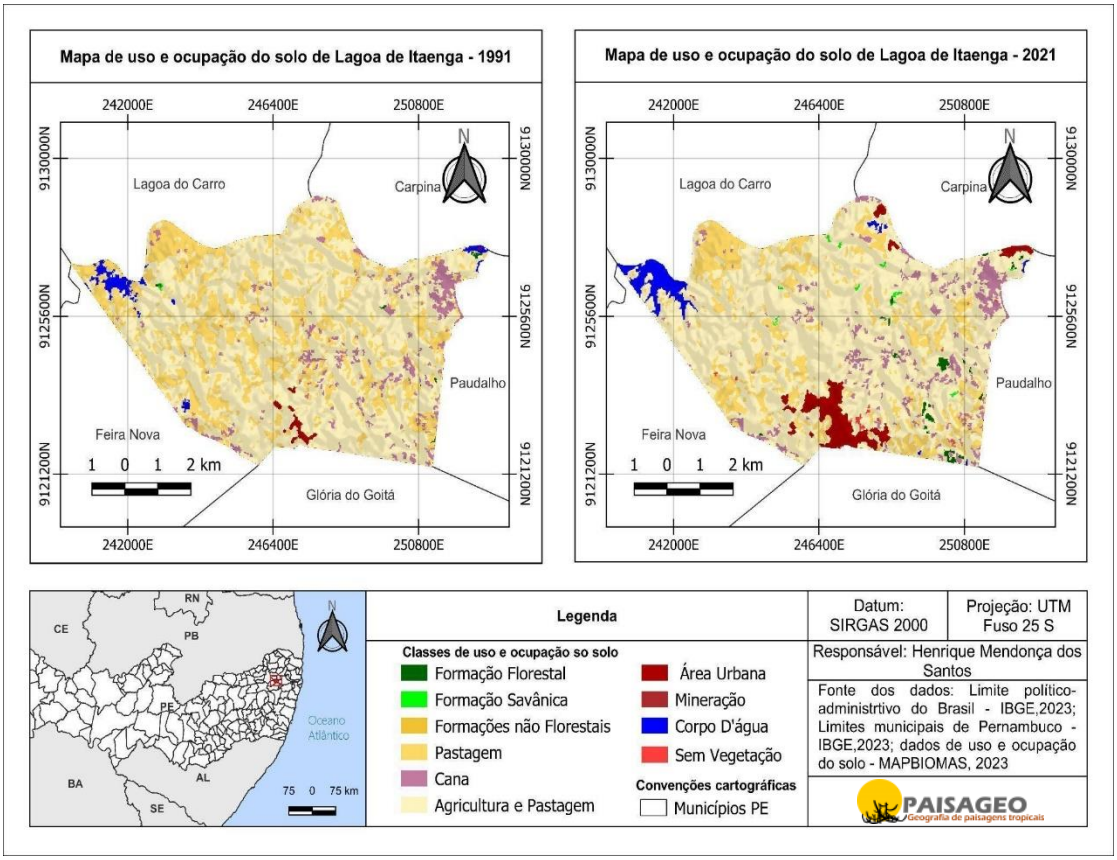
Figura 9 – Floresta Estacional Semidecidual do município.

Fonte: autoral, 2023.

Uso e ocupação da terra

A partir da observação da paisagem e com o auxílio das geotecnologias, pode-se estabelecer alguns parâmetros na mudança do uso e da ocupação da terra de uma região. No município de Lagoa de Itaenga, por meio da análise de imagens de satélite de cobertura do solo disponibilizadas pela plataforma MapBiomas, tornou-se possível identificar as principais classes de uso do solo. Foi estabelecida uma comparação no uso do solo em um período de 30 anos contando com os últimos dados disponibilizados pela plataforma referentes ao ano de 2021. A análise é feita com base no uso e ocupação solo de Lagoa de Itaenga em 1991 e 2021, visando identificar as principais mudanças ocorridas na localidade dentre esse período. As proposições citadas podem ser analisadas nos mapas de uso e ocupação do solo de Lagoa de Itaenga (Figura 10).

Figura 10 – Mapa de Uso e Ocupação da Terra de Lagoa de Itaenga.



Fonte: autoral, 2023.

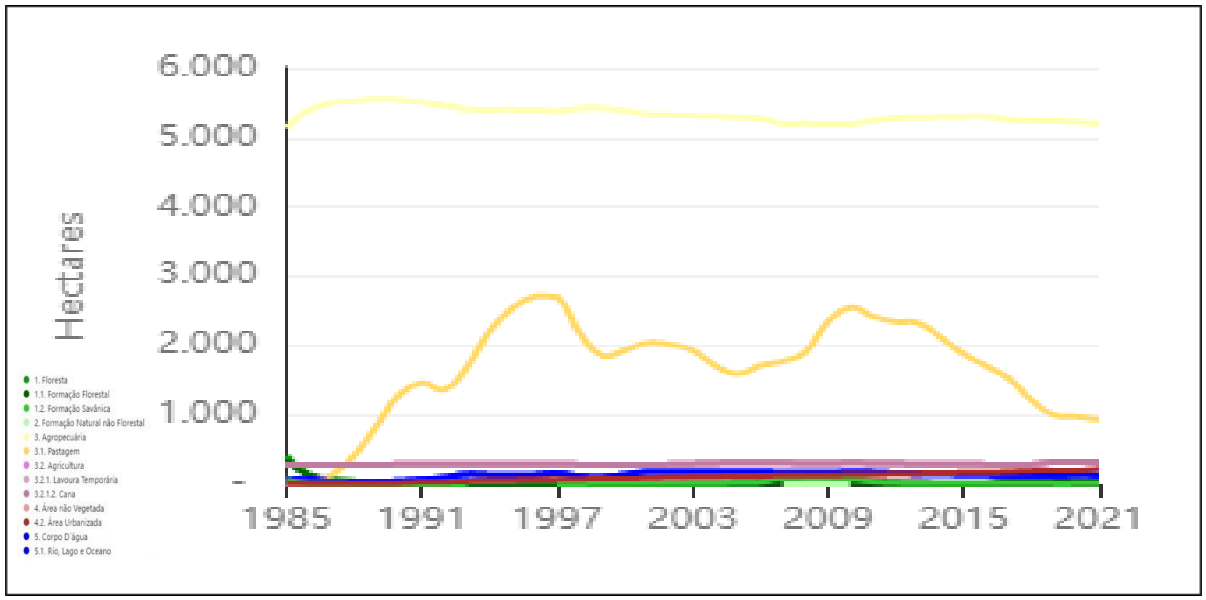
Analisando o mapa, pode-se afirmar que as principais mudanças ocorridas na paisagem do município de Lagoa de Itaenga foram na área urbana, na Barragem do Rio Capibaribe, formações não florestais e agricultura junto a pastagem. Algumas outras mudanças mais sucintas também são notadas, como a aparição de pequenas formações savânicas, formações florestais e outras áreas sem vegetação, bem como a ausência de pontos de água que estavam distribuídos pelo município no ano de 1991.

A área urbana do município cresceu bastante desde 1991 onde ocupava cerca de 1,60 % do município e passou a ocupar aproximadamente 13,37 % no ano de 2021 (MapBiomas, 2021). Nota-se também a presença de ocorrência urbana em outras extremidades do município compondo o distrito da Camboa que se enquadra ao norte , as instalações da Usina Petribu a nordeste e algumas manchas na zona rural do município, provando a existência do fenômeno de migração da área urbana para a área rural, principalmente das pessoas mais velhas em busca de calmaria.

Os corpos hídricos também sofreram bastante alteração durante esses 30 anos, principalmente a Barragem do Rio Capibaribe que sofreu um aumento em sua extensão. O conjunto de corpos hídricos presentes no município no ano de 1991 era de 3,79 % e passou

a ser de 7,89 % em 2021 (MapBiomas, 2021), apesar disso, muitos pontos de água sumiram do município devido a utilização da agricultura e agropecuária juntamente às mudanças climáticas. Surpreendentemente, as áreas utilizadas para o cultivo da cana-de-açúcar permaneceram praticamente as mesmas, tendo pouco avanço no decorrer dos anos.

Figura 11 – Gráfico de Classes de Uso e Ocupação da Terra.



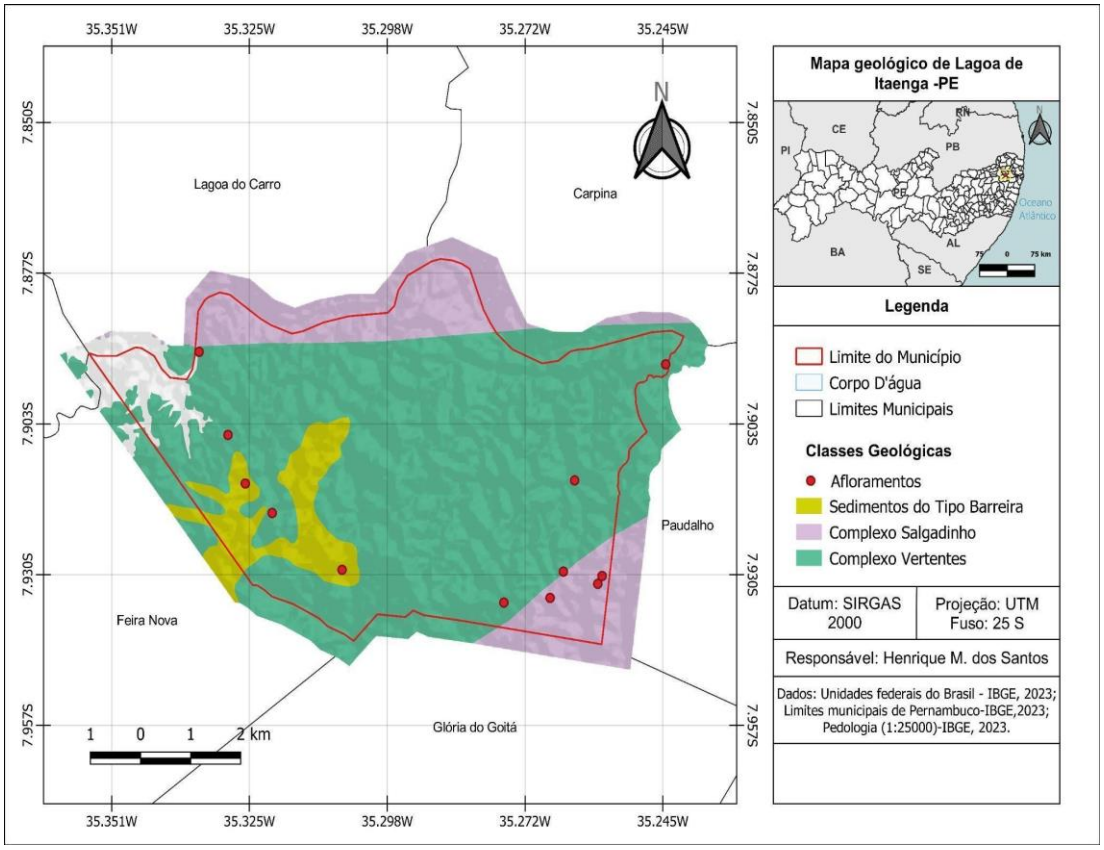
Fonte: MapBiomas, 2023.

A partir da análise sobre o gráfico acima (Figura 11), percebe-se, que a agropecuária e a pastagem se sobressaem sobre as outras classes ocupando cerca de 94,12 % do município no ano de 1991 e cerca de 75,71 % no ano de 2021, referindo-se aos dados de agropecuária junto a pastagem (MapBiomas, 2021).

Geologia

Lagoa de Itaenga se encontra dentro da província Borborema, se enquadrando também, na subprovíncia da zona transversal (IBGE, 2022). Os litotipos que constituem a região do município são os complexos Salgadinho e Vertentes, bem como os sedimentos do grupo Barreiras como representado no mapa geológico (Figura 12).

Figura 12 – Mapa Geológico de Lagoa de Itaenga.



Fonte: autoral, 2023.

O Complexo Salgadinho é formado por hornblenda-biotita, ortognaisses migmatíticos com composição sienogranítica e também grandiorítica, possuindo alguns termos tonalíticos com textura equigranular, granulação indo de média a grossa e cor variando entre cinza esbranquiçado e róseo (BRASILINO; MIRANDA, 2011). Seu domínio geológico apresenta no domínio dos complexos gnaissemigmatícos granulitos (CPRM, 2023).

O Complexo Vertentes, se enquadra na mesma província e subprovíncia que o Complexo Salgadinho possuindo metapelitos, intercalando entre rochas metabásicas e/ou rochas metaultramáficas como predomínio litológico. Seu domínio geológico corresponde ao domínio das sequências vulcanosedimentáres proterozóicas dobradas metamorfizadas de baixo a alto grau, havendo a presença de ortognaisses e anfibolitos (CPRM, 2023).

Os sedimentos do tipo barreira datam da idade miocênica à idade pleistocênica inferior (NUNES; SILVA; BOAS, 2011). Essa classe, pode apresentar pelitos, arenitos e conglomerados, fazendo parte do domínio geológico dos sedimentos cenozóicos que vão de pouco a moderadamente consolidados e associados a tabuleiros (CPRM,2023)

Além disso, no mapa geológico, pôde-se notar a presença de afloramentos espalhados pela extensão do município de Lagoa de Itaenga, totalizando doze unidades de

afloramentos rochosos que apresentam biotita-xisto, rochas tonalíticas gnaissificadas com presença de quartzo, cristais de quartzo, migmatitos, rochas mesocráticas etc.

Clima e precipitação

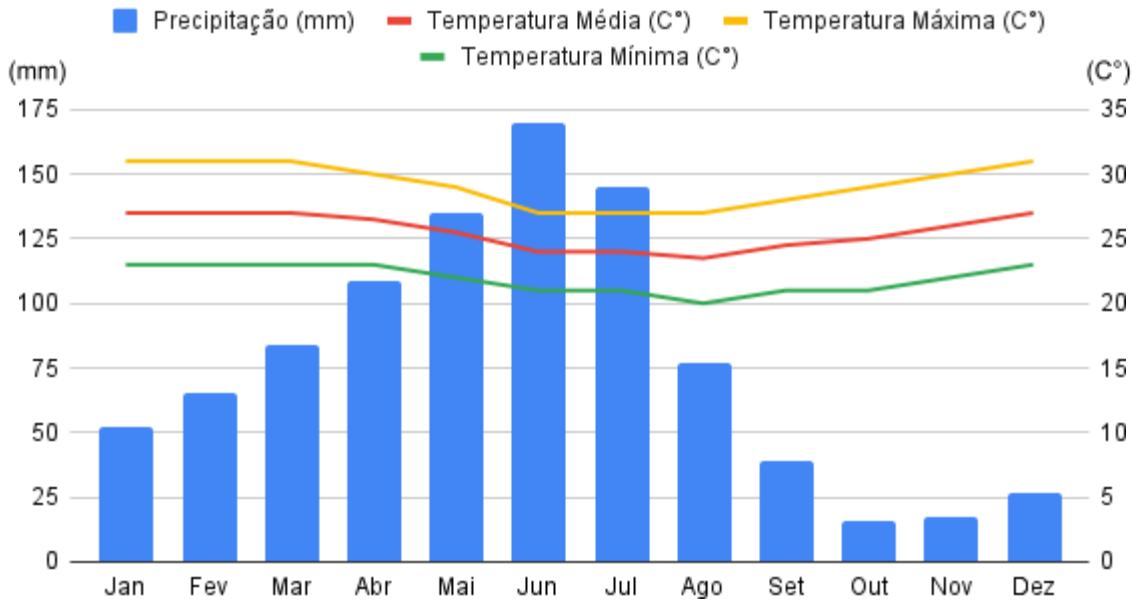
O clima predominante no município é o tropical chuvoso ou também conhecido como tropical úmido, apresentando verões secos invernos chuvosos (BELTRÃO et al, 2005). O clima tropical chuvoso é caracterizado por altas temperaturas e grande quantidade de umidade no decorrer do ano, apresentando uma estação chuvosa bem definida e com uma temperatura média anual de 25° C.

Em relação a Lagoa de Itaenga especificamente, as temperaturas variam entre 21°C e 33° C. As temperaturas máximas podem cair de 33° C para 30° C, dificilmente ficando abaixo de 27° C e as temperaturas mínimas ficam por volta de 23° C, dificilmente ficando abaixo de 21° C ou chegando a ultrapassar os 26° C (Weather Spark, 2023). Durante o período seco, que vai do final de outubro até o início de abril, o mês mais quente é o mês de fevereiro, apresentando temperaturas máximas de 33° C e mínimas de 24°C. Já durante o período chuvoso, que vai do começo de junho até o final de agosto, o mais frio é o mês de julho, apresentando temperaturas máximas de 28° C e mínimas de 21° C (Weather Spark, 2023).

Por apresentar proximidade com o oceano, a região em que se enquadra o município de Lagoa de Itaenga, zona da mata pernambucana, há um grande índice de precipitação, principalmente no período de junho até agosto. O grande acúmulo de umidade é um fator que auxilia na quantidade de chuvas. A maior quantidade de chuva se acumula entre os meses de junho e julho chovendo cerca de 168 mm e a menor quantidade é registrada no mês de novembro com uma quantidade média de 9 mm. Esses parâmetros mudam quando se faz uma análise da quantidade média de chuva anual, ainda mais quando o município tem sofrido com as mudanças climáticas e uma diminuição nos índices pluviométricos. A região possui um índice pluviométrico médio de 1000 mm ao ano, um sistema que tem variado bastante nos últimos anos.

As chuvas, começam de forma moderada desde o mês de janeiro e se intensificam até chegarem em seu ponto mais alto no mês de junho, após esse período, perdem sua intensidade. A média anual é de 936 mm, muito menor se comparado a outros períodos em que a média passou dos 1000 mm anuais (APAC, 2023). A partir da análise do climograma do município (Figura 13), pode-se analisar a correlação entre esses fatores climáticos.

Figura 13 – Climograma de Lagoa de Itaenga.



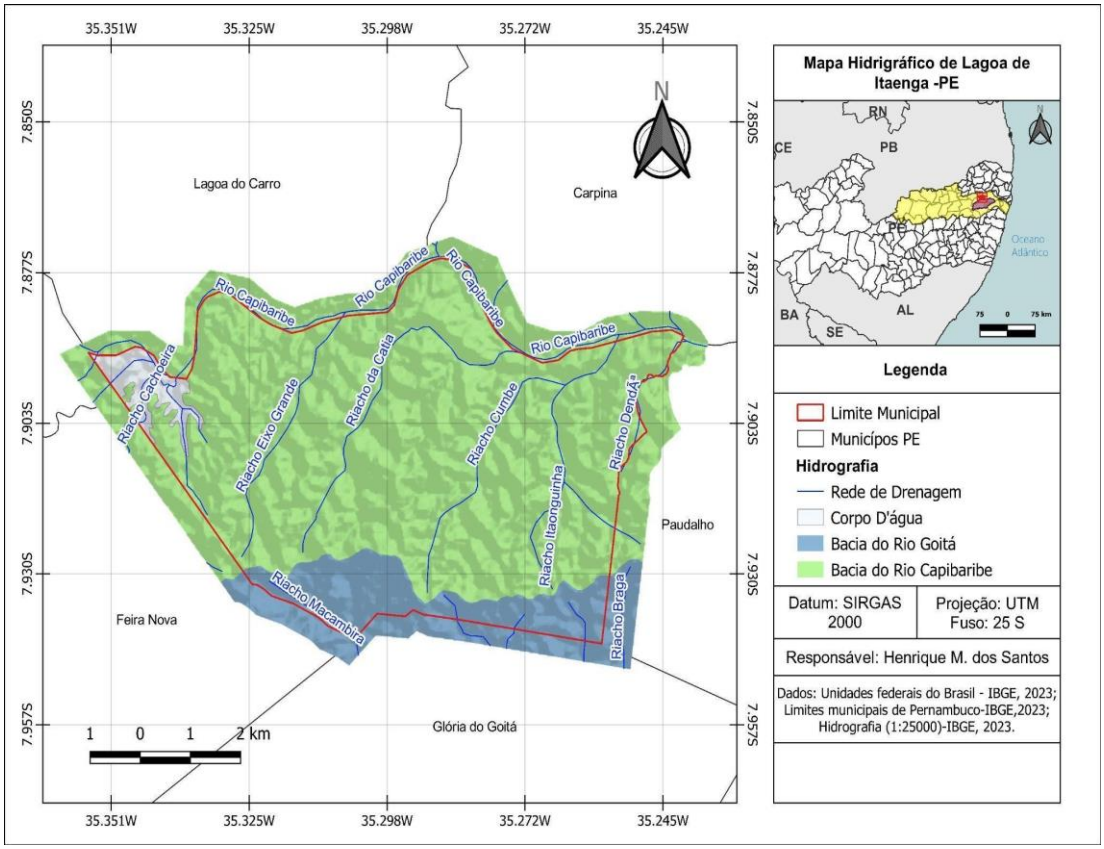
Fonte: autoral, 2023.

Hidrografia

A região itaenguense encontra-se completamente abrangida pela bacia hidrográfica do Rio Capibaribe e tem uma porção da parte sul do município inserida na bacia do Rio Goitá. O Rio Capibaribe é um corpo hídrico de regime perene que corta o município de Lagoa de Itaenga em toda sua parte norte, assim sendo, é responsável por alimentar a maioria dos pequenos riachos que correm no município. Além disso, o Rio Capibaribe é responsável por alimentar a barragem que leva o nome do rio, que por sua vez abrange os municípios de Lagoa de Itaenga, Lagoa do Carro, Limoeiro e Feira Nova.

A distribuição hídrica da drenagem do município vem quase que totalmente da parte norte do município por ser onde se encontra o Rio Capibaribe. Dentre os principais componentes da drenagem relacionados com o Rio Capibaribe de Lagoa de Itaenga estão o Riacho Cachoeira, o Riacho Eixo Grande, o Riacho Catia, o Riacho Cumbe, o Riacho Itaenguinha e o Riacho Dendê, porém os Riachos Macambira e Braga estão ligados ao Rio Goitá. Todos esses principais cursos d'água presentes no município estão em funcionamento durante todo o ano, ou seja, possui um regime de escoamento perene e um padrão dendrítico em sua drenagem (BELTRÃO et al, 2005). Essas proposições podem ser analisadas no mapa de hidrografia do município (Figura 14).

Figura 14 – Mapa Hidrográfico de Lagoa de Itaenga.



Fonte: autoral, 2023.

Considerações Finais

Os estudos geoambientais são essenciais para o planejamento territorial e o desenvolvimento sustentável do território, contribuindo para a tomada de decisões mais ecológicas, que visem o uso sustentável dos recursos naturais e a conservação da natureza. Com o estudo percebe-se que o município de Lagoa do Itaenga dispões de uma variedade de padrões de paisagens influenciados diretamente pelas características do meio físico e ambiental, destacando-se a influência do clima na geomorfologia, nos solos e nos corpos hídricos, além da atuação destes nas formas de uso e ocupação da terra na região.

Além disso, o município é extremamente antropizado por atividades ligadas a pecuária extensiva de bovino, pelo cultivo da cana-de-açúcar que se fixou na região desde o período colonial e os mosaicos de agricultura de ciclo curto (lavouras temporárias) ligados a pequenos agricultores familiares, e dispõe de pouca cobertura de floresta nativa.

Referências

ARAÚJO, J. C. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Floresta Estacional Semidecidual. Dezembro, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-

p ernambucana/caracteristicas-do-territorio/recursos-naturais/vegetacao/floresta-estacional-se midecidual. Acesso em: 05 de maio de 2023.

BELTRÃO, B. A., MASCARENHAS, J. C., MIRANDA, J. L. F. Setembro, 2005. PROJETO CADASTRO DE FONTES DE ABASTECIMENTO POR ÁGUA SUBTERR NEA ESTADO DE PERNAMBUCO: DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE LAGOA DE ITAENGA. Acesso em: 04 de maio de 2023

BRASILIANO, R. G., MIRANDA, A. W. A. Outubro, 2011. CARACTERIZAÇÃO LITOGEOQUÍMICA DO COMPLEXO SALGADINHO NA FOLHA SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE (SB-24-ZD-VI), PROVÍNCIA BORBOREMA, NORDESTE DO BRASIL. Acesso em: 7 de maio de 2023.

FILHO, B., POLIVANOV, H., GUERRA, A. J. T. et al. Abril, 2010. Estudo Geoambiental do Município de Bom Jardim – RJ, com Suporte de Geotecnologias: Subsídios ao Planejamento de Paisagens Rurais Montanhosas. Acesso em: 12 de abril de 2023.

FREITAS, Eduardo de. "Clima brasileiro"; Brasil Escola. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/brasil/clima-brasileiro.htm. Acesso em: 13 de maio de 2023.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades e Estados: Lagoa de Itaenga. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pe/lagoa-de-itaenga.html. Acesso em: 15 de abril de 2023.

JATOBÁ, L., SILVA, A. F., GOMES, A. L. L. Dezembro, 2014. A ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR DO TEMA O DOMÍNIO MORFOCLIMÁTICO DOS "MARES DE MORROS" EM PERNAMBUCO. Acesso em: 16 de abril de 2023.

MENEZES, D. J.; TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. S.; SCCOTI, A. A. V. (2011)

Zoneamento Geoambiental do município de São Pedro do Sul –RS. Geografias.Belo Horizonte 07(2) 68-80 julho-dezembro.

SANTOS, H. G., ZARONI, M. J., ALMEIDA, E. P. C. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Argissolos Vermelhos. Dezembro, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/argissolos/argissolos-vermelhos. Acesso em: 29 de abril de 2023.

SANTOS, H. G., ZARONI, M. J., ALMEIDA, E. P. C. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Latossolos Amarelos. Dezembro, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/latossolos/latossolos-amarelos. Acesso em: 29 de abril de 2023.

SANTOS, H. G., ZARONI, M. J., ALMEIDA, E. P. C. Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Luvissolo Crômico. Dezembro, 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/luvissolos/luvissolos-cromicos. Acesso em: 30 de abril de 2023.

SILVA, S. F. Zoneamento Geoambiental com auxílio de lógica fuzzy e proposta de um geoindicador para caracterização do meio físico da bacia do rio do Peixe.SãoCarlos/SP, 2005. (Tese de Doutorado)

SILVA, T. E. S., SILVA J. N., FREITAS, M. J. et al. Julho, 2018. Estratégias sociais e ecológicas dos agricultores familiares frente às mudanças climáticas em Lagoa do Itaenga – PE: Agroecologia e resiliência socioecológica às mudanças climáticas e outros estresses. Acesso em: 12 de abril de 2023.

SOARES, F. M. (2007). Diagnóstico geoambiental da bacia do Litoral no Ceará. Mercator– Revista de Geografia da UFC, ano 06, número 11.

TOPOGRAPHIC-MAP. Mapa Topográfico de Lagoa de Itaenga, Altitude, Relevo. Disponível em:https://pt-br.topographic-map.com/map-c3kbcz/Lagoa-de-Itaenga/?center=-7.73277%2C-35.0 9342&zoom=10. Acesso em: 20 de abril de 2023

WEATHER SPARK. Clima e condições meteorológicas médias em Lagoa do Itaenga no ano todo. Disponível em: https://pt.weatherspark.com/y/31372/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Lagoa-do-Itaenga-Bra sil-durante-o-ano. Acesso: 13 de maio de 2023.

Análise das Cheias e Secas Hidrológicas Anuais na Bacia Hidrográfica do Rio Jequiriçá- Bahia

Analysis of Annual Hydrological Flood and Drought in the Jequiriçá River Hydrographic Basin - Bahia

João Marcelo dos Santos Bastos
UEFS - Universidade Estadual de Feira de Santana
orcid.org/0009-0005-3188-5803
joaogeotst@gmail.com

Jémison Mattos dos Santos
UEFS - Universidade Estadual de Feira de Santana
orcid.org/0000-0002-0934-4294
jemisons@uefs.br

Mário Jorge de Souza Gonçalves
UFBA - Universidade Federal da Bahia
orcid.org/0000-0003-0282-8912
mariotaboca@gmail.com

Resumo: A escassez dos recursos hídricos associada às ações socioeconômicas nocivas sobre este insumo fundamental para continuidade da vida no planeta, passou a ser alvo de inúmeras pesquisas científicas, no contexto atual de crise ambiental e hídrica, a exemplo na América do Sul. Este estudo alinha-se com o panorama mundial, pois almeja analisar o comportamento hidrológico da bacia hidrográfica do rio Jequiriçá, na Estação 5165000 em Mutuípe-BA, visando contribuir com a gestão eficiente das águas, mediante análise da caracterização detalhada das vazões, no período compreendido entre 1955 e 2018. Para tal finalidade, foi empregada a metodologia Hidrologia Avançada Experimental (HAE), com destaque para variáveis que estimam o limite de vazão e possibilitam determinar os períodos de seca e cheia. Os resultados obtidos indicam que as pequenas amplitudes das cheias prevaleceram durante o período temporal definido, destaca-se uma grande amplitude após um ano de operação da barragem da cachoeira dos prazeres. Já em relação a amplitude das secas se observou médias, pequenas desde o início do período estudado até meados de 1980 e as grandes amplitudes aparecem no final dos anos 1980 e predominam até o último ano da escala temporal, revelando que a sub-bacia possui tendência a déficit hídrico.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica; Crise Hídrica; Seca e cheia hidrológica; Hidrologia avançada experimental (HAE).

Abstract: The scarcity of water resources associated with harmful socioeconomic actions on this fundamental input for the continuity of life on the planet, has become the target of numerous scientific research, in the current context of environmental and water crisis, for example in South America. This study is in line with the world panorama, as it aims to analyze the hydrological behavior of the Jequiriçá river basin, at Station 51650000 in Mutuípe-BA, aiming to contribute to the efficient management of water, through the analysis of the detailed characterization of the flows, in the period between 1955 and 2018. For this purpose, the Hydrology methodology was used Advanced Experimental (HAE), highlighting the variables that estimate the flow limit and make it possible to determine the dry and flood periods. The obtained results indicate that the small amplitudes of the floods prevailed during the defined temporal period; a great amplitude stands out after one year of operation of the dam of the waterfall of the pleasures. In relation to the amplitude of the droughts, averages were observed, small from the beginning of the period studied until the mid-1980s and the large amplitudes appear in the late 1980s and predominate until the last year of the time scale, revealing that the sub-basin tends to water deficit.

Keywords: Watershed; Water Crisis; Drought and hydrological flood; Experimental advanced hydrology (HAE).

Introdução

De acordo com Tucci (2002), a Hidrologia se caracteriza em ser a ciência responsável pelo estudo da água no planeta, desde sua ocorrência e circulação, até a distribuição e propriedades físicas e químicas, em relação ao meio ambiente. Tucci (2002), acredita que esta ciência se volta para a representação dos processos físicos que ocorrem na bacia hidrográfica a partir da observação dos processos envolvidos.

A bacia hidrográfica é considerada unidade de planejamento e gestão de recursos hídricos, (Lei 9433/1997), nesse sentido, estudá-las significa, portanto, exercer importante domínio sobre o recurso hídrico, essencial à vida e dinâmica econômica, sobretudo, em países com forte economia agrícola, como no caso do Brasil. Contudo, nota-se que cada bacia hidrográfica apresenta características, fatores e contextos singulares, tais como; clima, litologia, solo, vegetação, vazão e taxa de precipitação e de evaporação. Algumas bacias dispõem de condições relacionadas à antropização, onde se têm poços clandestinos, além do uso e ocupação do solo para implantações de empreendimentos agrícolas, hoteleiros e fabris, o que acaba contribuindo para o acontecimento de um cenário hídrico caótico.

Situada a aproximadamente 150 km a sudeste de Salvador, no Estado da Bahia, a bacia hidrográfica do Rio Jequiriçá (BHRJ), corta toda a região do Território de Identidade Vale do Jequiriçá, a abastecendo com suas águas, e constituindo um importante elo cultural e econômico das populações de seu entorno. O rio Jequiriçá possui 275 km de extensão e abrange uma área de 6.990 km², tendo sua nascente principal no município de Maracás e a foz no município de Valença.

Destaca-se que, a definição assumida para o estudo em foco é a de Santos (2017), pois este afirma que o conceito de bacia hidrográfica consiste em:

> "Um sistema complexo de vertentes, canais que drena uma dada área e transfere um volume de água, expresso em metros cúbicos por segundo (m³/s) ou litros por segundo (l/s) até alcançar o exutório; estando inter-relacionados ao subsistema de águas subterrâneas, ambos transformados pelo rol de atividades e ações políticas, socioeconômicas, institucionais, culturais e tecnológicas. Este sistema é compreendido como unidade de análise, planejamento e gestão dos recursos hídricos/ambiental ou unidade de ordenamento do território, ao considerar as interações entre os sistemas físico-naturais e os sistemas humanos" (SANTOS, 2017, p. 9).

A BHRJ é uma bacia integrante da Região Hidrográfica do Atlântico Leste (Divisão para Gestão das Águas Continentais Brasileiras), no âmbito Estadual (Bahia) temos as Regiões de Planejamento e Gestão das Águas - RPGA's. A RPGA do Recôncavo Sul é composta por um conjunto de rios independentes que deságuam no Oceano Atlântico, nela se destacam o Jequiriçá, Jaguaribe, Una e Cachoeira Grande (adaptado de INEMA 2022).

O aquecimento global contribui decisivamente com os longos períodos de estiagens em algumas regiões do mundo e parte do nordeste do Brasil, consequentemente, ocasiona redução do volume de águas nos rios, podendo se configurar como uma crise hídrica e, assim, comprometer o abastecimento de água, a energia elétrica, a segurança hídrica e a saúde da população. Ao somar os efeitos do eventos extremos tem-se uma série de alterações físico-naturais e ambientais nas bacias hidrográficas (p.ex: elevação do carga de sedimentos nos rios, redução da qualidade das águas, assoreamento e inundações etc. (HIRT et al, 2023; WISE,2021; BEZERRA, 2016).

A oferta hídrica no semiárido brasileiro possui forte relevância nas questões políticas, socioculturais e econômicas, incluso nesse contexto o rio Jequiriçá é um rio que nasce no Bioma Caatinga, e neste possui grande parte da bacia hidrográfica, percorrendo, posteriormente, o Bioma Mata Atlântica, desaguando no Oceano Atlântico (bacia exorreica).

Segundo Dultra (2019), o crescimento populacional e agropecuário com suas consequentes demandas por recursos hídricos e derivados (como abastecimento humano, uso industrial e irrigação) aumenta a importância de conhecimentos hidrológicos atualizados que permitam melhor condução estratégica de gestão, planejamento e fiscalização, para que se seja possível alcançar o uso sustentável da água.

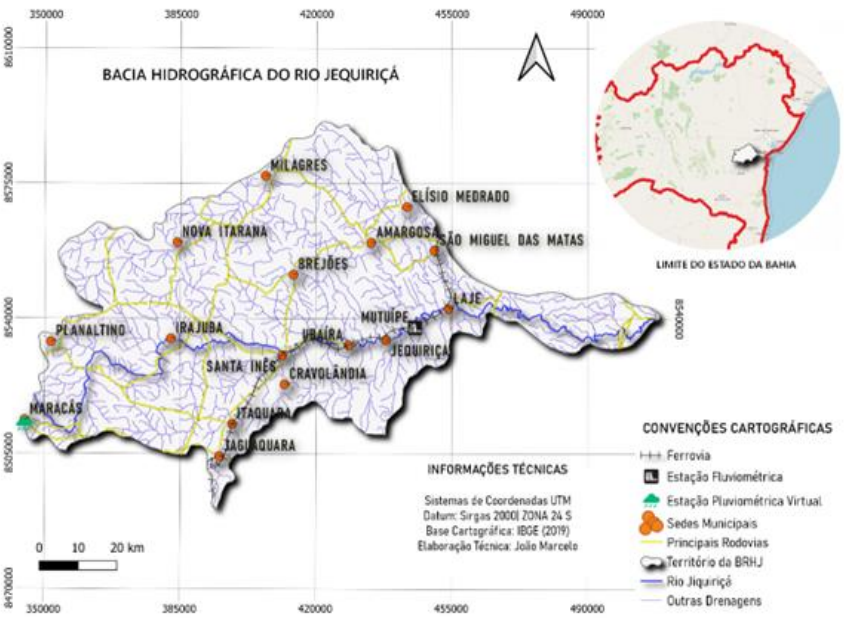
Visando alargar a compreensão e avaliar de maneira mais específica a disponibilidade hídrica do rio Jequiriçá, precisou-se definir um período de estudo e uma estação fluviométrica para recolhimento dos dados. O período estudado abarca os anos entre 1955 a 2018 e a estação fluviométrica escolhida é a de Mutuípe (código 51650000), localizada no município de Mutuípe no estado da Bahia, médio curso do rio Jequiriçá (Figura 01).

Materiais e Métodos

A metodologia aplicada consiste em quatro etapas: I - a revisão bibliográfica; II - obtenção de dados quantitativos; III – sistematização, interpretação e análise das informações; e IV - classificação das amplitudes de cheias e secas hidrológicas.

I - Revisão bibliográfica

Figura 1 – Mapa de Localização da BHRJ no Estado da Bahia – 2023.



Fonte: Bastos (2022).

A etapa inicial se deu no levantamento de informações sobre os aspectos físicos da área de estudo, principalmente, a análise da hidrologia local.

II - Obtenção de dados quantitativos

Os dados foram obtidos através da plataforma digital **HidroWeb** disponibilizado pela Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico - ANA, dispostos na série histórica de vazões no período entre 1955 e 2018, na Estação Fluviométrica de Mutuípe (código 51650000)

III - Sistematização e consolidação das informações

Após a coleta dos dados, utilizou-se a metodologia Hidrologia Avançada Experimental (HAE) desenvolvida e aprimorada desde os primeiros trabalhos de Gonçalves (2014) para a realização da revisão dos dados. É necessário apontar a possível existência de lacunas, que influenciam no resultado da pesquisa. Por isso, foi realizado o preenchimento de algumas lacunas encontradas, utilizando o método das Cotas, auxiliado pelos métodos das Médias Aritméticas (MA) e Progressão Aritmética (PA) para o preenchimento dos campos faltantes através do programa Excel.

IV - Classificação das amplitudes de cheias e secas hidrológicas

Para fins de obtenção das vazões máximas anuais é necessário verificar, nas séries históricas, qual valor de maior vazão, em cada ano do período (1955-2018), posteriormente, se elabora a tabela. O cálculo da vazão média máxima anual do período, é feito mediante somatório dos valores (vazões máximas), para depois dividir pela quantidade total de anos do período (64 anos). De igual forma ocorrerá cálculo das vazões mínimas anuais, contudo, utilizando os menores valores de vazões anuais encontrados. O cálculo da vazão média anual consiste em tomar todas as médias anuais e dividir pelo número de anos do período (64 anos).

Para desenvolver a classificação das amplitudes de cheias e secas, é necessário consolidar os valores de vazão máxima, vazão média máxima, vazão mínima e vazão média mínima, em seguida é preciso utilizar os parâmetros definidos por Gonçalves (2019) para estabelecer as amplitudes em pequena, média e grande, como mostra Tabela 1.

Tabela 1: Classificação das amplitudes das secas e cheias hidrológicas da BHRJ - 2023.

Amplitude	**Limites da Seca Hidrológica**	**Limites da Cheia Hidrológica**
Pequena	Vazão média mínima – 2/3 (vazão média mínima)	Vazão média máxima – 3/2 (vazão média máxima)
Média	2/3 (vazão média mínima) – 1/3 (vazão média mínima)	3/2 vazão média máxima – 2x (vazão média máxima)
Grande	< 1/3 (vazão média mínima)	>2x (vazão média máxima)

Fonte: Adaptado de Gonçalves, (2019)

A interpretação e análise dos resultados ocorreu por meio dos dados e gráficos, onde foram observadas as características das cheias e secas hidrológicas da bacia hidrográfica em questão, apresentando as tendências que podem se repetir futuramente. Entende-se que essas variáveis são fundamentais para gestão e planejamento hídrico eficiente de uma dada bacia hidrográfica.

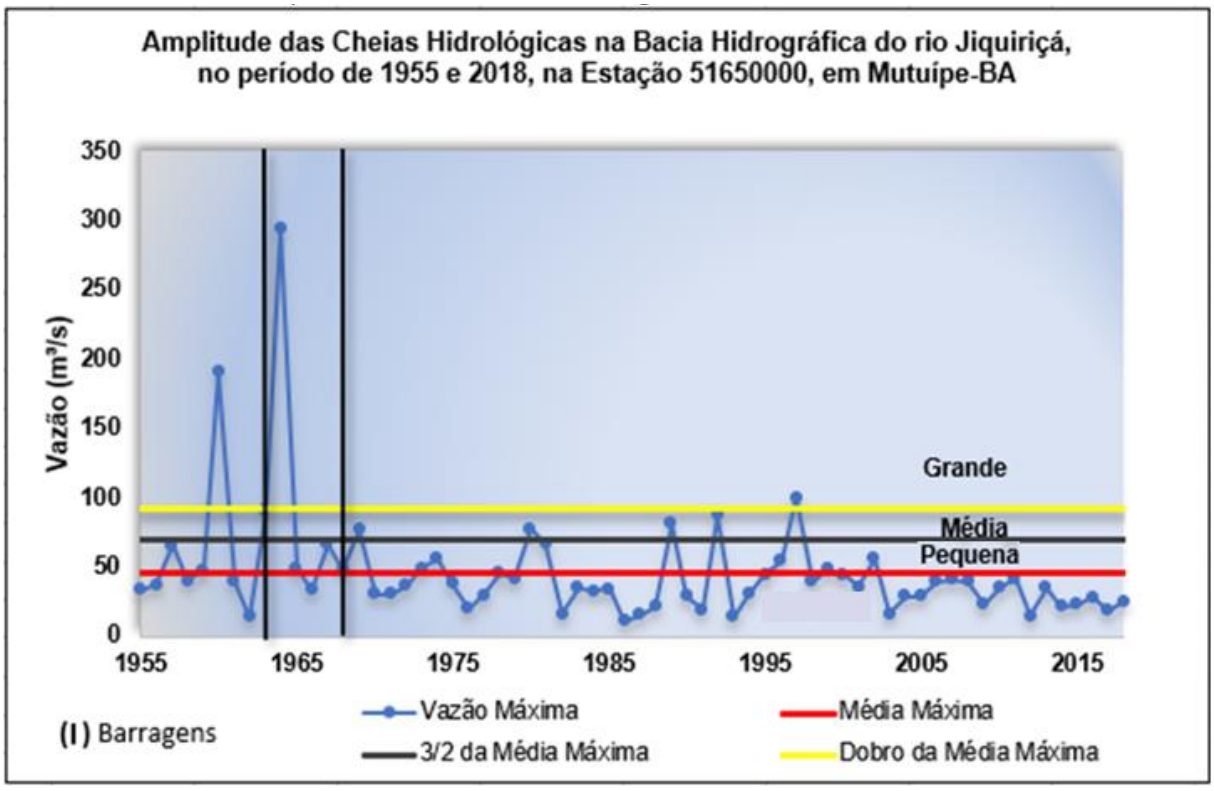
Resultados e Discussões

Na classificação da amplitude de cheias foram consideradas as vazões máximas e médias máximas. A partir do período integral analisado, constata-se três anos que se destacam na série histórica, com vazões acima de 100 m³/s. Na década dos anos 60, década de implantação da barragem Cachoeira dos Prazeres, foram constatados dois anos com cheias, o ano de 1960 e o ano de 1964. Os dois anos apresentam uma vazão máxima acima da linha de dobro da média máxima, sendo considerados assim cheias de grande amplitude.

O ano de 1997 é também um ano que apresenta cheia, porém com vazão máxima um pouco acima da linha de dobro da média.

Depois do início da operação das barragens da Cachoeira dos Prazeres (1963) e Nova Esperança (1968), aconteceu apenas uma cheia hidrológica de grande amplitude (Gráfico 1).

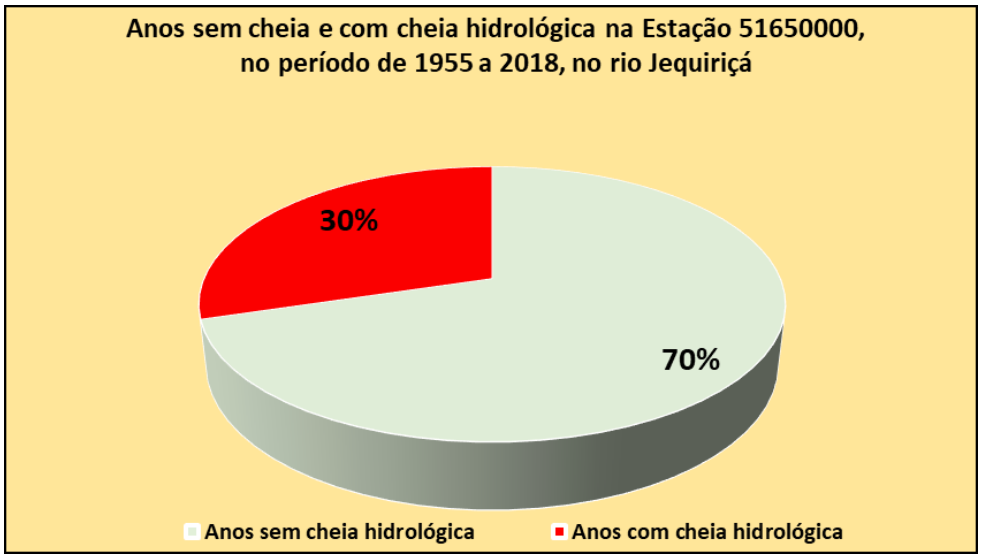
Gráfico 1 - Amplitude das cheias hidrológicas na BHRJ entre 1955 e 2018.



Fonte: Bastos (2022).

Analisando o período de 64 anos, compreendidos entre 1955 e 2018, podemos observar que 37 anos foram de cheia hidrológica, correspondendo a 58%, e 27 anos não aconteceram secas hidrológicas, correspondendo a 42%. Os dados analisados foram apresentados na forma do Gráfico 2.

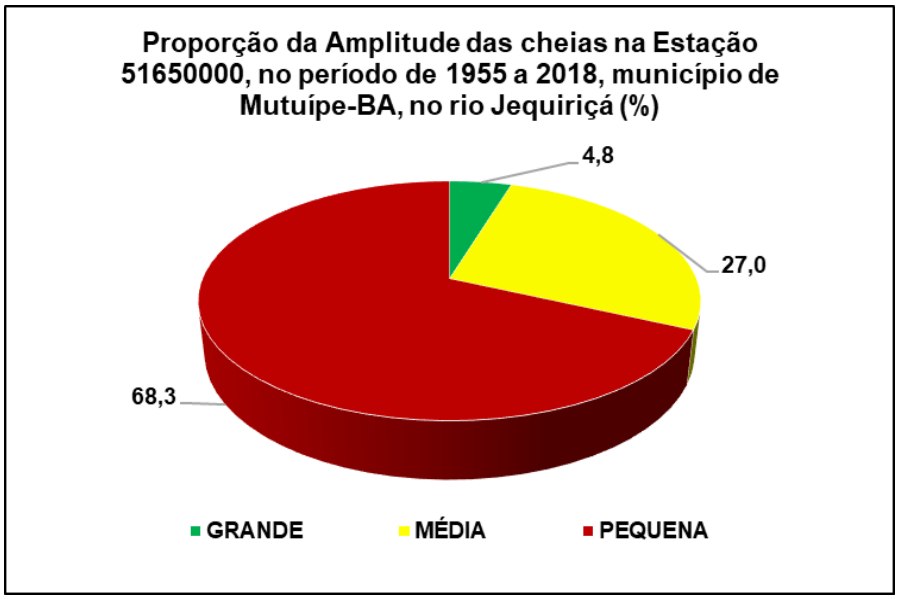
Gráfico 2 – Percentual de anos com e sem cheias hidrológicas na BHRJ entre 1955 e 2018.



Fonte: Os autores

Nota-se que dos 64 anos estudados, apenas 4,8% tiveram cheias de grandes amplitudes, 27% de médias amplitudes e 68,3% de pequenas amplitudes, caracterizando uma estabilidade da não tendência a cheias (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Percentual da Amplitude das cheias hidrológicas na BHRJ entre 1955 e 2018.



Fonte: Bastos (2022).

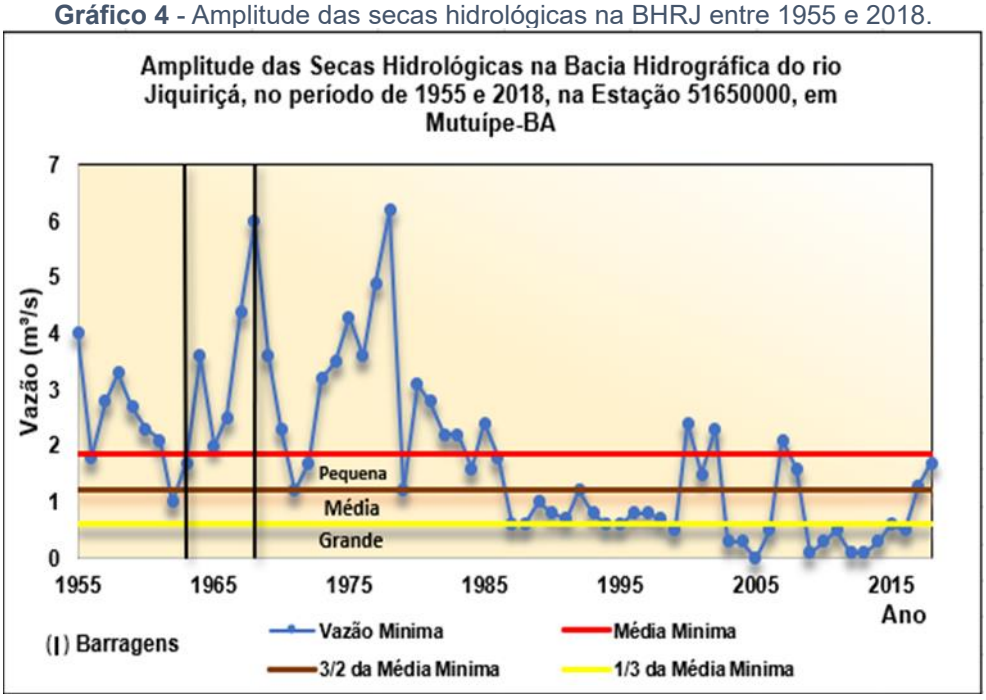
Em relação às secas hidrológicas, compreendem os anos nos quais as vazões mínimas, estão abaixo da média mínima. No tocante da BHRJ no período integral estudado,

observa-se que nos anos iniciais até 1968, as vazões estão na linha ou acima da linha da média mínima, não evidenciando secas de grandes amplitudes.

Destaca-se então, os anos de implementação das barragens da Cachoeira dos Prazeres e Nova Esperança, respectivamente 1963 e 1968. Nesses anos, as vazões mínimas apresentaram-se abaixo da linha de média mínima. Nos anos seguintes a implementação dos barramentos, as vazões mínimas apresentaram-se predominantemente acima da linha de média mínima.

Os valores das médias mínimas caem significativamente, a partir de 1986 e perduram até 2018, com algumas exceções (2000, 2002 e 2007). Essas vazões abaixo da linha de vazão média mínima máxima, caracterizam uma predominância de grandes amplitudes das secas (Gráfico 4).

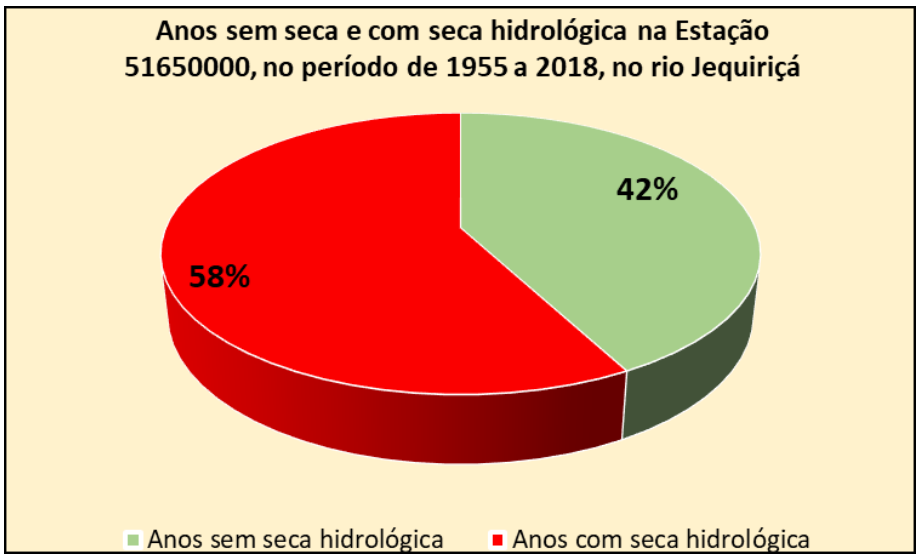
Gráfico 4 - Amplitude das secas hidrológicas na BHRJ entre 1955 e 2018.



Fonte: Bastos (2022).

Ao analisar o período definido, compreendido entre 1955 e 2018, pode-se observar que 37 anos foram de seca hidrológica, correspondendo a 58%, e 27 anos não aconteceram secas hidrológicas (42%). Os dados analisados foram apresentados na forma do Gráfico 5.

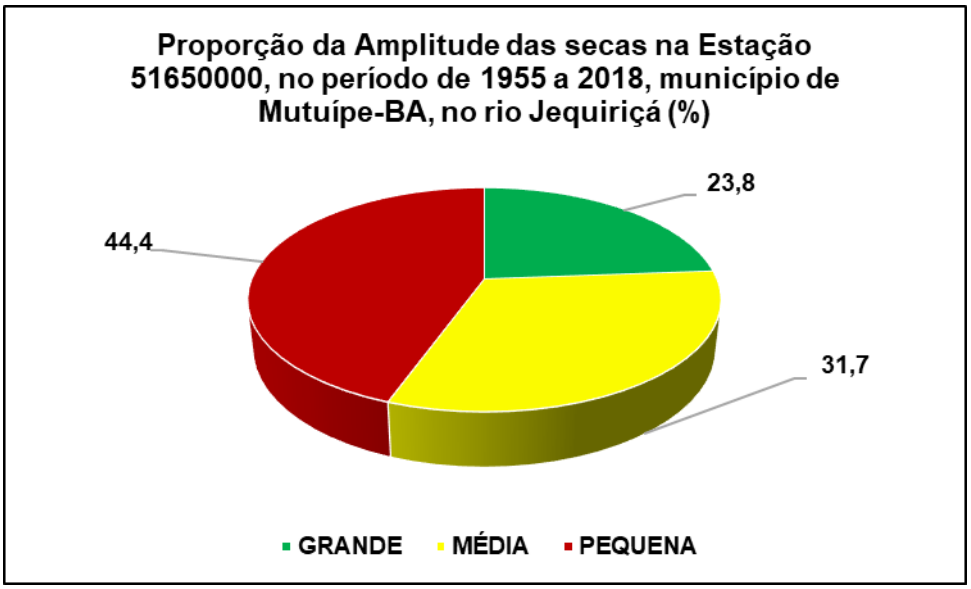
Gráfico 5 – Percentual de anos com e sem secas hidrológicas na BHRJ entre 1955 e 2018.



Fonte: Os autores

Verifica-se que dos 64 anos estudados, tem-se 23,8% com secas de grandes amplitudes, 31,7% de médias amplitudes e 44,4% de pequenas amplitudes, o que caracteriza a estabilidade de longos períodos de seca, sobretudo, nos últimos 20 anos da escala temporal do estudo (Gráfico 6).

Gráfico 6 – Percentual da Amplitude das secas hidrológicas na BHRJ entre 1955 e 2018.



Fonte: Bastos (2022).

Por fim, desde meados do século passado, pesquisadores da ciência geográfica e os periódicos científicos já disponibilizam dados e informações consistentes que confirmam a

necessidade urgente da gestão eficiente das águas, por parte do poderes públicos, nas 03 esferas administrativas do território brasileiro. Sobremaneira, a análise criteriosa/detalhada das vazões contribui decisivamente para a garantia da segurança hídrica no semiárido baiano, brasileiro.

Não podemos mais permitir que seja ignorada às duras realidades do aquecimento global e da crise hídrica, que segue afligindo nosso estado, principalmente, as populações mais vulneráveis socialmente. Tomamos como referência o texto de Júnior (2023), ao afirmar que, “no estado são 61 municípios que estão com a situação de emergência por seca reconhecida pela União e destes, 56 recebendo água potável através da Operação Carro-Pipa do Exército”.

Considerações Finais

A metodologia empregada é satisfatória e possibilitou alcançar plenamente os objetivos delineados e produzir um rol de dados, informações científicas sólidas que contribuem positivamente para gestão dos recursos hídricos da BHRJ.

A partir do período integral analisado, observou-se apenas três anos de cheias com grande amplitude: 1960, 1964 e 1997.

Após o início de operação das barragens da Cachoeira dos Prazeres (1963) e Nova Esperança (1968), aconteceu apenas uma cheia de grande amplitude, em 1997.

As secas de grande amplitude só acontecem após o início de operação das barragens de Cachoeira dos Prazeres (1963) e Nova Esperança (1968).

Destaca-se também a diminuição significativa de vazões a partir de 1986, perdurando até 2018, com algumas exceções nos anos de 2000, 2002 e 2007, nos quais essas vazões foram acima da média mínima.

Nos últimos 20 anos constatam-se longos períodos de secas hidrológicas, ou seja, apresentaram vazões abaixo da linha de média mínima.

Nos últimos 16 anos constatam-se longos períodos sem cheias hidrológicas, ou seja, apresentaram vazões abaixo da linha de média máxima.

Agradecimentos

As equipes dos Grupos de pesquisa: GEOLANDS-UEFS e OBA-UFBA, bem como a ao Laboratório GEOTRÓPICOS da Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS. Ao Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos-INEMA, da SEMA-BA.

Referências

JÚNIOR, Amaury. **Bahia tem 54 municípios em crise hídrica grave. Governo decreta emergência por seca**. Folha do Estado da Bahia. 2023. Disponível em: https://www.jornalfolhadoestado.com/municipios/estado-tem-54-municipios-em-crise-hidrica-grave. Acesso em: 29 out. 2023.

BASTOS, João Marcelo dos Santos. **AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JEQUIRIÇÁ-BA.** 2022. 132 f. TCC (Graduação) - Curso de Geografia, Departamento de Ciências Humanas e Filosofia, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2022.

BRASIL. Plataforma HidroWeb. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica-SGH. Disponível em: http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/mapa_hidroweb.jsf. Acesso em: 15 fev. 2020.

DULTRA, Bruno Lordello. **Avaliação Quantitativa das Águas Superficiais da Sub-bacia do Rio do Peixe, na Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu - BA**. 2019. (82f.). TCC (Graduação) - Curso de Geologia, Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

GONÇALVES, M. J. de S. (2019). **Avaliação do impacto ambiental da redução de vazão na foz do rio São Francisco. I Simpósio da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Juazeiro-BA**. Disponível em: <Avalização-do-impacto-ambiental-da-reduçao-de-vazão-na-foz-do-Rio-SF.pdf (agenciapeixevivo.org.br)>. Acesso em 14/02/2020.

GONÇALVES, M. J. de S. (2020). **Estudo hidrológico do rio Parnaíba, na bacia hidrográfica do rio Parnaíba, visando a compreensão da dinâmica fluvial e a garantia hídrica para a tomada de decisão utilizando a metodologia: Hidrologia Avançada Experimental**. (Apresentação em Power Point).

GONÇALVES, M. J. de S. **Gestão Quantitativa das Águas Superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguaçu no Estado da Bahia – Brasil**. 2014. (168f.) Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/21527>. Acesso em 15/10/2023.

HIRT, Heribert., Al-Babili, Salim., Almeida-Trapp, Marilia; Antoine, Martin; Aranda, Manuel; Bartels, Dorothea & Young, Iain M. **PlantACT!–how to tackle the climate crisis**. **Trends in Plant Science**. Science,28(5),537-543. 2023. https://doi.org/10.1016/j.tplants.2023.01.005

WISE, Jacqui.. **Climate crisis: Over 200 health journals urge world Leaders to tackle "catastrophic harm"**. BMJ: British Medical Journal, Sep 5; 374:n2177. 2021. doi:10.1136/bmj.n21277

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (Brasil). 2004. **Mapa de vegetação do Brasil.** Escala 1: 5.000.000. Rio de Janeiro: Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html. Acesso em: 20 dez. 2020.

INEMA. (Bahia). Comitê de Bacia Hidrográfica Recôncavo Sul: **Caracterização da bacia. Caracterização da Bacia**. 2022. Disponível em: http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/comites-de-bacias/comites/cbh-reconcavo-sul/. Acesso em: 30 maio. 2022.

BEZERRA, Macio Bento. **A crise hídrica como reflexo da seca: o Nordeste Setentrional em alerta**. Revista de Geociências do Nordeste, v. 2, p. 623-632, 2016.

SANTOS, Jémison. M dos. **Apostila Didática da disciplina Análise e Gestão de Bacias Hidrográficas**. Curso de Graduação em Geografia da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS, 2017. 9 p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**. 3º edição. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH, 2002. Cap 2, p. 40-42.

Parte III - Mudanças no Uso e Cobertura da Terra e Impactos Ambientais

Identificação das atividades de extração mineral e danos ambientais associados: estudo de caso do Município de Ipiaú, Estado da Bahia, Brasil

Identification of mineral extraction activities and associated environmental damage: case study in the municipality of Ipiaú, state of Bahia, Brazil

Sarah Andrade Sampaio
Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas – IG/Unicamp
http://orcid.org/0000-0002-1302-7064
sarahandradegeo@gmail.com

Diego Tomaz do Nascimento Queiroz
Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano, Habitação e Meio Ambiente de Serrinha, Estado da Bahia
http://orcid.org/0000-0002-1302-7064
eng.diegotomaz@gmail.com

Regina Célia de Oliveira
Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas – IG/Unicamp
https://orcid.org/0000-0002-3506-5723
regina5@unicamp.br

Resumo: O fortalecimento da especulação imobiliária e da construção civil na Região Sul da Bahia, em especial no município de Ipiaú, tem como consequência direta a maior exploração de recursos minerais, a exemplo de materiais com areia, brita e cascalho. Com o objetivo de identificar os processos minerários regularizados ou não pela Agência Nacional de Mineração (ANM) e caracterizar os danos ambientais diretos e indiretos dessas atividades, foi utilizado um Sistema de Informações Geográficas (SIG) para tratar dados da ANM referentes às áreas dos processos minerários cadastrados dentro do território municipal e identificar outras áreas destinadas a este tipo de atividade, mas que não estão cadastradas o órgão, utilizando imagens de satélite de alta resolução e por atividades de campo. Os resultados apontam que atividades de exploração mineral em Ipiaú não se restringem aos processos regularizados, mas atuam ilegalmente em extensos ambientes, o que potencializa diretamente efeitos de assoreamento nos canais fluviais do rio Água Branca e indiretamente no rio de Contas, apontando falhas dos órgãos responsáveis pelas ações de fiscalização ambiental em Ipiaú. A metodologia proposta nesse trabalho também demonstra como ferramentas de geoprocessamento podem auxiliar na tentativa de tornar mais eficientes a fiscalização de áreas de extração mineral irregulares no Brasil.
Palavras-chave: Extração Mineral. Danos Ambientais. Atividade Irregulares.

Abstract: The strengthening of real estate speculation and civil construction in the Southern Region of Bahia, especially in the municipality of Ipiaú, has as a direct consequence the greater exploitation of mineral resources, such as materials such as sand, gravel and gravel. In order to identify the mining processes regulated or not by the National Mining Agency (ANM) and to characterize the direct and indirect environmental damages of these activities, a Geographic Information System (GIS) was used to process ANM data referring to the areas of the processes miners registered within the municipal territory and identify other areas intended for this type of activity, but which are not registered with the agency, using high resolution satellite images and field activities. The results indicate that mineral exploration activities in Ipiaú are not restricted to regularized processes, but operate illegally in extensive environments, which directly enhances silting effects in the river channels of the Água Branca river and indirectly in the Contas river, pointing to failures of the responsible bodies for environmental inspection actions in Ipiaú. The methodology proposed in this work also demonstrates how geoprocessing tools can help in an attempt to make inspection of irregular mineral extraction areas in Brazil more efficient.
Keywords: Mineral Extraction. Environmental Damage. Irregular Activity.

Introdução

O atual modelo de desenvolvimento econômico, baseado na expansão das atividades humanas de considerável impacto ambiental, aponta-se como a grande causa da degradação ambiental, em decorrência da falta de planejamento. São exemplos de alterações

das paisagens naturais em consequência das atividades econômicas, a retirada da vegetação nativa em grande escala, com a consequente exposição dos solos, a intensificação dos processos de erosão, assoreamento de cursos fluviais, entre outros.

Como definição de impacto ambiental, a Resolução nº 01/86, Art. 1º, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), apresenta-a como: "[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente [...] resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente afete: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições sanitárias e estéticas do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais". Tais impactos podem ser reversíveis ou irreversíveis e apresentar efeitos positivos ou negativos ao meio (BRASIL, 1986).

Damasceno (2017) e Almeida Junior (2017) afirmam que, das diferentes atividades desenvolvidas pelo homem, a mineração é uma atividade extremamente importante e positiva para economia e desenvolvimento social, por se constituir em um dos setores básicos da economia do país, o que contribui de forma decisiva para o bem-estar e a melhoria da qualidade de vida das presentes e futuras gerações. Apesar do importante suporte ao desenvolvimento socioeconômico e espacial, conforme já foi mencionado, a indústria da mineração é considerada uma das mais poluentes e modificadoras da paisagem natural, devido aos efeitos nocivos ao meio abiótico e biótico, por comprometer questões sociais, sanitárias e ambientais.

Em diferentes partes do mundo, a mineração é uma atividade econômica responsável por grande parte da poluição industrial. Tanto na etapa de extração, quanto na de processamento, a deposição de seus estéreis e rejeitos provocam perdas de grandes áreas de ecossistemas nativos ou agrossistemas, causando sérios danos ao solo, à paisagem local e regional, a água e ao ar, que levam à quebra de ciclos naturais terrestres por contaminação, processos erosivos, desflorestamentos, bem como a desastres capazes de degradar extensas regiões e causar grande sofrimento social (COSTA e ARAÚJO, 2018).

Cabe mencionar que no estado da Bahia, os principais segmentos que reúnem maior quantidade de empresas produtoras são os de agregados para construção civil, contabilizando 344, e os de rochas ornamentais, com 107 empresas operantes. Essas 451 empresas representam 82% do total de produtores no território baiano, porém compartilhavam apenas 18% do valor da Produção Mineral Baiana Comercializada, no período de 2015 a 2018 (BAHIA, 2018). Tais dados evidenciam a baixa precificação de materiais como argila, areia, brita, cascalho e saibro, quanto ao grupo de agregados para construção civil; e de diferentes tipos de rochas, passíveis de serem encontradas em diversas unidades geológicas, distribuídas por todo o Estado, sendo elas: arcósio, arenito, conglomerado, dacito, gabro,

gnaisse, granito, granulito, mármore, migmatito, quartzito, sienito, sodalita e xisto, incluídas no grupo de rochas ornamentais (BAHIA, 2018).

Direcionando o foco para a Região Sul da Bahia, particularmente no município de Itagibá, em área limítrofe ao município de Ipiaú, encontra-se a mais importante jazida de níquel e cobre da região, disposta em corpos de rochas máficas e ultramáficas. Além dela, vale registrar, as pequenas ocorrências dispersas e de exploração intermitente de cascalho, areia, caulim, quartzo e manganês, a maioria delas associadas às rochas supracrustais granulitizadas. Assim como, pedreiras em granitos e granulitos são também encontradas na região (BARBOSA et al, 2008).

Cabe ainda mencionar que, entre o contexto histórico comum aos municípios da região Sul da Bahia, Ipiaú passou por um processo intenso de êxodo rural, após a crise cacaueira na década de 1980. Essa nova realidade da região acarretou em uma expansão das pequenas e médias cidades, com um maior número de pessoas passando a residir nos centros urbanos, consequentemente intensificando os problemas socioambientais. A ocupação do solo urbano não veio acompanhada de um planejamento urbano necessário a uma boa qualidade de vida (FRANCO et al., 2016). Associada a esse quadro, houve um fortalecimento da especulação imobiliária e da construção civil, e consequentemente a exploração de recursos minerais, para prover tais processos, auxiliando no desenvolvimento socioeconômico local, com a geração de emprego e renda.

Cabe ratificar a geração de impactos ambientais local de variadas proporções, alterando paisagens, a qualidade do ar, reduzindo a cobertura vegetal, dentre outros, ocasionadas pela implantação de empreendimentos de atividade de exploração mineral tanto no ramo de agregados para construção civil, quando no segmento de extração e beneficiamento de rochas ornamentais. Nesse sentido, a Agência Nacional de Mineração (ANM) atenta à sua missão de promover o planejamento e o fomento da exploração mineral, e do aproveitamento dos recursos minerais, bem como assegurar, controlar e fiscalizar o exercício das atividades de mineração em todo o território nacional desenvolveu o Sistema de Informações Geográficas da Mineração – SIGMINE (BRASIL, 2019).

O SIGMINE tem como objetivo, ser um sistema de referência na busca de informações atualizadas relativas às áreas dos processos minerários cadastrados na ANM, associadas a outras informações geográficas, de interesse ao setor, produzidas por órgãos públicos, proporcionando ao usuário uma consulta aos dados e análises relacionais de caráter espacial (BRASIL, 2019). Dessa forma, os dados e informações disponibilizadas no sistema são oficiais e atualizadas periodicamente, conforme a rotina de cada instituição, sendo que, os dados dos processos minerários são atualizados diariamente, apresentando-se como

viáveis para ações de fiscalização ambiental de forma mais assertiva, conforme propõe-se nesse trabalho.

Acredita-se que essas considerações são suficientes para justificar o desenvolvimento deste trabalho, cujo principal objetivo consiste em identificar as áreas com processos regulares e irregulares, além de retratar a problemática dos impactos ambientais diretos e indiretos dos tipos de exploração recorrentes na área em estudo, caracterizar os impactos ambientais das atividades de extração mineral e suas implicações na sustentabilidade local, com foco no município de Ipiaú.

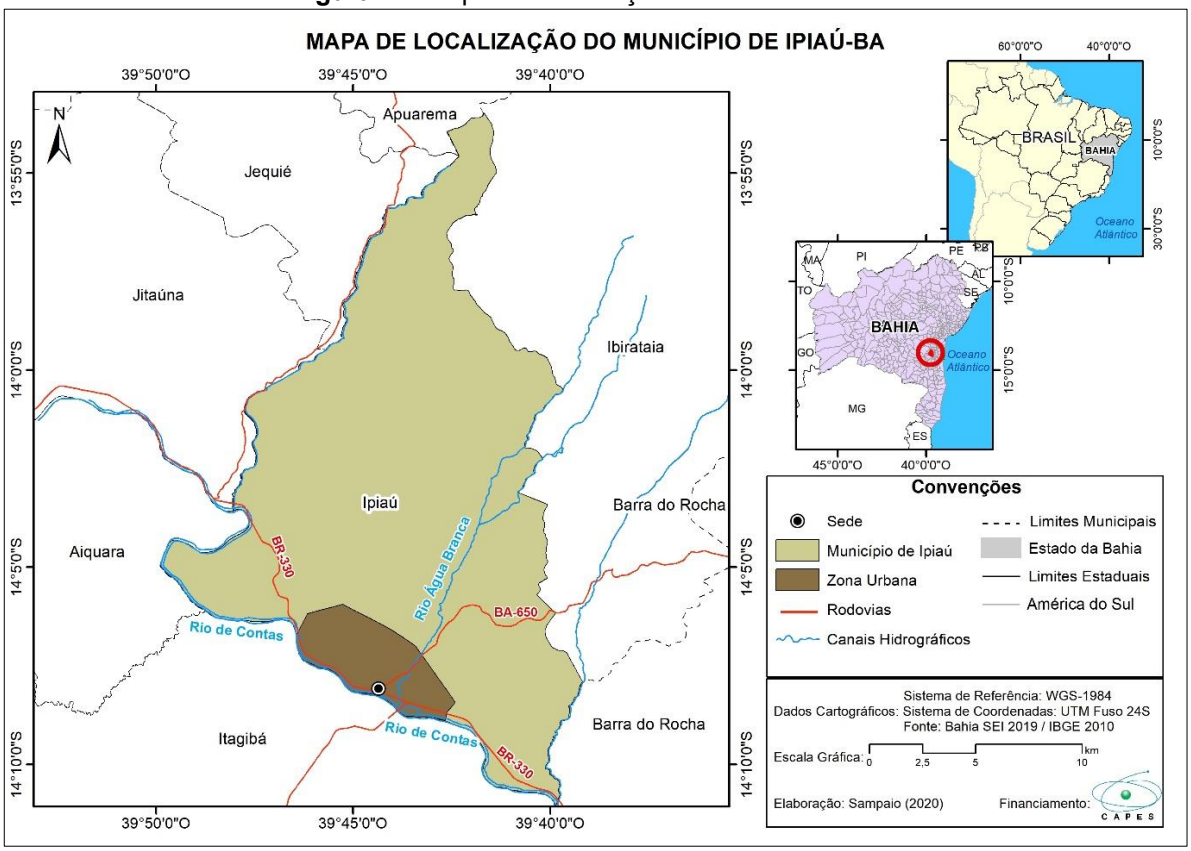
Como é comum em todo território nacional, a negligência dos gestores e administradores responsáveis sobre as áreas abrangidas, as quais são quase sempre abandonadas após a exploração ficando em estado crítico de degradação, a metodologia proposta nesse artigo pode ser utilizada pelo poder público municipal, assim como por organizações de proteção e gestão ambiental participativa, para maior efetividade do que está previsto na legislação ambiental federal e municipal.

Materiais e Métodos

Área de estudo

Opta-se por estudar o município de Ipiaú, situado no sul do Estado da Bahia, na zona de Mata Atlântica brasileira, Território de Identidade do Rio de Contas. Ipiaú dista cerca de 355 km da capital do Estado e localiza-se entre os paralelos 14°7’2” S e 14º08’49”S e os meridianos 34°43’ 10” W e 34º 45’23” W de Greenwich, entre os municípios de Jequié, Aiquara, Jitaúna, Itagibá, Barra do Rocha, Ibirataia e Apuarema (Figura 1). Possui uma extensão territorial média de 267 km² e uma população de 40706 habitantes (IBGE, 2023), com mais de 90 % desta habitando áreas urbanas.

Figura 1 – Mapa de localização da área em estudo



Fonte: Os autores.

Quanto às características físicas da área em questão, é de fundamental importância contextualizar os aspectos climáticos, geológicos, geomorfológicos e hidrográficos. Dentre os elementos climáticos, cabe ressaltar que nas regiões tropicais úmidas, a precipitação pluvial é o componente que apresenta maior variabilidade referente à distribuição mensal. Dessa forma, na Região Sul da Bahia, com foco no município de Ipiaú, os valores médios anuais podem alcançar 1.300 mm e variam muito entre os meses do ano. As características do clima tropical úmido apresentam temperaturas quentes, com médias maiores que 18 ℃ em todos os meses do ano, e períodos de 1 a 3 meses secos (IBGE, 2007).

Quanto à geologia da área de estudo, segundo Barbosa et al (2008), Ipiaú apresenta características de lineamentos estruturais, falhas e anticlinais, e está localizado na região granulítica sul/sudeste da Bahia. Ela engloba parte do Complexo Jequié, composto em sua maioria por granulitos; parte do Complexo Ibicuí-Ipiaú, constituído em grande parte por anfibolitos, granitos e ortognaisses; e por parte do Complexo Ibicaraí, representado por granulitos, rochas máficas e ultramáficas, entre outros. As composições mineralógicas associadas aos complexos constituintes no território de Ipiaú formam uma gama variada de materiais passíveis de exploração, com diversos valores e empregos na construção civil a

eles atribuídos, como os cascalhos, areias, caulium, quartzo, manganês, granitos, granulitos, etc.

Diretamente associados às variáveis climáticas e geológicas, os aspectos geomorfológicos no município de Ipiaú caracterizam-se por duas unidades distintas. A primeira, Planícies e Terraços Fluviais, definidas como superfícies mais planas ou levemente inclinadas, ligadas aos processos geomorfológicos fluviais, resultantes de variações climáticas ou do nível das águas através dos tempos. A segunda unidade geomorfológica são as Serras e Maciços Pré-Litorâneos, definidas como o conjunto de morros com desníveis acentuados. Estes morros possuem elevações de formas arredondadas e variam de 200 a 700 metros de altitudes no município (BRASIL, 1981; SAMPAIO, 2019). Tais unidades são predominantes em toda a extensão do domínio de Mata Atlântica.

Referentes aos aspectos hídricos, o rio de Contas tem caráter fundamental no surgimento e consolidação da cidade de Ipiaú. As cabeceiras de seus rios principais, como o rio das Contas e o rio Brumado, localizam-se na parte sul da Chapada de Diamantina, direcionando-se de oeste para leste do estado da Bahia. Afluente deste, o rio Água Branca nasce na Serrinha, região do Distrito de Algodão, município de Ibirataia-BA. Perpassa o município de Ipiaú a leste, sobre uma zona de cisalhamento e deságua no rio das Contas (INEMA, 2014; SAMPAIO, 2019).

Procedimentos Metodológicos

Nos passos iniciais da pesquisa, foi realizado um levantamento dos dados bibliográficos em livros, teses, dissertações e artigos científicos, além de legislações ambientais vigentes em âmbito federal, estadual e municipal, cujas abordagens permeiam as temáticas quanto à exploração mineral, os principais impactos atribuídos, restrições legais quanto aos desenvolvimentos das atividades e obrigatoriedades.

Após a fundamentação teórica, para o desenvolvimento da pesquisa utilizou-se um Sistema de Informações Geográficas (SIG), o software QGIS, versão 3.10. Para trabalhos em SIG, foram realizadas duas etapas principais: aquisição dos dados dos processos regulamentados a partir da plataforma SIGMINE; identificação das atividades irregulares e registro de campo para delimitação dessas.

A partir de levantamentos na plataforma do SIGMINE, foram identificados os processos de exploração mineral inseridos nos limites do município de Ipiaú, e em seguida, espacializadas as áreas em processo de licenciamento para a exploração, com dados em formato shapefile, disponibilizados pela Agência Nacional de Mineração (ANM), no seguinte endereço: http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap/.

Após o levantamento na plataforma do SIGMINE, foi identificado dentro dos limites municipais um total de 47 processos de exploração mineral, de diversas substâncias, como níquel, bauxita, argila, areia, cascalho, granito, água mineral, entre outros não identificados. No entanto, foram considerados somente os processos com a maior probabilidade de exploração, classificados nas fases de requerimento de lavra (3), licenciamento (1) e registro de extração (1). Os processos não considerados, devido à incerteza da real ocorrência das atividades de exploração, estão enquadrados pela ANM como: em fase de disponibilidade (7), de requerimento de pesquisa (6) e de autorização de pesquisa (29).

A delimitação das áreas de exploração mineral não regulamentadas pela ANM, no município de Ipiaú, a partir da interpretação visual de imagens de satélite de alta resolução, cálculo das áreas dos polígonos, e posterior confirmação dos dados em atividades de campo, marcação de pontos com uso de GPS e registro de fotografias das irregularidades observadas. Por fim, foram avaliados os possíveis impactos diretos e indiretos das atividades de extração mineral identificadas no município de Ipiaú.

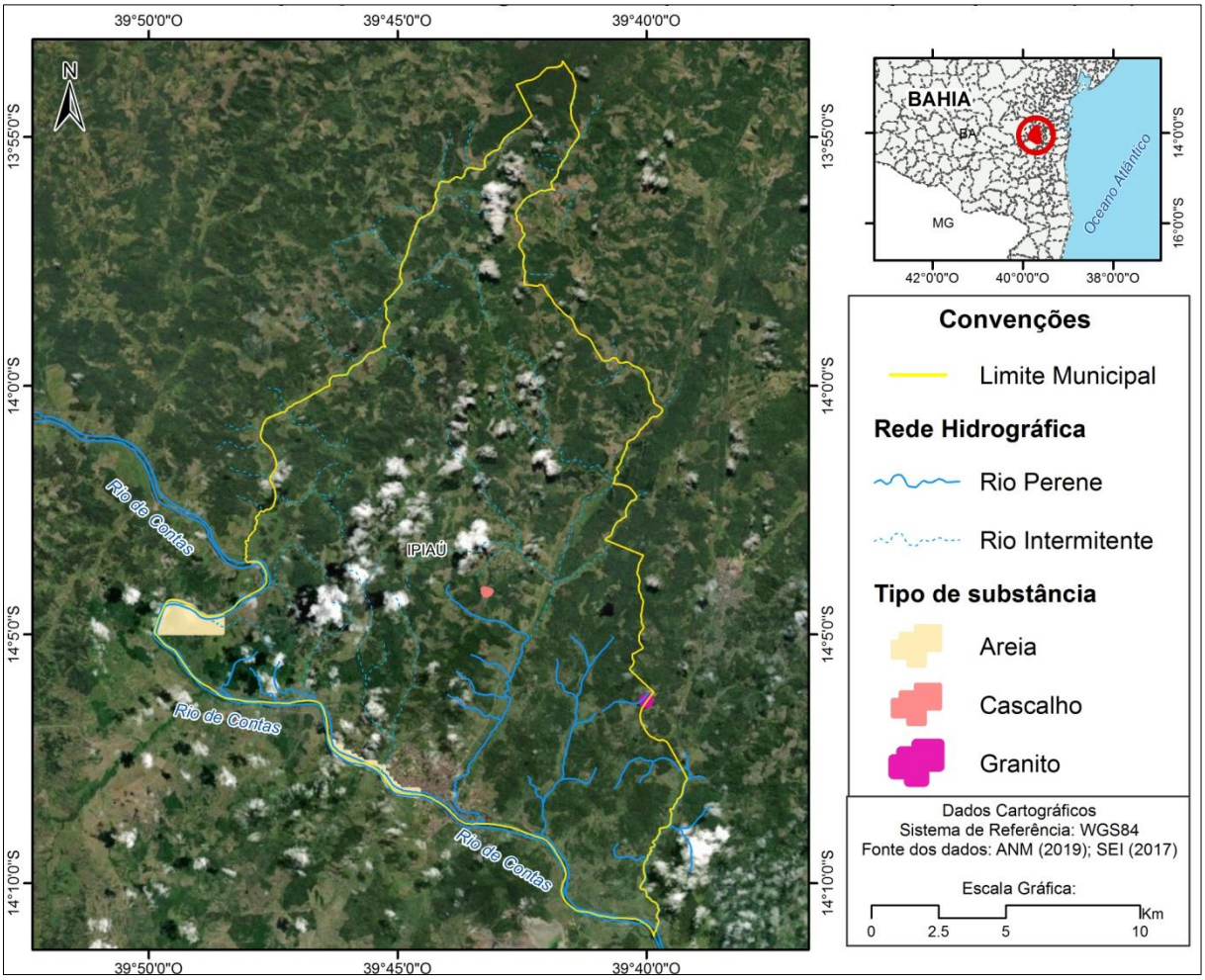
Resultados e Discussão

Processos de exploração mineral regulamentados pela ANM no município de Ipiaú, até o ano de 2023

A Lei Municipal nº 1815/2005, Título III, Capítulo I, Seção V, do Art. 88 ao 94, afirma que as atividades de mineração deverão ser legalizadas junto ao extinto DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), atual ANM. Nesse sentido, foram identificadas no município de Ipiaú, até o ano de 2023, cinco áreas cujos processos estão em estágio mais avançado (Figura 2), e devidamente regulamentadas, visando às atividades de exploração mineral, pelo sistema de cadastramento na ANM que instituiu o Cadastro de Titulares de Direitos Minerários (CTDM), através da Portaria nº 315/2008 (revogada pela Portaria nº 155/2016).

Tais áreas estão destinadas a exploração das substâncias areia, cascalho e granito, segundo os dados disponíveis no SIGMINE (2022). As áreas destinadas à exploração da substância areia contabilizam 3 (três) processos sob o status de requerimento de lavra, datando os anos de 2009, 2012 e 2013. Juntas essas áreas, totalizam 147, 6 hectares, e estão localizadas às margens do rio de Contas, inseridas tanto na zona urbana, quanto na zona rural. Cabe ainda mencionar que todos os processos de extração de areia estão sob a titularidade da empresa de construção civil denominada Xavier S & Silva LTDA, cuja sede encontra-se na cidade de Ipiaú.

Figura 2 – Processos regulamentados das atividades de exploração mineral no município de Ipiaú, Bahia, até o ano de 2023



Fonte: SIGMINE – ANM (2022). Elaboração: Os autores (2023).

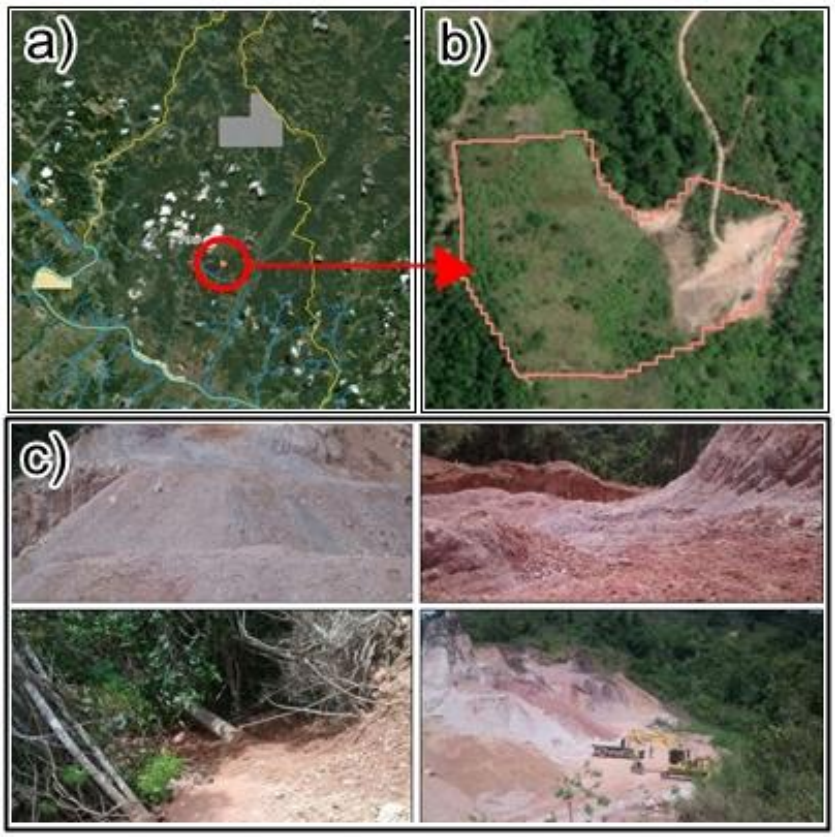
Quanto aos processos referentes à exploração da substância cascalho, foi identificada somente 1 (uma) área regulamentada pela ANM até o ano de 2023. Essa área possui 4,81 hectares, com o status de registro de extração, sob a titularidade da Prefeitura Municipal de Ipiaú desde o ano de 2018. Tal área encontra-se muito próxima da Fazenda do Povo, um assentamento de reforma agrária pertencente ao município de Ipiaú, cujas características da comunidade apontam bons indicadores de renda e da renda per capta, uma baixa dependência de benefícios sociais do Governo e boa ocupação do trabalho (LIMA et al., 2016).

> O objetivo principal da criação dessa comunidade foi amparar as famílias de trabalhadores rurais demitidos das fazendas locais (e outras famílias que posteriormente vieram de diferentes municípios por distin-tas razões), e em virtude da grande seca ocorrida na região entre 1962 e 1963, a qual trouxe como consequência a diminuição na produção de ca-cau (monocultura predominante na região à época), e, por conseguinte, a demissão de grande número de trabalhadores, bem como pelas condições precárias de trabalho (submissão e escravização da mão-de-obra familiar) a que eram submetidos

> no período. [...] A infraestrutura social e produtiva da comunidade se caracteriza por apresentar nove estradas de chão que permitem a circulação dentro da comunidade; 117 residências habitadas; 15 residências em construção; 12 casas desocupadas [...] (LIMA et al., 2016, p. 302).

A comunidade desenvolve majoritariamente atividades agrícolas, e a implantação da pedreira de granito e da extração de cascalho tende a causar danos sociais e ambientais, já que são comuns a deflagração de explosivos para desmonte da cascalheira, o trânsito de veículos de grande porte e potencial aumento de poluição às famílias residentes na Fazenda do Povo. Rodriguez (2017) ainda alerta sobre a existência de nascentes de canais fluviais a menos de 300 metros da área destinada à exploração de cascalho, o que pode colocar em risco o abastecimento doméstico, dessedentação animal e irrigação da produção agrícola. A Figura 3 retrata a atividade de extração de cascalho na referida área.

Figura 3 – Exploração de cascalho em área devidamente regulamentada pela ANM, próximo à Fazenda do Povo, Ipiaú-BA



Fonte: Os autores (2023); Observações: a) localização da área delimitada pelo processo regulamentando à exploração de cascalho; b) polígono abarcado pelo processo sobre a área de extração ativa (solo exposto); c) fotografias da área em atividade de exploração, autoria Rodriguez (2017).

Por fim, quanto à área regulamentada pelo processo de extração da substância de granito no município de Ipiaú, foi identificado um polígono de 2,19 hectares, sob o status de licenciamento, desde o ano de 2011, e titularidade de Pavisa Pavimentação e Obras de

Saneamento Ltda. Destaca-se que essa área de exploração se encontra em ambiente de elevada declividade, próxima de áreas de nascentes e de topo de morro.

Faz-se necessário abordar nesse momento, o que está previsto no Código Florestal, Lei nº 12.651 de 2012, ao decretar que no Art. 4º, que são Áreas de Preservação Permanentes (APPs):

> I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: [...] c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
> [...] IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;
> [...] IX - no topo de morros, [...] com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25º [...] (BRASIL, 2012).

Nas APPs, não são permitidas atividades que gerem degradação ambiental, como é o caso da exploração mineral, conforme exposto no Art. 61-A desta mesma Lei: "Nas Áreas de Preservação Permanente, é autorizada, exclusivamente, a continuidade das atividades agrossilvipastoris, de ecoturismo e de turismo rural". E em suma, todas as áreas mencionadas, regulamentadas pela ANM até o ano de 2023, estão inseridas em APPs de declividade e de topos de morros ou encontram-se demasiadamente próximas de nascentes (RODRIGUEZ, 2017; SAMPAIO, 2020).

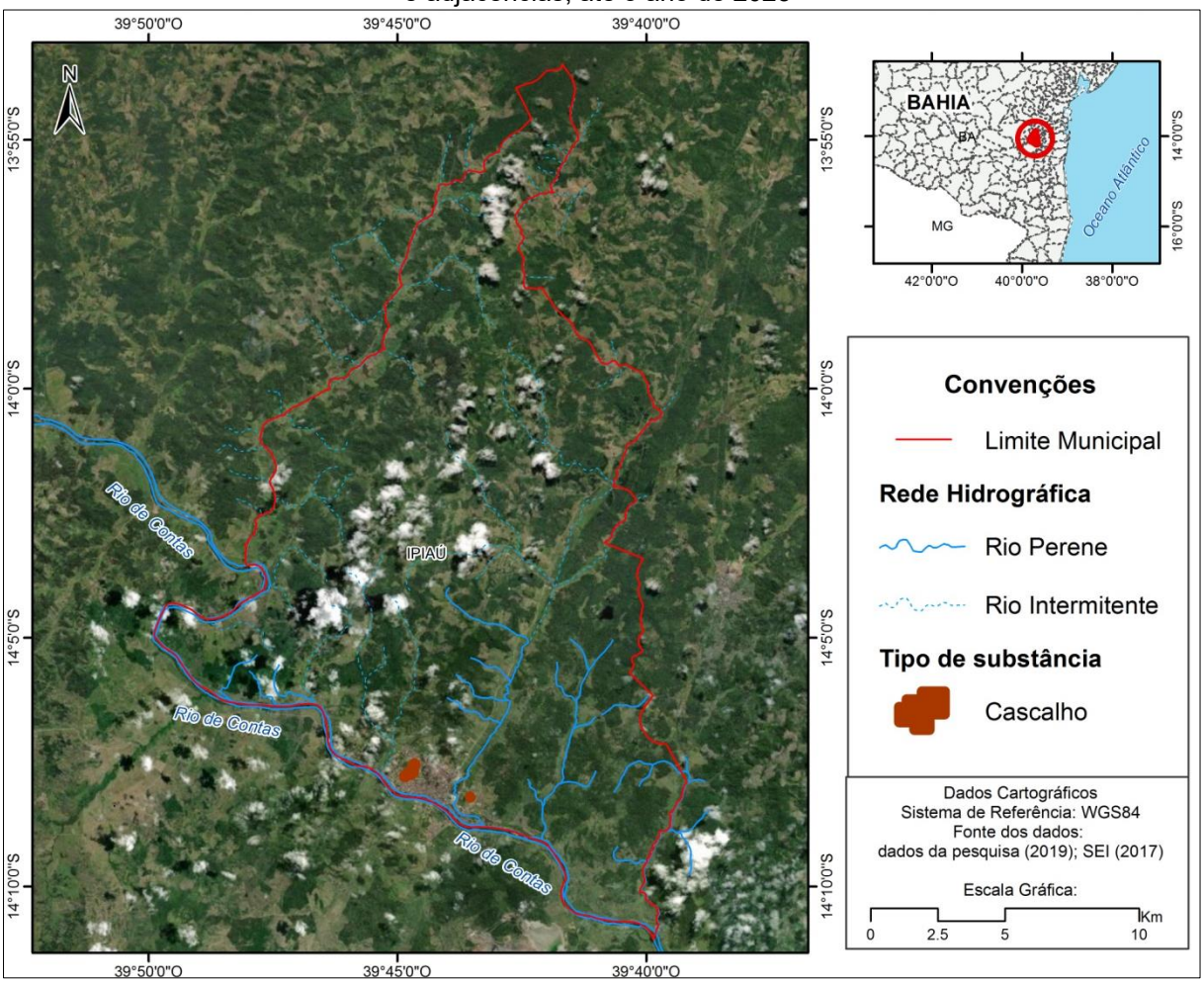
Araújo (2003) afirma que esses tipos atividades de impacto poluidor e degradador em encostas e topos de morro, em especial, implicam em desmatamento, com o preparo do terreno, inclui supressão vegetal e desestabilização do terreno das encostas; as escavações do solo, alterando sua topografia original; em obstruções dos cursos d'água, a partir da exposição dos solos e transporte de material erodido, explosões recorrentes para desagregação mineral, entre outras consequências.

Coelho Netto (2015) analisa que, operando de maneira sistêmica, a cobertura vegetal tem como uma de suas funções o papel de interceptar parte da precipitação e a água atinge o solo por meio das copas e do escoamento pelos troncos. Onde há a remoção da vegetação e/ou a interferência no equilíbrio natural, a erosão ocorre de forma mais acelerada, iniciado pelo uso e manejo inadequado da atividade agrícola, urbanização, mineração ou por outras atividades econômicas. Uma vez detonados, podem catalisar outros processos por instabilidades no ambiente, que por sua vez, intervém nas transformações do sistema geomorfológico, fluviais, em escala crescente.

Atividades de exploração mineral não regulamentadas pela ANM no município de Ipiaú, até o ano de 2023

Para a identificação dessas áreas, foram delimitadas as áreas de exploração mineral não regulamentadas pela ANM até o ano de 2023, a partir da interpretação visual de imagens de satélite de alta resolução e posterior confirmação dos dados em campo, conforme apresentadas na Figura 4. Cabe mencionar que todas as áreas identificadas estão inseridas no perímetro urbano e adjacências.

Figura 4 – Atividades de exploração mineral não regulamentadas pela ANM na zona urbana de Ipiaú e adjacências, até o ano de 2023



Fonte: Os autores (2023).

Em áreas não regulamentadas pela ANM, as atividades de exploração mineral são consideradas irregulares e/ou ilegais. Na zona urbana, tais áreas totalizam 3,54 hectares, as quais correspondem às extrações de cascalho, distribuídas em 4 áreas distintas, estritamente relacionadas aos cortes de vertentes e degradação dos topos de morros.

A Lei Municipal nº 1814/2005, que institui o Código Municipal de Meio Ambiente e Posturas de Ipiaú, dispõe no artigo 5º, que o Poder Executivo municipal deve combater a

clandestinidade na extração mineral; promover medidas judiciais para responsabilizar os causadores de poluição ou degradação ambiental; difundir conceitos de gestão e tecnologias ambientalmente compatíveis nos processos de extração mineral, entre outras decisões cabíveis (IPIAÚ, 2005).

No que confere ao poder municipal, prevê-se que o minerador: deverá cercar as frentes de lavra e adotar medidas visando minimizar ou suprimir os impactos sobre a paisagem na região, implantando cortinas verdes que isolem visualmente o empreendimento; adote procedimentos que visem a minimização da emissão de partículas na atmosfera; e implemente condições mínimas de segurança, com a colocação de sinais nas proximidades; reponha a cobertura vegetal nos taludes resultantes de atividades minerarias e dispor de sistemas de drenagem, a fim de evitar a instalação de processos erosivos e de desestabilização de massa.

Cabe mencionar que diante de tais exigências, nenhuma é seguida pelos empreendimentos minerários irregulares em funcionamento na área urbana (Figura 5). Áreas nas quais não há nenhum tido de regulação, fiscalização, aplicação de penalidades aos responsáveis ou implementação de Planos de Recuperação, visto que não se enquadram nas delimitações disponibilizados pela plataforma do SIGMINE - ANM (2023).

Figura 5 – Pontos de extração de cascalho não regulamentados pela ANM na área urbana de Ipiaú, Bahia

Fonte: Os autores (2023).

Danos ambientais relacionados às atividades de exploração mineral no município de Ipiaú, Bahia

Conforme os processos apresentados, caracterizou-se tais atividades de exploração, apontando os principais danos ambientais diretos e indiretos relacionados a essas, na área de estudo em questão (Quadro 1).

Quadro 1 – Substâncias minerais exploradas no município de Ipiaú e a identificação dos danos ambientais relacionados

Substância	Área (hectare)	Destino de Uso	Danos diretos	Danos ambientais indiretos
Areia	247,34	Construção Civil	Remoção da mata ciliar, assoreamento de canais fluviais	**O "areão do Arara" é um Patrimônio Cultural e Ambiental do município de Ipiaú, está sendo removido pela exploração mineral;** Impacto sobre a qualidade das águas superficiais; Desequilíbrio da carga sedimentar do sistema fluvial - redução; Alteração da população aquática; Aumento da fragmentação florestal.
Cascalho	4,31	Construção Civil	Intensificação dos processos de erosão, surgimentos de sulcos erosivos e ravinas, deflagração de movimento de massa, baixa fertilidade do solo, desmatamento em APPs, assoreamento de canais fluviais por transporte de sedimentos	Danos à saúde pela trafegabilidade dos veículos de transporte, nas vias de acesso, tanto afetando a população residente próximos a essas áreas, quanto aos trabalhadores; danos por ruídos, vibrações e lançamentos de fragmentos; Interferência no traçado de estradas vicinais; Desvalorização do terreno e de terras próximas a área de exploração. Exposição ou falta de proteção do solo; Alteração dos horizontes dos solos. Modificação do perfil topográfico do terreno; Instabilidade das encostas. Impacto sobre a qualidade das águas superficiais; Alteração da população aquática; Desequilíbrio da carga sedimentar do sistema fluvial - excedente; Redução da cobertura vegetal; Aumento da fragmentação florestal.
Granito	2,19	Construção Civil	Uso de explosivos, remoção da cobertura vegetal em APPs, assoreamento de canais fluviais por transporte de sedimentos em solos expostos.	

Fonte: Adaptado de Brasil (2019), Mechi e Sanches (2010) e Cardoso (2008); Autores da pesquisa (2023).

A mineração de areia e cascalho possui um potencial problemático maior uma vez que trabalha com matéria prima que detém uma relação preço/volume relativamente baixa, sendo a distância ao mercado consumidor um fator limitante. Deste modo, as empresas mineradoras buscam áreas de exploração mais próximos, até mesmo em centros urbanos, acirrando conflitos entre a mineração e o uso do espaço físico urbano (SABADIA et al, 2011).

Nota-se que na área urbana de Ipiaú, estão presentes jazidas de areia e cascalho, que em decorrência da atividade é possível identificar danos à saúde, devido aos ruídos, as emissões provindas do tráfego de veículo e de maquinários, danos econômicos as pessoas que possuem terrenos próximos ao local de exploração. Além disso, destaca-se que foram

observados movimentos de massa em função dos cortes no sopé de vertentes, assim como aspectos relacionados a qualidade paisagística, a fragilidade ao ecossistema e também ao visual. A

Os principais problemas a serem abordados com base nas reflexões aqui propostas estão baseados na premissa de que o desmatamento da cobertura vegetal nativa, incluindo a mata ciliar, protegida como Área de Preservação Permanente pelo Código Florestal provoca a perda da biodiversidade, extinção da fauna e flora, assim, o ecossistema local é alterado drasticamente, ocasionado sérios danos ambientais e muitas vezes irreversíveis a sua recuperação (BRASIL, 2012).

Outro ponto importante a ser destacado é a probabilidade de aumento dos processos erosivos, causado em consequência da destruição da cobertura vegetal em torno das margens do Rio de Contas, provocando o seu assoreamento, causados pela extração desregulada de areia. Além dos canais fluviais, destaca-se o aumento dos processos de erosão também em áreas degradadas e de solo exposto em função da exploração de cascalho.

Entre os principais resultados das dinâmicas erosivas naturais ou antropizadas associadas aos ambientes de maior declividade e de topos de morro, estão os ravinamentos e voçorocamentos, cujo desenvolvimento está relacionado especialmente à forma e à declividade das vertentes sem cobertura vegetal. Essas dinâmicas podem ser acentuadas por cortes em vertentes e/ou terraplanagem em áreas de topos, ou seja, a partir de técnicas de engenharia, segundo Peloggia (2005), a morfotectogênese ocorre de maneira direta e indireta, sendo o homem um fator de erosão e de deposição, acarretando na criação do relevo tecnogênico, que se refere ao conjunto de formas cujo agente modelador é o homem.

A extração de grandes quantidades de areia tem provocado processo erosivo, desencadeando alargamento das margens do rio, afetando a vegetação local e comprometendo a própria sobrevivência do rio, que nos últimos anos, registrou várias secas em consequência da ação não planejada do homem, e aprofundamento do leito, causando entre outros contratempos, a dificuldade de utilizá-lo como fonte de lazer (GUERRA E CUNHA, 2003).

No rio de Contas, foi observado a incidência de processos erosivos no solo, decorrentes principalmente da remoção da vegetação, que implica na exposição e compactação do solo, favorecendo o carreamento de sedimentos para o corpo hídrico. Alterações na geomorfologia fluvial em decorrência da retirada do material, eliminando barramento naturais ou contribuindo para a formação de bancos de sedimentos, o que pode resultar em interferências no padrão de circulação das correntes e na velocidade de fluxo da água.

Notou-se também, que no rio de Contas, onde ocorre a extração de areia identificada, utiliza-se o método tradicional de dragagem, que consiste na aplicação de uma bomba de sucção de areia, sendo feita diretamente no fundo do rio por tubos metálicos. Após a sucção, a areia é bombeada através de tubulações metálicas, até os grandes depósitos a céu aberto localizados a margem do onde ocorre o carregamento em caminhões. Além do uso de dragas, a areia também é extraída manualmente na margem do rio, e transportada por caminhonetes e caminhões, como se pode ver na Figura 6.

Figura 6 – Diferentes formas de extração e transporte de areia das margens do rio de Contas em Ipiaú, Estado da Bahia

Fonte: Os autores (2023).

A mesma situação já havia sido denunciada por um importante veículo de mídia do estado da Bahia, no entanto até o ano de 2023 as ações continuam ocorrendo no município:

> Um dos quatro principais cursos d'água da Bahia, com comprimento de 620 quilômetros, o Rio das Contas vem sofrendo com poluição e degradação das suas margens por causa da extração ilegal de areia para construção civil, que avança sem ser incomodada por órgãos ambientais. A extração de areia ocorre em praticamente todo o rio, mas a situação mais grave está entre as cidades de Jequié e Ipiaú, onde a atividade é realizada por parte de carroceiros e canoeiros, que pegam areia nas margens do rio, e de mineradoras, com dragas instaladas no leito (BITTENCOURT, 2018, online).

Em face do exposto, é necessário considerar que a mineração não pode ser desconsiderada na abordagem dos impactos ambientais, ocorrendo desde longo tempo, por meio da movimentação de material geológico e criação de formas de relevo, seja nos terrenos

escavados ou naqueles produzidos por deposição de material estéril, movimentação de terra e modificação da paisagem local, ao uso de explosivos no desmonte da rocha (sobre pressão atmosférica, vibração do terreno, ultra lançamento de fragmentos, fumos, gases, poeira e ruído), ao transporte e beneficiamento do minério (geração de poeira e ruído), ou ainda naqueles afundados por movimentos de massa ou colapsos e subsidências.

A fim de mitigar tais impactos, como medida de cautela mais eficaz, evidencia-se a obrigatoriedade do minerador em utilizar racionalmente os bens minerais por meio de um Plano de Controle Ambiental, sendo de sua exclusiva responsabilidade as medidas para recuperação das áreas degradadas pela extração e/ou mineração exigidas e acompanhadas pelos órgãos públicos (ARAÚJO, 2003).

Com base nas observações arroladas neste trabalho, recomenda-se que seja obrigatória a apresentação do Plano de Recuperação de Área Degradada das jazidas, indicando o recondicionamento e recomposição da fertilidade do substrato do solo, imediatamente após a lavra, seguida da proteção deste, com plantio de vegetação arbustiva e rasteira. Além disso, devem haver estímulos a ações de proteção e gestão ambiental participativa, de monitoramento e fiscalização mais eficientes por parte dos órgãos ambientais e ministério público, realizando visitas com recorrência nos locais mencionados, focos das explorações irregulares, assim como devem ser aplicadas as devidas multas e sanções, ou seja, ações punitivas em resposta a violação de uma ou mais leis.

Considerações Finais

Todos os tipos de exploração mineral são passíveis de licenciamento ambiental, instrumento de extrema importância na verificação dos impactos ambientais provocados pelos empreendimentos econômicos que venham a se utilizar de recursos naturais, portanto, estas atividades precisam passar pelo processo administrativo de regularização ambiental, que de certa forma, contribui na prevenção e remediação de passivos ambientais causados pela extração mineral.

O reconhecimento de campo, com a marcação de pontos e fotografias das ações de extração de cascalho, areia e brita para construção civil, atestam que a exploração mineral ocorre ilegalmente no município de Ipiaú, sem a autorização pelo poder público municipal e órgãos de fiscalização ambiental, visto que não estão enquadradas nos dados disponibilizados pela ANM. Considera-se que deve haver uma ação efetiva contra a exploração ilegal a partir do aumento da fiscalização e administração pública, com aplicações de sanções e multas ambientais, conforme dispostos na legislação ambiental nacional e municipal. E a metodologia proposta nesse trabalho pode auxiliar os órgãos gestores ambientais a atuarem de forma mais assertiva.

Referências

ALMEIDA JUNIOR. M.V.C. **Mineração e Dinâmica da Paisagem**. Cruz das Almas. UFRB, 2017.

ARAÚJO, L. A. Perícia Ambiental. In: CUNHA, S. B. da; GUERRA, J. T. **A questão ambiental: diferentes abordagens**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2003. 250 p.

BAHIA. Secretaria do Desenvolvimento Econômico. **Cadastro do Produtor Mineral 2018.** 4° edição. Bahia, 2018.

BARBOSA, J. S. F.; PINHO, I. C. de A.; SOBRINHO, V. R. S.; CRUZ, S. C. P. **Nota Explicativa da Folha Ipiaú (SD-24-Y-B-II).** Serviço Geológico do Brasil – CPRM. 2008.

BITTENCOURT, M. Areia extraída ilegalmente em rio baiano é usada até para pavimentar estrada. **Jornal Correio**, Salvador, Bahia, online. Publicado em 13/07/2018 às 10:30:00. Disponível em: <https://www.correio24horas.com.br/bahia/areia-extraida-ilegalmente-em-rio-baiano-e-usada-ate-para-pavimentar-estrada-0718>

BRASIL - Ministério das Minas e Energia. **Projeto RADAMBRASIL**: Folha SD. 24 Salvador; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1981. 624 p.

BRASIL. ANM – **Agência Nacional de Mineração**. Disponível em: <http://www.anm.gov.br>. Acesso em: 20 jun 2022.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE-IBAMA. **Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986.** Dispõe sobre as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 1986.

BRASIL. **Lei nº 12561, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, 2012.

CARDOSO, M.J.S. **Cartografia das atividades de extração de minerais utilizados na construção civil e qualificação do grau de degradação ambiental na região de Manaus-AM.** Dissertação de Mestrado (Programa de pós-graduação de Geografia), Brasília, 2008.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de Encosta na Interface com a Geomorfologia. In: COSTA, O.V; ARAUJO, M.H.S. **Leituras de Ambiente de Mineração.** Especialização em Mineração e Meio Ambiente, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas/BA, 2018.

COSTA, O.V; ARAUJO, M.H.S. **Leituras de Ambiente de Mineração.** Especialização em Mineração e Meio Ambiente, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas/BA, 2018.

DAMASCENO, G.C. **Geologia, mineração e meio ambiente.** Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas, 2017.

FRANCO, G. B.; SANTOS, N. G.; SANTOS, J. V.; GOMES, R. L. Aspectos demográficos e socioeconômicos dos municípios inseridos na Bacia do Rio Almada-BA: os reflexos da crise cacaueira. **Caminhos de Geografia,** v. 17, n. 60, p. 16-30, 2016.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da (Orgs). **Geomorfologia e meio ambiente.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

INEMA - Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Caracterização da CBH Rio de Contas**. 2014. Disponível em: <http://www.inema ba.gov.br/gestao2/comites-de-bacias/comites/cbh-contas/>. Acesso em: 25 ago. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades: município de Ipiaú.** 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/ipiau/historico>. Acesso: 28 mar. 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa de Clima do Brasil.** 2007. Disponível em: <http://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ ambientais/climatologia/mapas/brasil/Map_BR_clima_2002.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2019.

IPIAÚ. **Lei Municipal nº 1814 de 06 de Abril de 2005** - institui o Código Municipal de Meio Ambiente e Posturas de Ipiaú. 2005. Disponível em: <http://www.camaradeipiau.ba.gov.br/leis/Leis%202005/Lei%201815%20de%2006-04-2005%20(Complementar,%20Institui%20C%C3%B3digo%20de%20Meio%20Ambiente%20e%20Posturas%20-%20PDDU).pdf >. Acesso em: 05 jun. 2020.

LIMA, N. B., AGUIAR-BAHIA DE, P., PROFICE-CABICIERI, C.; FERRAZ-FERREIRA, M. A SOCIOECONOMIA DA COMUNIDADE RURAL FAZENDA DO POVO DE IPIAÚ, BAHIA, BRASIL. **Revista Geográfica De América Central**, 2(57), 289 - 331. https://doi.org/10.15359/rgac. n. 57, p. 2.11, 2016.

MECHI, A; SANCHES, D.L. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo.** Revista Estudos Avançados (USP), v. 24, n. 68, p.209-220. São Paulo, 2010.

PELLOGIA, A.U.G. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. **Revista do Departamento de Geografia** (USP). São Paulo, v.16, p.24 – 31, out. 2005.

RODRIGUEZ, V. P. T. **Exploração indiscriminada de cascalho e a degradação da Microbacia Hidrográfica da Fazenda do Povo, em Ipiaú-BA**. 12 de Setembro de 2017, Blogspot Pompeu Engenheiro. Disponível em: <https://pompeuengenheiro.blogspot.com/2017/09/exploracao-indiscriminada-de-cascalho-e.html#comment-form>. Acesso em: 05 ago. 2020.

SABADIA, J.A.B; NOBRE FILHO, P.A; DUARTE, C.R; MAGINI, C; NOGUEIRA NETO, J.A; SILVA FILHO, W.F. **Impactos ambientais da extração de areia no canal ativo do Rio Canindé, Paramoti, Ceará.** Revista de Geologia, Vol. 24, nº 2, p.126 - 135, 2011.

SAMPAIO, S. A. Caracterização física do município de Ipiaú-BA: representação cartográfica como subsídio a análise ambiental. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 5, n. 1, p. 34-53, 2019.

SAMPAIO, S. A.; GOMES, R. L. O saneamento básico de Ipiaú e sua influência na qualidade das águas do rio de Contas. **Caminhos de Geografia**, v. 21, n. 74, p. 68–86, 2020.

Análise funcional da planície costeira atrelados a linha de costa do litoral leste, Fortaleza, Ceará, Brasil

Functional analysis of the coastal plain linked to the coastline of the east coast, Fortaleza, Ceará, Brazil

Mariana Correia Aquino
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
https://orcid.org/0000-0001-6039-2788
mcaquino2201@gmail.com

Regina Célia de Oliveira
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
https://orcid.org/0000-0001-7891-2630
regina5@unicamp.br

Resumo: A análise temporal da linha de costa sob uma perspectiva sistêmica, pode responder ou dar indícios dos mecanismos resultantes da dinâmica de fluxos de matéria e energia. O comportamento da energia e matéria e informação na paisagem dinamiza as trocas e interrelações entre os componentes sistêmicos através dos processos de emissão, transmissão e acumulação. Assim, o objetivo desta obra consiste em relacionar a variação de linha de costa com os sistemas de modelados, apresentando o comportamento dos processos de matéria e energia e suas funções da paisagem litorânea no litoral leste de Fortaleza, através dos pressupostos teórico metodológicos da Geoecologia da Paisagem. Observa-se que no litoral leste de Fortaleza possuem duas grandes praias: Sabiaguaba-Cofeco e Praia do Futuro. O litoral leste de Fortaleza (Sabiaguaba – Cofeco) destaca-se pela função de armazenamento/acumulação, com lagunas interdunares, acumulando a sedimentação para continente e posterior drenagem do Rio Cocó, através do geofluxo eólico litorâneo, não ocorrendo a retroalimentação nas faixas de praia. Logo em seguida, pode-se observar, na Praia do Futuro, as funções de entrada, válvula, regulação e acumulação, tornando um ambiente retroalimentativo, da maneira que este trecho leva classificação progradacional. Este ambiente por se tratar de mais funções geoecológicas possuem maiores energia e matéria.
Palavras-chave: Linha de costa; Funções Geoecológicas; Fluxo de matéria e energia.

Abstract: The temporal analysis of the coastline under a systemic perspective, can answer or give indications of the mechanisms resulting from the dynamics of flows of matter and energy. The behavior of energy, matter and information in the landscape streamlines exchanges and interrelationships between systemic components through emission, transmission and accumulation processes. Thus, the objective of this work is to relate the variation of the coastline with the modeled systems, presenting the behavior of the processes of matter and energy and their functions in the coastal landscape on the east coast of Fortaleza, through the theoretical and methodological assumptions of Landscape Geoecology. It is observed that on the east coast of Fortaleza there are two large beaches: Sabiaguaba-Cofeco and Praia do Futuro. The east coast of Fortaleza (Sabiaguaba – Cofeco) stands out for its storage/accumulation function, with interdune lagoons, accumulating sedimentation to the mainland and subsequent drainage of the Cocó River, through the coastal wind geoflow, with no feedback on the beach strips. Soon after, it can be observed, in Praia do Futuro, the functions of inlet, valve, regulation and accumulation, making a feedback environment, in the way that this section takes progradational classification. This environment, because it is more geoecological functions, has greater energy and matter.
Keywords: Coastline; Geoecological Functions; Flow of matter and energy.

Introdução

A paisagem com sua estrutura funcional é um conceito fundamental na Geoecologia das Paisagens, estreitamente relacionada com as noções de emissão, transmissão e

regulação, que conferem estabilidade ou instabilidade para a paisagem, sendo um ponto de partida para subsidiar ações de ordenamento ambiental e territorial (VIDAL, 2014). Assim, o conhecimento e o estudo do funcionamento das paisagens podem ajudar na elaboração de desenhos ou modelos de gestão e desenvolvimento dos territórios.

A paisagem na perspectiva sistêmica constitui-se em um sistema estruturado fisicamente em um contíguo de processos que compreende fluxos de matéria e energia, dotando-a de características e dinâmica própria (SILVA, 1993). Nesta perspectiva, a planície litorânea está incluída entre os ambientes mais dinâmicos existentes em nosso planeta e vêm sofrendo com o avanço e o recuo da linha de costa, mudando sua posição constantemente em várias escalas temporais.

Assim, observa-se estudos de monitoramento costeiro, a existência de imagens de sensores remotos de diferentes épocas converte a análise multitemporal em uma excelente ferramenta para auxiliar estudos geomorfológicos costeiros, ao estender informações pontuais de uma área para um contexto geográfico, possibilitando o entendimento da história evolutiva desses sistemas (Trebossen et al., 2005, Chu et al., 2006).

Para tanto, entender os processos de matéria e energia dentro da planície costeira atrelados ao funcionamento repercute nas faixas de praias de forma acumulativa e erosiva. Assim, a análise de variação de linha de costa vem sendo estudada por diversos autores mundiais e ganha espaço no Brasil a partir dos anos 70 como Morais (1971), Silva (1998), Pinheiro (2000), Oliveira (2011), Paula (2013), Cunha (2014) e dentro outros. Autores estes, que trabalham relacionando variáveis como geologia, geomorfologia, clima e uso/ocupação entendendo o ambiente dinâmico e sistêmico. Mazzer & Dillenburg (2009) afirmam que, o mapeamento sistemático da linha de costa representa ferramenta para a geração de informações fundamentais para o planejamento e gerenciamento costeiro.

O avanço e recuo da linha de costa, aliados às ações (arranque – erosão, translado – transporte – denudação; sedimentação – agradação; decomposição – desagregação; deformação etc.) dos agentes morfológicos (fluvial, fluviomarinho, glaciação-deglaciação, ondas, marés, correntes marinhas, vento, gravidade) e à tectônica de placas, vulcanismos, entre outras manifestações da geodinâmica planetária, quando associadas aos efeitos das mudanças climáticas, deixaram como registros extensas planícies costeiras ao longo do litoral (MEIRELES, 2014).

Para definição de linha de costa foi utilizado Crowell et al (1991), no qual delineia a extensão terrestre na última maré alta, sendo caracterizada por uma mudança na cor da areia causado pela inundação repetida e periódica da praia pelas marés altas. No estado do Ceará podemos destacar alguns estudos recentes que se utilizaram da linha de preamar média

(divisão entre a areia úmida e a areia seca) como indicador (por exemplo, FARIAS& MAIA, 2010; MARINO & FREIRE, 2013; BARROS, 2018; MOURA, 2018).

Logo, a variação de linha de costa é um resultado, muitas vezes do comportamento morfodinâmico, contudo este trabalho irá compatibilizar às taxas de evolução da linha de costa aos modelados, visando análise funcionais da paisagem litorânea.

Área de Estudo

A área de estudo comporta aproximadamente 10 km de extensão, na qual se resume na unidade planície costeira de Fortaleza, ficando no litoral leste. A área se comporta em duas Praias: Praia do Futuro e Praia do COFECO no qual se localiza no litoral de Sabiaguaba – Cofeco.

O sistema climático de Fortaleza contém maiores influências pela Zona de Convergência Intertropical – ZCIT. Os ventos mais frequentes no litoral de Fortaleza e região sopram no quadrante E-SE e E-NE durante mais de 90% do ano (Paula, 2013). Dados da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME, sobre o regime de chuvas é do tipo tropical com concentração de chuvas em praticamente 4 meses ao ano, sendo definidos por duas estações: inverno e verão. Os meses mais quentes concentram-se de novembro a janeiro, e os mais amenos, de junho a setembro, devido ao aumento na intensidade dos ventos (AGUIAR ET AL., 2003).

A geomorfologia da área é representada por duas regiões de acordo com Souza (1998), sendo estes: (i) a planície costeira ou litorânea e (ii) os tabuleiros pré-litorâneos, cuja correspondência pode ser observada no mapa de sistemas ambientais apresentado na figura 01.

Materiais e Métodos

A geoecologia das paisagens proposta por Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) é a metodologia principal a ser seguido durante a realização do presente artigo, atrelado com metodologia de evolução de linha de costa por cenas dos últimos 40 anos, através de cenas do ano de 1984 e 2022. As etapas da metodologia deste trabalho se resumiram em 3 fases: inventário de dados, vetorização da linha de costa pela extensão Digital Shoreline Analysis System (DSAS) e aplicação das funções da paisagem litorânea de acordo com Vidal (2014). Nesta etapa, as linhas de costas foram vetorizadas em formato shapefile, através de dados temporais na ferramenta Geographic Information System-GIS, a fim de, quantificar a variação da linha de costa e notificar pontos erosivos e progradacionais. Assim, Sousa (2013), pressupõe que as principais fontes de sedimentos para uma praia são suprimento fluvial, materiais depositados por ondas, alimentação artificial e sedimentos transportados das dunas,

pós-praia e falésias ou costas rochosas. Logo, erosão costeira se dá pela falta de sedimentação nas faixas de praias. E progradação dar-se pela acumulação de sedimentos.

O mesmo autor ressalta que erosão costeira pode variar no tempo, onde ocorrem processos rápidos e visíveis que alteram a costa em poucos meses ou anos em um período de tempo mais longo. Existem também a variação especial, onde há recuo da linha de costa, solapamento de falésias, escarpas de dunas e derrubada da vegetação (SOUSA, 2013).

Primeira fase consta a coleta de imagens satélite das décadas de 1984 e 2022 do tipo LANDSAT5 e CBERS 4A com resoluções espaciais 30m e 2m respectivamente. O processamento digital das imagens foi executado no software Quantum gis – Qgis juntamente a vetorização de linha de costa e quantificação da mesma, através do Sistema DSAS. A análise quantitativa da linha de costa foi obtida através da extensão Digital Shoreline Analysis System–DSAS 4.2desenvolvida por Thieleret al (2005). Também se usou bases cartográficas da Plataforma Estadual de Dados Espaciais Ambientais do Ceará – PEDEA e Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais - CPRM do ano de 2021.

Na segunda fase, a vetorização das linhas de costa considerou-se o limite seco-molhado, o qual é visualizado nas imagens pela diferença de tonalidade entre areia seca e areia molhada. Sabe-se que este limite é variável em razão das oscilações de maré. Desse modo, as linhas de costa foram delimitadas através de um processo de vetorização, visando a quantificar variações dinâmicas e auxiliar na consolidação de uma metodologia de análise de regressão linear e matricial, a partir de uma série multitemporal de dados remotos em ambiente de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Em seguida, o método End Point Rate (EPR) foi utilizado para medição do cálculo da largura anual das praias em cada transecto, para cada ano, e obtida pela média aritmética. Seguindo a mesma metodologia, o EPR corresponde à diferença entre os valores de largura de cada transecto por período de referência. Foram calculadas as médias totais de variação de largura para cada praia, bem como, a média total dos anos de 1984 e 2022.

Logo após, na última fase, foi aplicada a proposta de Vidal (2014) na aplicação das funcionalidades da paisagem litorânea no qual se define como força, entrada, armazenamento, produção, regulação e interação aportados pela abordagem referencial de por Mateo Rodriguez, Silva, Cavalcante (2004), a partir das unidades geomorfológicas e unidades de relevo, pela simbologia de Tricart (1965). Este último autor ainda afirma que o mapa geomorfológico é considerado atualmente como importante instrumento na pesquisa da paisagem. Ele é a base da pesquisa, e não apenas a concretização gráfica dela, ou seja, é simultaneamente o instrumento que direciona a pesquisa e a sua síntese. Cabe destacar essa simbologia contribui no melhor entendimento do fluxo de matéria e energia.

Assim, os parâmetros usados para função geoecológica consistem nas unidades físicas integrantes do sistema são agrupadas em três categorias: áreas emissoras - são os níveis mais elevados do terreno, com maior tendência a serem "lavadas" pelas chuvas; áreas transmissoras - são aquelas em que predomina o transporte dos fluxos de matéria e energia das áreas mais elevadas para as áreas mais baixas, sendo aqui representadas pelas vertentes e patamares. Áreas acumuladoras: fundos de vales, nos quais predomina a coleta e o acúmulo de matéria, energia e informação provenientes das áreas mais elevadas e a partir daí, são novamente transmitidas de forma concentrada ou seletivamente através dos canais fluviais (MATEO RODRIGUEZ et al., 1995).

Logo em seguida pelos geofluxos que potencializam a dinâmica do Sistema, constituídos por hídrico litorâneo: ondas, correntes e marés são as maiores responsáveis pela formação desse geofluxo; hídrico estuarino: interação entre a água doce subterrânea, do escoamento superficial e das variações de marés; litorâneo eólico: associado à ação dos ventos sobre os sedimentos dispostos na planície litorânea, relacionado à sazonalidade climática e à ação eólica; hídrico fluvial: responsável pelo aporte de água doce proveniente da bacia hidrográfica; hídrico subterrâneo: potencial associado aos aquíferos de dunas e barreiras, atuando de modo a fornecer água doce para o sistema; e por fim, gravitacional: emissão de sedimentos das falésias e tabuleiro para as áreas mais rebaixadas do sistema (planícies, lagoas, faixa de praia). Para determinação desses geofluxos tomou-se como base trabalhos realizados por autores como Castro, Gonçalves (2003); Maia et al., (2006); Meireles, (2010); Peulvast e Sales (2004); Quintela (2008); Silva (1998); Sousa (2007), que desenvolveram estudos na área com enfoque na determinação da dinâmica dos fluxos.

Na sequência, determinou-se para cada unidade sua função geoecológica principal: a) Força, b) Entrada, c) Armazenamento, d) Produção, e) Regulação, f) Interação (VIDAL, 2014). A mesma autora ressalta que o modelo de funcionamento das paisagens, os conceitos fundamentais de autorregulação e relações reversíveis foram tomados de Armand (1984); Chestakov; Drozdov (1992); Diakonov (2004) e Sotchava (1978) estes, foram aliados à investigação de campo e aos dados empíricos.

Por fim, destaca-se que tal aplicação é de forma empírica e qualitativa de forma entender a dinâmica e os processos atuantes na área, aportados por obras científicas de escalas locais e regionais.

Resultados

De acordo com figura 01, a área de estudo foi analisada como um sistema ambiental que se inter-relaciona, influenciando a dinâmica paisagística local, assim, denominou-se os ambientes como: dunares, estuarinos, praiais e sistemas associados (tabuleiros pré-

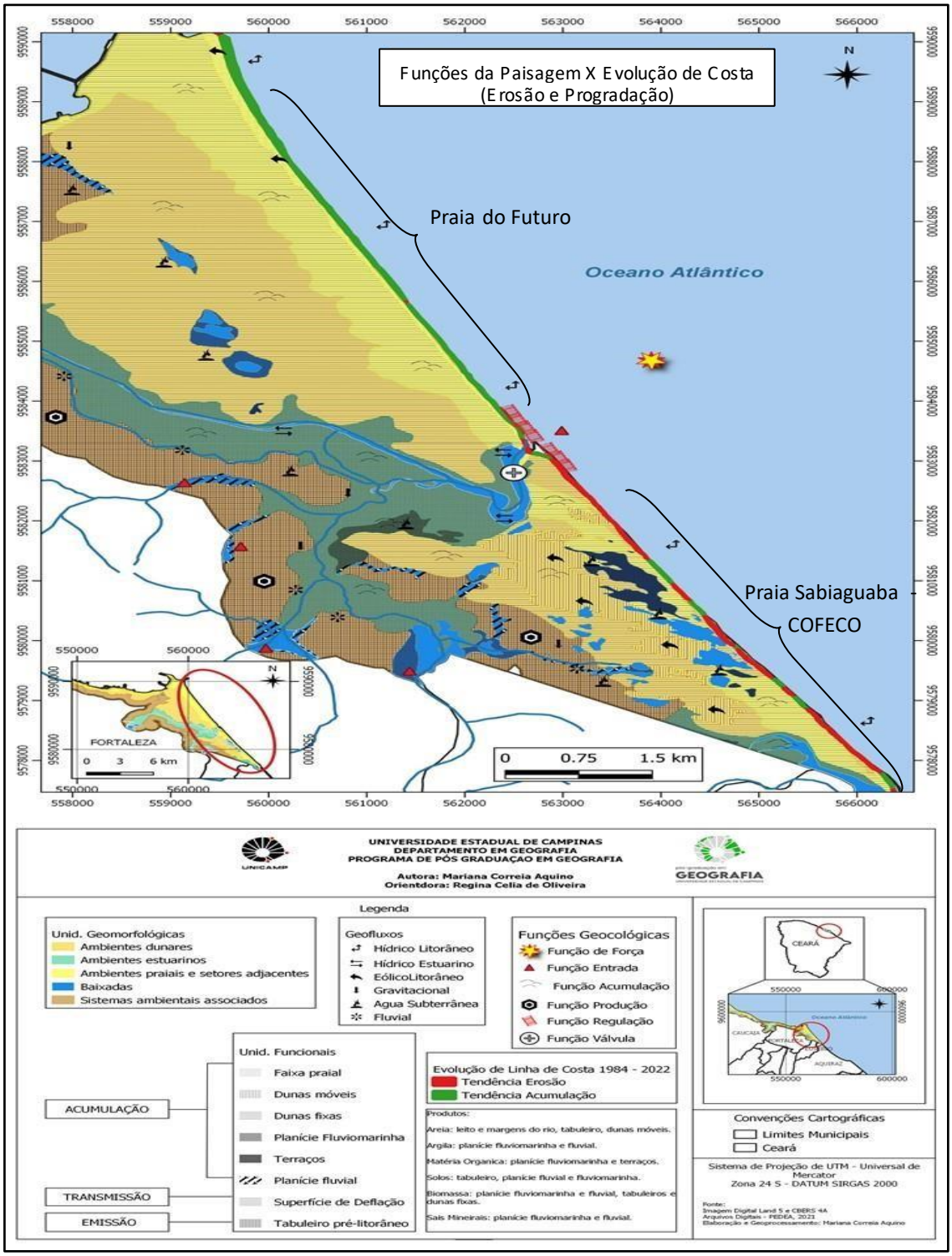
litorâneos). Atrelados aos ambientes foi compatível estabelecer os relevos, no qual obtiveram faixa de praia, dunas móveis, dunas fixas, planícies fluviomarinha, terraços, planície fluvial, superfície de deflação e tabuleiros pré-litorâneos. Tais sistemas e subsistemas contribuíram para melhor compreensão na aplicação das funções da paisagem. O relevo é a base da estrutura das paisagens, pois as características geomorfológicas constituem-se como um importante regulador dos processos de formação das paisagens (VIDAL, 2014).

Logo, transferência de um fluxo a outro é importante para se determinar a função dos sistemas. Na área em estudo, os geofluxos são identificados por:

- Geofluxo hídrico litorâneo: este fluxo de matéria e energia implica na faixa litorânea com entrada de sedimentos (matéria), influenciados pelas correntes litorâneas longitudinal e transversal, fazendo a retroalimentação das praias e dunas frontais, sendo característico de acumulação. Este geofluxo considera-se como importante vetor, haja vista que os índices de erosão e acumulação estão na unidade de relevo faixa de praia, no qual se mantém como interface entre oceano e continente.
- Geofluxo hídrico estuarino: área com diferentes interações, onde predominam o fluxo de água doce e oscilações periódicas dos mares. Este geofluxo define as unidades de planícies fluviomarinhas, recebendo vegetação de mangue e terraços fluviais com vegetação de apicuns e salgado. Destaca-se que o Rio Cocó alimenta a Praia do Futuro, tornando em toda sua extensão uma Praia Progradacional.
- Geofluxo litorâneo eólico: um dos principais mecanismo de formação de ondas, pois representa energia cinética da atmosfera para superfície da terra, no qual contribui em um dos fatores de formação das faixas de praias, seja de acumulação ou erosão. Atua também na formação de dunas frontais e na retroalimentação de dunas móveis e fixas, que dispõe no Rio Cocó. A dinâmica eólica mobiliza as areias dispostas nas praias, transportando e acumulando-as na zona de pós-praia ou no interior da zona costeira. Não constitui um fluxo permanente e sua ação é variável.
- Geofluxo hídrico subterrâneo: os ambientes dunares representam característica sedimentológica no qual apresenta vocação hidrogeológica, sendo aflorados pelas baixadas, figura 01, no qual se resume em lagoas e lagunas ou ambientes de inundação. O afloramento do lençol freático nos setores do campo de dunas aumenta a recarga hídrica das pequenas lagoas que compõem a área, e diminui a migração das dunas.
- Geofluxo gravitacional: Está associado ao aporte de areias, sementes, nutrientes e matéria orgânica, mobilizados pela erosão e carreamento desses para áreas mais rebaixadas, os fluxos eólicos e hídricos também atuam em conjunto nesse processo. Este ambiente, em sua maioria se encontra em unidades com declividade maior, no caso específico, encontra nos tabuleiros pré-litorâneos.

• Geofluxo hídrico fluvial: Durante os períodos de maior vazão contribui para aumentar a disponibilidade de água doce e maior sedimentação para alimentação da praia posterior, no qual consta a Praia do Futuro.

Figura 1. Mapa 01 – Funções da Paisagem atrelados a evolução de costa.



Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Assim, deve-se considerar que as funções geoecológicas resumem os processos de matéria e energias, tendo como resultado as seguintes funções: força, entrada, acumulação, produção, regulação e de válvula. Os principais processos que evidenciam a dinâmica funcional da paisagem da área se encontram na tabela 01:

Quadro 01: Funções da Paisagem no litoral leste de Fortaleza, Ceará.

Função Força	Esta resume-se na energia e matéria atrelados a interação entre função de entrada, ou seja, por dados climáticos que resultam na entrada de energia, no qual encontra-se no comportamento hídrico marítimo e fluvial. Assim, destaca-se o Rio Cocó, Ondas e Marés. *Fonte: Imagens Google. Rio Cocó*
Função Entrada	Esta função ao fluxo hídrico pelos sistemas praiais e estuarino. A entrada de matéria, principalmente, rege o comportamento fluvial e marinhos, advindos da precipitação e clima atrelados a função força.

	 Fonte: Imagens Google. Tabuleiros pré-litorâneos Praia do Cofeco.
Função Acumulação	Determina a estrutura espacial do sistema. Acumulam, armazenam, absorvem e filtram os fluxos. Estes ambientes encontram-se como produtos: faixa de praia, dunas móveis, dunas fixas, planícies fluviomarinhas, fluviais e terraços. *Fonte: Imagens Google. Dunas de amortecimento do Cocó.*
Função Produção	É também denominado “emissor” que consiste em receber, absorver, consumir e transportar os fluxos, no qual identifica a unidade tabuleiros pré-litorâneos.

	 Fonte: Imagens Google. Tabuleiros pré-litorâneos da Praia do Cofeco.
Função Regulação	Caracterizados por válvulas de saídas e entradas, regulando os fluxos e garantindo a exclusão dos produtos evacuados pelo Sistema, consistindo na foz dos ambientes estuarinos. Os principais reguladores do sistema estão pontuados pela ação do vento e a água proveniente do mar e do rio. *Fonte: Imagens Google. Regulação na Praia do Futuro. Rio Cocó.*
Função Válvula	Processo que combina diferentes tipos de fluxo de energia e de materiais, onde os fluxos interagem, sendo este identificados no ambiente estuarino. Esta função conversa muito com função regulação.

Fonte: Imagens Google. Praia do Cofeco.

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Aportados por Vidal (2014), tais funções resultam se interagem com sistema praial, no qual observa-se a variação de linha de costa que é resultado muitas vezes dos processos continentais e marinhos na planície costeira. Assim, de acordo com Figura 01, observa-se dois diferentes trechos que tem suscetibilidade à erosão e acumulação, dos últimos 40 anos. Setores erosivos constam, em sua maioria na Praia de Sabiaguaba – COFECO, haja vista em decorrência de menores quantidade de geofluxos e funções geoecológicas, ao contrário do que pode ser visto na Praia do Futuro que constam maiores funções, sendo este possuindo maiores interações entre os sistemas. Tais fenômenos levam a crer a interação dessas unidades de relevo atrelados às funções que levam a esses resultados de erosão e acumulação.

Localizado na Praia da Sabiaguaba - COFECO, em sua maioria tiveram uma tendência a erosão e pequenos trechos com acumulação. Esse trecho tem duas principais influências que são acumulação e produção, entretanto essas funções tem relevância continental e tem fluxos em direção aos subsistemas da Praia do Futuro. Assim, tendo alta energia e material, os relevos fluviomarinhos e fluviais se comportam como esponjas dos sedimentos produzidos para setores adjacentes. É importante ressaltar que esse trecho tem influência no sistema fluvial Rio Pacoti, porém com uso fluvial, através de barragens e açudes, pode acontecer pouca vazão de sedimentação para contribuir na alimentação da presente praia sucessora.

Adiante, observa-se a Praia do Futuro com dinâmica oposta, com tendência de acumulação. Esta praia, possui influências como função de entrada, através do sistema fluvial, e a função de produção, através dos tabuleiros pré- litorâneos. Estes sistemas contribuem

para alimentação e consequente acumulação. Em obras cientificas locais como Paula (2015), denota que a construção do Porto do Mucuripe com promontório artificial em sua ponta, intensifica o volume de sedimentação na orla local.

Assim, o fluxo de matéria e energia dentro do sistema estrutura-se através desses canais de comunicação e, na maioria das vezes, essas estruturas são tão complexas que não se consegue ao certo traçá-las, pois parcelas desses fluxos ficam armazenadas em diversos setores do sistema, enquanto outras parcelas vão se transformar em reservas de funcionamento (VIDAL, 2014). Como observa-se na área de estudo, alguns trechos não se comportam como praias de acumulação, devido ao fretamento e armazenamento de sedimentos que migram para outros setores e que não acontece a interação de retroalimentação entre a faixa de praia e demais unidades de relevo, sendo este observados na Praia da Sabiaguaba - COFECO.

Este trecho mostra que a região apresenta expressivos índices de erosão ao longo do trecho estudado, com valores mínimos de -3,63m/ano, com tendências máximas pontuais de deposição (+1,78m/ano). Ressalta-se que o médio curso e alto curso desse rio estão inseridos em um núcleo de semiaridez, o caudal é reduzido e controlado por um número significativo de barragens construídas para abastecimento (MARINO, 2013). Segundo Morais et al. (2006), os efeitos na zona costeira podem ser observados na diminuição da função do espigão hidráulico, aceleração dos processos morfodinâmicos na foz, ampliação das áreas de influência longitudinal da maré salina, hiper salinização sazonal e diminuição do aporte de sedimentos argilo-siltosos na planície fluviomarinha. Destaca-se que esta região se encontra a jusante, no ambiente estuarino, onde a variação da linha de costa também é fortemente associada a tais fatores.

Ao contrário, a Praia do Futuro apresenta-se de forma progradacional, devido a influências de diversas forças atuantes contatados no geofluxo de força de entrada atrelado ao geofluxo de hídrico litorâneo. Obras científicas como Aquino (2009), Paula (2012), Albuquerque (2005) ratificam como uma praia progradacional, sendo esta do tipo intermediária a dissipativa. Vale destacar valores como taxa de variação de costa foi de 1,01m/a (±1,86), apresentando mínimo de -3,96 e máximo de +3,59 (MARINO, 2013).

Conclusões

Assim, na Praia da Sabiaguaba – COFECO observa-se o geofluxo eólico litorâneo, sendo este armazenados pelas lagunas interdunares. O geofluxo que possuem maior influência, atrelados a alimentação e retroalimentação na faixa da Praia do Futuro consiste no hídrico estuarino.

As funções geoecológicas são caracterizadas pela interação de matéria e energia, tornando as unidades geomorfológicas responsáveis por uma função. Assim, para trecho do litoral da Sabiaguaba – COFECO, destaca-se a função de armazenamento/acumulação, com lagunas interdunares, armazenando a sedimentação para continente e posterior drenagem do Rio Cocó, através do geofluxo eólico litorâneo, não ocorrendo a retroalimentação nas faixas de praia. É importante falar que geofluxo hídrico que provem do Rio Pacoti não contribui tanto para sedimentação deste trecho.

A Praia do Futuro, observa-se as funções de entrada, válvula, regulação e acumulação, tornando um ambiente retroalimentativo, da maneira que este trecho leva classificação progradacional.

Um ponto muito interessante é Praia da Sabiaguaba-COFECO não possui um número de ocupação tão elevado quanto a Praia do Futuro, onde acontece maiores funções e contribuem para retroalimentação praial, através das unidades geomorfológicas.

Assim, entender os processos e defini-los de maneira funcional para cada unidade geomorfológica define a dinâmica do ambiente, levando a crer informações para implantação do melhor ordenamento costeiro, considerando a partir do presente conhecimento a variável uso e ocupação na planície costeira.

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela oportunidade de sempre poder fazer ciência. É sempre apaixonante estar nos entrelaces do nosso conhecimento. A professora Regina Célia de oliveira juntamente a Instituição Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP e agência de fomento CAPES, no qual me sinto lisonjeada em fazer parte dos grupos de pesquisa, respeitando sempre suas exigências para melhor êxito.

Referências

AGUIAR, M. J. N., VIANA, M. J. N., Crisóstomo, J. T. V. A., Aquino, R. C., Barretro Júnior, F. C. Dados climatológicos: Estação de Fortaleza (Documento 86). Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, ISSN 1677-1915. 2003.

ALBUQUERQUE, M.G.; PINHEIRO, L.S. Estádios morfodinâmicos e sua relação com os riscos de banho de mar na praia do Futuro, Ceará. Anais do II Congresso Brasileiro de Oceanograa (ISBN: 972-8008-23-6), CDROM, p. 01-03, Vitória, ES, Brasil.2005.

AQUINO, Mariana Correia; MORAIS, Jáder Onofre; SOARES, Raquel Cavalcante. Anáalise do Balanço Sedimentar na Praia do Futuro, Ceará, Brasil. In: XII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada – SBGFA. Viçosa. 2009.

ARMAND, A. D. Los processos del auto desarrollo y la dirección en los geossistemas (em russo). In: Conceptos principales, modelos y métodos de las investigaciones geográficas generales. Instituto de Geografia de la Academia de Ciencias de la URSS. 1984, p. 88-96. Tradução livre: José Manoel Mateo Rodriguez. Universidade de Havana, 2013.

BARROS, E. L. Erosão costeira no litoral do município de Icapuí-Ce na última década: causas, consequências e perspectivas futuras. 2018. 254 f.: Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

CASTRO, J. W. A. GONÇALVES, Ronaldo Antonio. O processo de soterramento da cidade de Paracuru, Ceará por dunas móveis transversais submetidas a regime de vento unimodal. In: II CONGRESSO DO QUATERNÁRIO DE PAÍSES DE LÍNGUAS IBÉRICAS E II CONGRESSO SOBRE PLANEJAMENTO E GESTÃO NA ZONA 183 COSTEIRA DOS PAÍSES DE EXPRESSÃO PORTUGUESA. Anais. Recife – PE. 2003.

CHESTAKOV, A. S.; DROZDOV, A. V. La dinâmica de los paisajes y degradación del medio ambiente. In: GLAZOVSKII, N. F.; SDASIUK, G. D.; MAMAEVA, L. Y. U. Cambios globales y inter-relaciones regionales: análisis geográfico. II – Cambios del medio ambiente (em russo). Instituto de Geografia, Academia de Ciencias de la URSS, Moscou, 1992, p. 98121. Tradução livre: José Manoel Mateo Rodriguez. Universidade de Havana, 2013.

CHU, Z.X.; Sun, X.G.; Zhai, S.K.; Xu, K.H. Changing pattern of accretion/erosion of the modern Yellow River (Huanghe) subaerial delta, China: Based on remote sensing images. Marine Geology, v. 227, p. 13-30, 2006.

CROWELL, Mark; LEATHERMAN, Stephen P; BUCKLEY, Michael K. Historical shoreline change: error analysis and mapping accuracy. Journal of Coastal Research, Flórida, v. 7, n. 3, p. 839-852, 1991.

CUNHA, Cenira Maria Lupinacci;OLIVEIRA, Regina Célia de; CAPRI JUNIOR, Salvador; CANIL, K.; GUEDES, C. C. F.. Dinâmica Geomorfológica e alterações antrópicas da Ilha Comprida (SP). 2014. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual de Campinas.

DIAKONOV, K. N.; PROMONOVA, E. P. Funcionamiento y estado actual de los paisajes. (em russo). In: Geografia, sociedad, médio ambiente. Tomo II. Ed. Gorodets, Moscou, 2004. Tradução livre: José Manoel Mateo Rodriguez. Universidade de Havana, 2013.

FARIAS, Eduardo Guilherme G.; MAIA, Luís Parente. Uso de Técnicas de Geoprocessamento para a Análise da Evolução da Linha de Costa em Ambientes Litorâneos do Estado do Ceará, Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada. Lisboa, v. 10, n. 4, p. 521-554, dez. 2010.

MAIA, Luís Parente, et. al. Atlas dos Manguezais do Nordeste do Brasil: Avaliação das Áreas de Manguezais dos Estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco. SEMACE, Fortaleza, 2006.

MARINO, Márcia Thelma Rios Donato; FREIRE, George Satander Sá. Análise da evolução da linha de costa entre as Praias do Futuro e Porto das Dunas, Região Metropolitana de

Fortaleza (RMF), estado do Ceará, Brasil. Revista de Gestão Costeira Integrada, Lisboa, v. 13, n. 1, p. 113-129, 2013.

MATEO RODRIGUEZ, J. M. et. al. Análise da paisagem como base para estratégia de organização geoambiental: Corumbataí (SP). Geografia, Rio Claro, v.20, n.1, p.81-129, abr.1995.

MAZZER, A.M., Dillenburg, S.R. Variações Temporais da Linha de Costa em Praias Arenosas Dominadas Porondas do Sudeste da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil). 2009.

MEIRELES, A. J. A.; CAMPOS, A. A. Componentes geomorfológicos, funções e serviços ambientais de complexos estuarino no Nordeste do Brasil. Revista da ANPEGE, v. 6, n.6, p. 89-107, 2010.

MEIRELES, Antonio Jeovah de Andrade. Geomorfologia costeira: funções ambientais e sociais / Antonio Jeovah de Andrade Meireles - Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014

MORAIS, J.O. de; Freire, G.S.S.; Pinheiro, L.S.; Souza, M.J.N.; Carvalho, A.M. de; Pessoa, P.R.; Oliveira, S.H.M. (2006) - Caracterização siográca e geoambiental da zona costeira do estado do Ceará. In: D. Muehe (org.), Erosão e prograđação no litoral brasileiro, pp.131154, Ministério do Meio Ambiente (MMA), Brasília, DF, Brasil. ISBN: 8577380289.

Morais,J.O. . Contribuicao Ao Estudo de Sedimentacao do Porto do Mucuripe. In: XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 1971. ANAIS. SAO PAULO. v. 1.

MOURA, Filipe Maciel de. Análise geoespacial de dados multiespectrais no estudo temporal da linha de costa da praia de Parajuru, Ceará-Nordeste do Brasil. 2018. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2018.

OLIVEIRA, Regina Célia dePEREZ FILHO, A.; MENDES, Iandara Alves; FONTES, E. O.; Miranda, Elis de Araujo. Análise Geoambiental como subsídio ao Planejamento do Uso e ocupação das terras da Zona Costeira da Região Costa do Descobrimento (bahia). 2011.

PAULA, D.P., Dias, J.M.A., Ferreira, O., Morais, J.O., 2013. High - rise development of the sea - front at Fortaleza (Brazil): Perspectives on its valuation and consequences.Ocean & Coastal Management.

PAULA, Davis Pereira de. Erosão costeira e estruturas de proteção no litoral da Região Metropolitana de Fortaleza (Ceará, Brasil): um contributo para artificialização do Litoral. REDE-Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 73-86, jun. 2015.

PEULVAST, J. P.; CLAUDINO SALES, V. La bande côtiere de l´etat du Ceará, nord-est du Brésil: presentation geomorphologique. Mercator, Revista de Geografia da UFC, Fortaleza, v. 3, n.5, p. 95-123, 2004

QUINTELA, T. O. F. A dinâmica ambiental do estuário do rio Curu-CE: subsídios para o monitoramento e gerenciamento da Área de Proteção Ambiental. 2008. 140f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia, UECE, Fortaleza, 2008.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. Fortaleza: UFC, 2004.

RODRIGUEZ, M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 5. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2017.

SILVA, E. V. Dinâmica da paisagem: estudo integrado de ecossistemas litorâneo em Huelva (Espanha) e Ceará (Brasil). 1993. 281f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Rio Claro-SP, 1993.

SILVA, Edson Vicente da. Geoecologia da paisagem do litoral cearense: uma abordagem a nível de escala regional e tipológica. 1998. Tese de Professor Titular, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1998.

SOTCHAVA, V. B. Introdução à teoria dos geossistemas (em russo). Novosibirsk: Editora Nauka, 1978, 319p. Tradução livre: José Manuel Mateo Rodriguez. Universidade de Havana, 2013.

SOUSA. Paulo Henrique Gomes de Oliveira. Dinâmica ambiental e transformações socioespaciais da orla marítima de Paracuru – Ceará. 2007.

SOUSA, Paulo Henrique Gomes de Oliveira. Vulnerabilidade à erosão costeira no litoral de São Paulo:: interação entre processos costeiros e atividades antrópicas. 2013. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SOUZA, Marcos José Nogueira de. Contribuição ao estudo das unidades morfoestruturais do estado do Ceará. Revista de Geologia, n1. 1988.

THIELER, E.R., HIMMELSTOSS, E.A., ZICHICHI, J.L., ERGUL, A. (2005). DigitalShoreline Analysis System (DSAS) version 4.0—An ArcGIS extension for calculatingshoreline change: U.S. Geological Survey Open-File Report 2008-1278.

TREBOSSEN, H. ; Deffontaines, B .; Classeau, N. ; Kouame, J. ; Rudant, J.P. Monitoring coastal evolution and associated littoral hazards of French Guiana shoreline with radar images. C. R. Geoscience, v. 337, p. 1140– 1153, 2005.

TRICART, J. Principes et Méthodes de la Géomorphologie. Paris: Masson et Cie, 1965. 496p.

VIDAL, M. R. Geocologia das Paisagens: fundamentos e aplicabilidades para planejamento ambiental no baixo curso do Rio Curu – Ceará – Brasil. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universaidade Federal do Ceará. 2014.

Uso e Ocupação do Solo e Impactos Ambientais no médio curso da Bacia Hidrográfica do rio Potengi/RN

Soil Use and Occupation and Environmental Impacts in the middle course of the Potengi River Basin/RN

Gabriella Cristina Araújo de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-4228-1934
limagabriella8@gmail.com

Juliana Felipe Farias
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-0185-2411
juliana.farias@ufrn.br

Thales de Almeida Xavier
Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do RN
0000-0002-5128-3448
thalesax@gmail.com

Resumo: O presente estudo aborda a paisagem no médio curso da bacia hidrográfica do rio Potengi/RN com base no uso e ocupação do solo, para fins de subsidiar o planejamento e a gestão ambiental da porção da bacia. O objetivo geral da pesquisa foi analisar a dimensão do uso e ocupação e os impactos causados, oriundos do manejo inadequado dos recursos naturais no médio curso da bacia hidrográfica do rio Potengi. No que tange as metodologias, utilizou-se e a Geoecologia das Paisagens como instrumento para subsidiar a formulação de diagnósticos, ações corretivas e/ou preventivas com vistas a um desenvolvimento sustentável. Os usos identificados e interpretados como mais frequentes são: áreas agrícolas, pecuária, coberturas vegetais, áreas urbanas e os recursos hídricos.

Palavras-chave: Uso e Ocupação do Solo; Paisagem; Bacia Hidrográfica; Impactos Ambientais.

Abstract: The current study addresses the landscape in the middle course of the Potengi/RN river basin based on the use and occupation of the soil, in order to subsidize the planning and environmental management of the portion of the basin. Aiming to add to the resolution or mitigation of this and other problems, the general objective is to analyze the dimension of use and occupation and the impacts caused by the inadequate management of natural resources in the MCBHRP. With regard to methodologies, the Geoecology of Landscapes was used as a tool to support the formulation of diagnoses, corrective and/or preventive actions that end up guaranteeing sustainable development. The uses identified and interpreted as more frequent are agricultural areas, livestock, vegetation cover, urban areas and water resources.

Keywords: Land Use and Occupation; Landscape; Hydrographic Basin; Environmental Impacts.

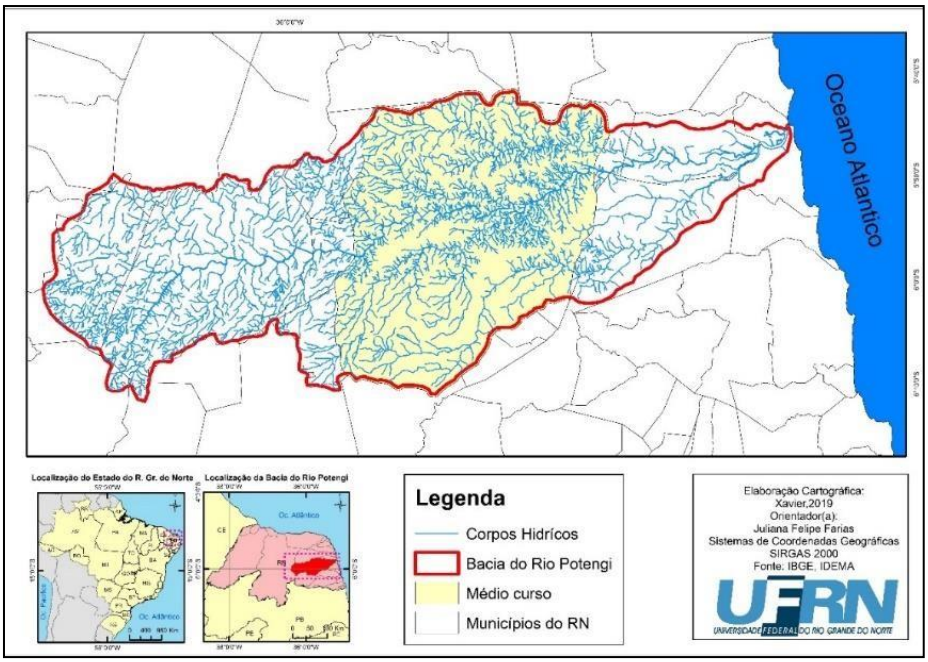
Introdução

O crescimento urbano desordenado e desigual geram notoriamente o aumento dos impactos sofridos no globo terrestre, que vem crescendo em função de diversos processos pretéritos que se utilizavam da exploração dos recursos naturais de modo desordenado, gerando desequilíbrio em nosso sistema natural. Diversos são os impactos ambientais que marcam o cenário atual da nossa sociedade.

Nesse estudo, foi adotado bacia hidrográfica como unidade e ferramenta estratégica para a ações de planejamentos, sendo definida como uma área geográfica definida por divisores topográficos drenados por pequenos e/ou grandes arroios, com áreas geralmente englobadas dentro dos limites de mais de uma unidade administrativa, como uma região ou englobando municípios. Esta área é admitida como a unidade territorial capaz de enfocar as variáveis ambientais de forma sistêmica (SILVA, 1994).

Os trabalhos foram desenvolvidos com foco na análise do uso e ocupação da cobertura do solo no médio curso da bacia hidrográfica do rio Potengi (MCBHRP - Figura 1). O rio Potengi, principal canal da bacia, nasce na região Agreste do estado, mais precisamente no município de Cerro Corá, desaguando na capital potiguar a 176 Km aproximadamente. Possui aproximadamente 3. 345 km2 de área drenada, contemplando total e parcialmente a área de 23 municípios, dos quais 17 possuem suas sedes municipais dentro dos limites da bacia. São eles: Natal, São Gonçalo do Amarante, Macaíba, Ielmo Marinho, Santa Maria, São Pedro, Bom Jesus, Serra caiada, São Paulo do Potengi, Senador Eloi de Souza, Riachuelo, Barcelona, Ruy Barbosa, Sitio Novo, Lagoa dos Velhos, São Tomé e Cerro Corá.

Figura 1 – Mapa de Localização da área de estudos.



Fonte: Os autores (2022).

A bacia hidrográfica do Rio Potengi é uma das mais importantes do estado do Rio Grande do Norte sendo responsável pelo funcionamento de diversas atividades econômicas na capital do Estado e parte de sua região metropolitana. A referida bacia localiza-se na porção do nordeste setentrional brasileiro no estado do Rio Grande do Norte possui duas

estações, um verão seco e uma estação chuvosa compreendendo um clima tropical chuvoso do tipo As' (ALVARES, 2014).

A natureza da drenagem da bacia quanto à direção do escoamento é exorréica e apresenta padrão predominantemente dendrítico. O relevo ao longo da bacia é diversificado sendo o médio curso caracterizado por uma região com declividade leve de leste a oeste, definindo o curso do rio. O rio está inserido em uma planície fluvio-marinha que se transforma em uma planície fluvial. As duas unidades compreendem a geomorfologia da Faixa Litorânea e são envolvidas por relevos tabulares dos Tabuleiros Costeiros (SERHID, 1998).

Desta forma a preservação da área de estudo é de imprescindível relevância, pois nela encontram-se nascentes e rios de primeira e segunda ordem, ou seja, são responsáveis pelo abastecimento do sistema hidrográfico como um todo, bem como para desenvolvimento dos munícipios inseridos no perímetro da bacia.

A justificativa da pesquisa se dá, mediante a importância do entendimento uso e ocupação do solo, que é uma ação essencial para a manutenção do equilíbrio da bacia hidrográfica como um todo, e a utilização das geotecnologias pode contribuir de forma eficaz neste processo, a qual desempenha um papel fundamental na qualidade de vida da população residente na área.

Assim, o objetivo geral do estudo é o de analisar as classes do uso e ocupação e os impactos causados oriundos do manejo inadequado dos recursos naturais no MCBHRP, subsidiando assim a elaboração de planejamentos paisagísticos e proposição de medidas mitigadoras para os impactos identificados.

Material e Método

Geoecologia das Paisagens como embasamento teórico e metodológico de análise

Para o desenvolvimento de trabalhos que tenham como objetivo a análise do uso e ocupação do solo em determinada área, faz-se importante realizar uma correlação entre todos os elementos que compõem o todo, ou seja, uma análise integrada que possibilite uma visão tanto dos aspectos físicos ambientais quanto do panorama socioeconômico.

Diante desta perspectiva, se insere a Geoecologia das Paisagens, cuja metodologia engloba aspectos vinculados as questões ambientais, sociais e culturais envolvidas no processo de análise da Paisagem. A Geoecologia tem sua gênese advinda dos trabalhos realizados por Humboldt, Dokuchaev e Troll (GUERRA; MARÇAL, 2015). Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2017) apontam que a Geoecologia se insere como uma nova perspectiva de multidisciplinariedade associada à questão ambiental.

Klink (1981) define a geoecologia como o estudo da massa natural e dos balanços de energia de uma paisagem que podem ser determinados qualitativa e quantitativamente

através dos ciclos ecológicos individuais, ressaltando que as abordagens geoecológicas focalizam as investigações nas relações funcionais e genéticas, na medida em que estas podem explicar o estado presente.

Lima (2021) enfatiza a necessidade de se conhecer o meio físico da área de estudos através de subsídios fornecidos pela Geografia Física, no qual podem ser interligados pela visão sistêmica e integradora, destacando abordagens ligadas a Ciência Geográfica aplicadas a investigações, aplicações e tomadas de decisão na perspectiva ambiental.

Ao abordar as análises integradas, infere-se que é seguindo esse viés de integração entre sociedade/natureza que o presente trabalho se apoia, na utilização da categoria Paisagem, a fim de entender as alterações, modificações e impactos sofridos no espaço na área de estudos.

A Geoecologia das Paisagens se insere na vertente do planejamento com caráter essencial para contribuições na gestão dos recursos naturais. Segundo Santos (2004), as ações de planejamento são eficazes para subsidiar a organização das atividades humanas, podendo ser definido como um:

> "processo contínuo que envolve a coleta, organização e análise sistematizadas das informações, por meio de procedimentos e métodos, parachegar a decisões ou a escolhas acerca das melhores alternativas para o aproveitamento dos recursos disponíveis. Sua finalidade é atingir metas específicas no futuro, levando a melhoria de uma determinada situação e aodesenvolvimento das sociedades." (SANTOS, 2004, p 24).

A aplicação da Geoecologia das Paisagens como modelo teórico e metodológico investigativo atrelado ao planejamento ambiental contribui para a análise da totalidade da área escolhida, por isso, buscando retratar a somatória dos fatores que compõe a Paisagem da área, define-se como área de estudos um recorte dentro de uma bacia hidrográfica. Lima (2021) confirma que

> A utilização das bacias hidrográficas como categorias de análise para estudos que abordam concepções sobre a relação entre sociedade e natureza, aumentou ainda mais a sua relevância tendo em vista as intervenções antrópicas, muitas vezes negativas, nas quais desencadeiam efeitos negativos ao meio ambiente, por esta razão é que o planejamento ambientalse encontra atrelado apoiado nos estudos sobre o uso das bacias hidrográficas, objetivando o manejo ambiental integrado (LIMA, 2021, p.22).

A abordagem das bacias como recortes de planejamento e gestão, emergiu como uma forma holística e abrangente de realizar trabalhos, viabilizando a tomada de decisões (VOINOV; COSTANZA, 1999). Para Porto e Porto (2008) afirmam que as abordagens devem

ser minuciosamente planejadas de acordo com a realidade socioeconômica, ambiental, dimensional e da necessidade de intervenção em cada bacia hidrográfica, de modo que “a questão da escala a ser adotada depende do problema a ser solucionado”.

Partindo para um campo mais aplicado em unidades funcionais, os estudos realizados em bacias hidrográficas com enfoque ambiental integrado, permitem a identificação das formas de uso e ocupação dos recursos naturais e da terra, fazendo correlações entre os diferentes agentes atuantes (FARIAS, 2020, p.05).

Dessa forma, Rodriguez, Silva e Leal (2011) enfatizam a ideia de que a análise da bacia hidrográfica a partir de uma perspectiva sistêmica é válida, porque no caso dos recursos hídricos, a tarefa consiste em compreender e considerar as relações do arranjo espaço-temporal do papel da água como recurso indispensável no funcionamento da biosfera, surgida e limitada dentro do complexo da geosfera ou esfera geográfica.

Assim, tomando como base os conceitos e definições teóricas acerca da aplicabilidade de um planejamento eficaz em bacias hidrográficas, a análise da classificação do uso e ocupação do solo compreende uma preocupação, cada vez mais frequente, sobre a forma e o tipo de ocupação do seu território. Entende-se que pesquisas, análises e interpretações do uso e ocupação do solo e da dinâmica geoambiental colaboram, de maneira consistente, com o conhecimento aprofundado de uma região, como indicam Medeiros e Petta (2005).

Por conseguinte, o levantamento do uso e ocupação do solo como parte de um diagnóstico ambiental é a primeira etapa para o planejamento conservacionista como estratégia para a reversão e prevenção de quadros presentes e futuros para bacias hidrográficas.

Desse modo, o estudo aqui detalhado baseia-se na análise geoecológica da paisagem enquanto material teórico conceitual, que viabiliza uma análise sistêmica dos aspectos ambientais e socioeconômicos. Com relação a metodologia, adotaram-se procedimentos propostos com a finalidade de se aplicar os preceitos teóricos apresentados e a obtenção das classes de uso e ocupação do solo na área de estudos.

Procedimentos Metodológicos

Para realização do estudo, realizaram-se os levantamentos bibliográficos, geocartográficos, obtenção de imagens de satélite da área de estudos e análises em campo, seguida de análises correspondentes ao período cuja destinação foi a interpretação, tabulação e representação dos resultados obtidos em campo.

O mapeamento de uso e ocupação do solo foi realizado pelo software ArcGIS e envolveu o uso de tecnologias avançadas, com destaque para o processamento de imagens

multiespectrais provenientes do satélite Sentinel 2, acessadas por meio da plataforma Google Earth Engine. Essas imagens de satélite fornecem informações ricas e identificadas sobre a superfície terrestre, permitindo a identificação de diferentes tipos de uso e cobertura do solo. Assim, as cores utilizadas são orientadas pelo Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013).

Para alcançar maior precisão e detalhamento na delimitação da área urbana dos municípios, foi realizada uma abordagem manual. Isso significou a vetorização dos perímetros das áreas urbanas, onde os limites das construções, infraestruturas e outras feições relevantes foram digitalmente capturados. Esse processo manual viabilizou uma maior precisão na delimitação das áreas urbanas, fornecendo informações específicas sobre a distribuição e extensão das atividades urbanas.

As análises realizadas foram: processamento, classificação de imagens e avaliação dos algoritmos aplicados. Na fase de processamento, as imagens foram preparadas para a realização da classificação, para que a qualidade dos dados fosse melhorada, com o emprego de algumas técnicas, como: realce da imagem; redução da dimensionalidade e registro. Para correção dos erros contidos na imagem devido à movimentação do satélite e curvatura da Terra (projeção e sistema de referência) foi executado o registro. Neste processo, fez-se o registro utilizando coordenadas geográficas dos pontos de controle, utilizando uma imagem previamente registrada, onde pontos devidamente identificados (georreferenciados) foram associados aos pixels da imagem de interesse.

Para se obter o produto final, primeiramente, realizou-se o mosaico das imagens de satélite obtidas através do Earth Engine, com uma resolução de 10 metros, abrangendo toda a área da bacia do rio Potengi, que se estende por 20 municípios. No entanto, devido à extensão da bacia, era necessária uma resolução de alta qualidade para garantir a precisão dos resultados. Para isso, incorporou-se o dado vetorial da bacia, permitindo sobrepor essa camada sobre a imagem raster. Dessa forma, foi possível recortar somente a área da bacia, focando nos processos de classificação da imagem e trabalhando com o recorte escolhido, evitando possíveis erros decorrentes de áreas fora de interesse.

Após realizar o recorte da área da bacia, prosseguiu-se com a identificação das bandas correspondentes às cores disponibilizadas pelo software, nesse caso, o RGB, sendo estes 5, 4 e 3 respectivamente. Essas bandas proporcionaram uma visão clara e precisa do local e dos elementos com os quais foram trabalhados. Em seguida, a partir da barra de ferramentas foi selecionada a função de classificação de imagem supervisionada para dar continuidade ao processo.

O início do processo de classificação supervisionada se dá através da edição que permite o reconhecimento das áreas distintas na imagem, a qual simultaneamente começa a criar classes em uma tabela que aparece na tela quando inicia-se o processo. Em seguida,

foram digitalizados polígonos em torno dessas áreas, atribuindo um identificador para cada tipo de cobertura. Após definidas as áreas de amostragem, os pixels nelas contidos foram analisados e assinaturas espectrais foram criadas para cada objeto.

Esta função ainda permite o agrupamento de áreas equivalentes, tendo em vista que por mais que haja diferenciação na tonalidade de algumas áreas e objetos que compõe o espaço, eles apresentam a mesma classificação. Vale salientar que essas amostras foram colhidas em campo, reafirmando as assinaturas espectrais mais parecidas com o condizente a realidade. A fim de diminuir a probabilidade de erros. Por fim, executou-se o classificador, onde todos os pixels foram atribuídos com igual probabilidade para cada classe de uso.

No que diz respeito a presença de nuvens nas imagens, como o Google Earth Enginee compilou os melhores pixels do ano de 2019 e gerou uma imagem limpa e clara, não registrando a presença de nuvens. Em relação a seguridade do resultado em ligação a imagem, é de grande valia o reconhecimento e aceitamento global da plataforma que fornece a imagem e dos processos já citados.

Resultados e Discussão

Em suma, os estudos dessa natureza têm como propósito identificar, mapear e interpretar minuciosamente todas as circunstâncias relacionadas ao uso e ocupação do solo na área investigada. Assim, servindo como base para ações integradoras por parte dos gestores competentes e facilitando a criação de políticas públicas efetivas para o ordenamento da área estudada, ressalta-se que por se tratar de uma bacia com um elevado contingente populacional, constatam-se os mais variados usos e problemáticas de caráter ambiental.

Para compor as classes de uso do solo, foi realizado um detalhamento entre as classes para verificação das diversas atividades que as compõem. No quadro 1, é possível a visualização de forma sintética deste detalhamento.

Quadro 1 – Síntese das classes e feições que compõem o mapeamento de uso e ocupação do solo

CLASSES	Feições
Áreas urbanas vetorizadas	Telhados metálicos
	Telhados de cerâmica
	Asfalto
	Laje exposta
	Drenagens superficiais
	Pontos de barramento

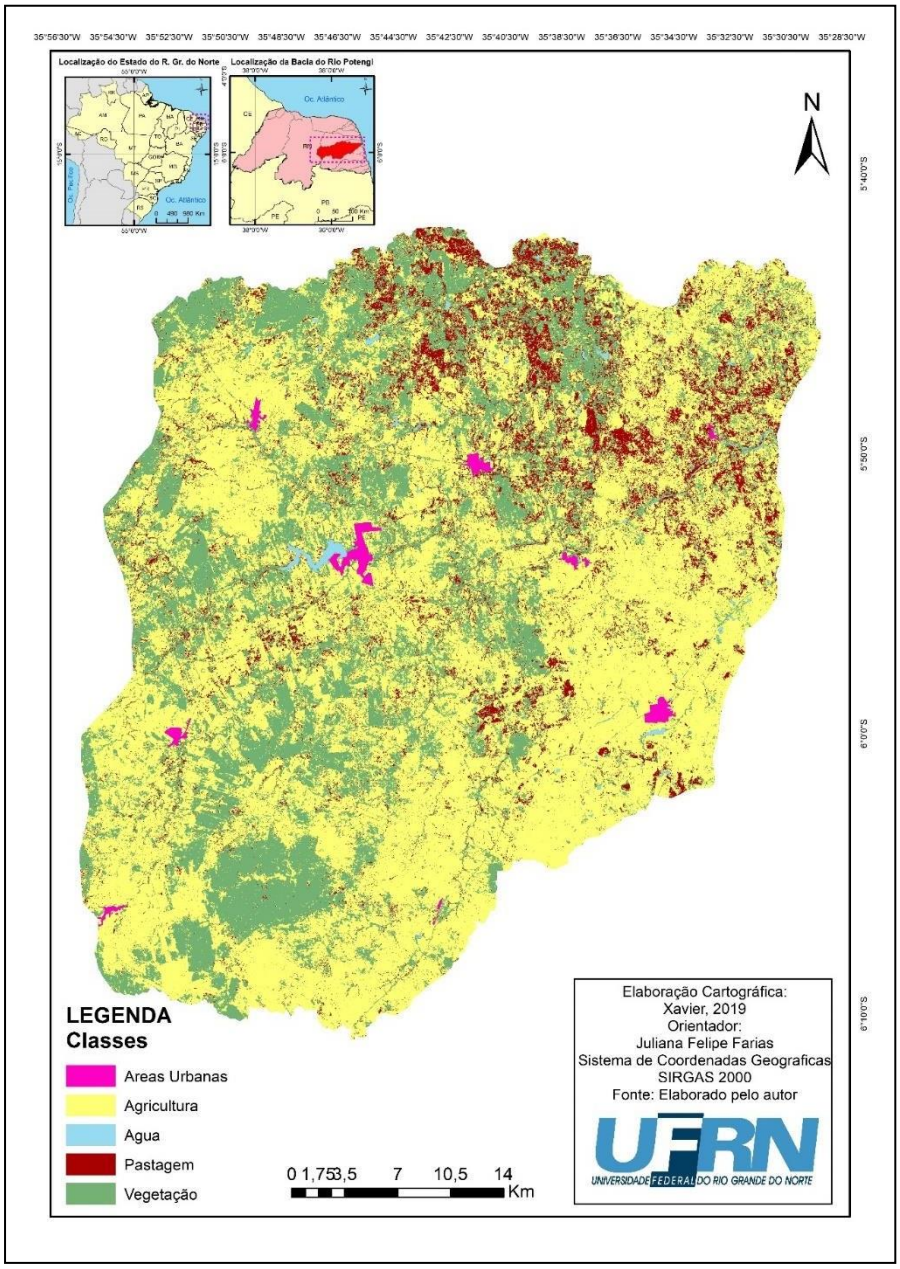
Corpos Hídricos	Rios
	Águas escuras
	Águas claras
Vegetação	Matas ciliares
	Vegetação arbustiva
	Vegetação rarefeita
Agricultura	Áreas de plantio
	Carcinicultura
	Solo exposto claro
	Solo exposto escuro
Pastagem	Area de pasto
	Area com vegetação herbácea em recuperação para atividade

Fonte: Os autores (2022).

Essas feições foram explicitadas no quadro acima para dar ênfase ao critério e ao conteúdo que corresponde a cada classe apresentada no mapeamento. Tais feições foram adaptadas para a área de estudo, com o intuito de supervisionar apenas as feições identificadas na área para deixar o mais plausível e fidedigno possível.

Logo, após o levantamento de todas as classes, elencando as diferentes atividades, seguido pela validação das amostras em campo, foram espacializadas no mapa de uso e ocupação da área de estudos (Figura 2) com a utilização de todos os conhecimentos adquiridos ao longo do trabalho e a tabela 1 demonstra o percentual de abrangência das classes dentro da área de estudos.

Figura 2 – Mapa de Uso e Ocupação do MCBHRP



Fonte: Os autores (2022).

Tabela 1 – Percentual de cobertura das classes mapeadas

Classes	Percentual de Cobertura
Áreas urbanas	1%
Corpos Hídricos	0,61%
Pastagem	10,10%
Vegetação	28,24%
Agricultura	60,05%
Total	**100%**

Fonte: Os autores (2022).

Com base nas classes mapeadas, evidencia-se que a atividade com maior ocorrência é a agricultura, ocupando cerca de 60,05% de toda cobertura do mapa. O que atribui um caráter preocupante, uma vez que possui grandes áreas de solo exposto, devido a exposição e intensificação dos processos erosivos recebendo diretamente o impacto direto das gotas de chuva. Faz-se importante ressaltar que as técnicas agrícolas implementadas na área ainda são de caráter rudimentar, como é possível visualizar na figura 3, a queima para preparo da terra, expondo o solo aos mais diversos tipos de condições.

Figura 3 – Queima para o preparo da terra antes de receber novo plantio

Fonte: Os autores (2022).

O transporte e deposição de sedimentos em áreas indevidas, compactação e selagem do solo, formação de crostas e feições erosivas, escoamento superficial em fluxo linear, ravinamento, entre outros, são os processos que degradam o solo e dificultam a infiltração da água derivada da precipitação. Além disso, a muitos anos devido o processo de povoamento, registra-se a alta e intensa retirada de madeira para diversos usos, mas destaca-se para uso doméstico, isto é, para utilizar a lenha.

Todos esses processos acima são intensificados pelas ações antrópicas, contribuindo para as perdas da biodiversidade, degradação dos solos, assoreamento de reservatórios e cursos d'água e com a perda de fertilidade e produtividade de solos agrícolas. Outra preocupação surge que são imensas áreas degradas que estão sujeitas ao processo de desertificação, sendo desencadeado pelas formas de uso e ocupação do solo indevida, resultando na improdutividade da terra e o ressecamento dos corpos de água.

O fator do ressecamento dos corpos d'água constitui-se enquanto um indicativo alarmante para a área, pois a ausência de corpos hídricos com um percentual menor do que 1% pode ser atrelado à quantidade exacerbada de barramentos ao longo dos rios, onde em sua grande maioria não são cadastrados legalmente e são irregulares do ponto de vista quanto a sua infraestrutura e construção.

Para além desses fatores, vale ressaltar o descarte de lixo as margens dos rios (figura 4), o despejo irregular de esgoto doméstico e efluentes e obras de drenagem que canalizam a drenagem superficial junto a esgoto doméstico pela falta de saneamento.

Figura 4 - Despejo de resíduos sólidos dentro do leito do rio.

Fonte: Os autores (2022).

O segundo maior percentual de cobertura é o de vegetação, percebe-se que onde há menor adensamento urbano e agricultura, há maior cobertura vegetal. Além dos fatores antrópicos, isso pode ser explicado também por fatores limitantes naturais, como por exemplo as serras, maciços e áreas onde são de difícil acesso, com declividade mais acentuadas, onde falta recursos hídricos superficiais. Por conseguinte, o relevo se torna um fator limitante, uma barreira física para a vegetação permanecer nativa e/ou se restaurar.

Em terceiro temos a pastagem com cerca de 10,10% de cobertura no mapeamento. A presença de tal atividade é comumente identificada no MCBHRP, onde ocorre em grandes e pequenas propriedades e majoritariamente das ocorrências está associada ao cultivo de culturas alimentícias para o gado como atividade de manutenção (figura 5). Tal atividade também suprime a vegetação natural para dar lugar ao gado e ao cultivo de diferentes culturas.

Figura 5 - Supressão da vegetação para criação de Bovinos e plantio de capim as margens do Rio Potengi.

Fonte: Os autores (2022).

O destaque na figura 5 enfoca o encanamento de uma bomba alocada na margem do rio Potengi, com o intuito de bombear a água de um poço para o plantio de capim e para dessedentação do gado. Ainda sobre a pecuária, importante destacar a de modo extensiva que é muito presente na área. O gado quando criado solto no pasto (figura 6), gera uma vulnerabilidade a erosão, pois por um fator biológico tender a andar sempre em fila indiana e assim, traça os mesmos caminhos repetidamente, compartimentando o solo e expondo.

Figura 6 – Pecuária extensiva registrada na área de estudos

Fonte: Os autores (2022).

A identificação, análise e correlação das mudanças ocorridas no período para a área se constituem como fundamentais no que cerne a caracterização ambiental e capacidade de suporte dos recursos naturais no médio curso. Assim, a partir dessa correlação, é possível o reconhecimento de áreas que devem ser consideradas como prioritárias para receber as ações de planejamento ambiental com o intuito de serem preservados, conservados e checadas as possibilidades de recuperados ao seu estado original ou próximo a ele.

Considerações Finais

A partir das análises realizadas na área de estudo fica evidenciada a necessidade da aplicação de um planejamento que garanta não só a qualidade ambiental, mas também a qualidade de vida daqueles vivem na área. Todas as classes apresentadas foram expostas trazendo consigo graus significativos de alteração por parte da ação antrópica.

Pretendendo a compreensão dos processos integrados entre sociedade e natureza, a Geoecologia das Paisagens se insere como aparato teórico e metodológico no desenvolvimento de classificação e detalhamento dos exemplares de uso e ocupação do solo visando servir de apoio para elaboração de medidas eficazes de planejamento ambiental futuras para redução dos impactos encontrados na área.

Assim, a busca pelo equilíbrio entre os condicionantes físicos ambientais e o uso e ocupação do solo precisa ser levada em consideração a partir de técnicas que direcionem a análise da paisagem, com fins a adequação e melhoria dos resultados encontrados. Para tanto, devem ser realizadas práticas sustentáveis como por exemplo a promoção de ações coletivas de reflorestamento de áreas degradadas com espécies nativas, podendo reflorestar antigas ares de plantio e pasto, margens de rios, assim, reintroduzindo a cobertura vegetal.

Por fim, fica claro a necessidade de se pensar o meio ambiente como um conjunto, onde neste trabalho, adotou-se a bacia hidrográfica como célula básica, tendo a Geografia Física e a Geoecologia das Paisagens como subsídio foi possível enxergar o todo e sintetizar o espaço geográfico.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Federal do Rio Grande do Norte; ao Laboratório de Geografia Física pela estrutura concedida e ao Grupo de Pesquisa em Geoecologia das Paisagens, Cartografia Social e Educação Ambiental (GEOPEC) pela colaboração no estudo realizado.

Referências

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, [s.l.], v. 22, n. 6, p.711-728, 1 dez. 2013. Schweizerbart. http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507.

FARIAS, J.F. Aporte Teórico e Metodológico da Geoecologia das Paisagens para os estudos em Bacias Hidrográficas. Revista Equador (UFPI). Vol. 9, Nº 2, p.19, 2020.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. Geomorfologia Ambiental. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2015. 189 p.

IBGE. Manuais Técnicos em Geociências: Manual Técnico de Uso da Terra. 3º ed. Rio de Janeiro. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf>.Acesso em: 15out. 2022.

KLINK, H. J. Geoecologia e Regionalização Natural. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo. Boletim 17 – Biogeografia, 1981.

LIMA, G. C. A. de. Geoecologia das paisagens aplicada ao planejamento ambiental na bacia hidrográfica do Rio Pitimbu/RN - Brasil. 2021. 122f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2021.

MEDEIROS, C.N.E, PETTA, R.A. Exploração de imagens de satélite de alta resolução visando o mapeamento do uso e ocupação do solo. In: Anais do Simpósio Brasileiro Sobre Sensoriamento Remoto - SBSR, Goiânia; 2005.INPE; 2005. p. 2709 -2716. Porto., M. F. A.; Porto., R. L. Gestão de bacias hidrográficas. Estudos Avançados, 22 (63), 2008.

RODRIGUES, J. M. M.; SILVA, E. V; CAVALCANTI, A.P.B. Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 5º ed. Fortaleza: Edições UFC, 2017.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; LEAL, A. C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da Geoecologia das Paisagens. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO, E. (org.). Diálogos em geografia física. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011.

SANTOS, R. F. Planejamento ambiental: Teoria e prática. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

SERHID. Plano Estadual de Recursos Hídricos: Relatório Sintese. Natal: Hidroservice Engenharia Ltda, 1998. 254 p.

SILVA, C. A. da. Manejo integrado em microbacias hidrográficas. Estudos Sociedade e Agricultura, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 182-188, nov. 1994.

VAINOV, A.; CONSTANZA, R. Watershed management and the Web. Journal of Environmental Management, 56, 231–245, 1999.

Explorando as Transformações da Paisagem em Baía Formosa (RN): Uma Análise Espaço-Temporal do Uso e Ocupação do Solo 1991 e 2021

Exploring Landscape Transformations in Baía Formosa (RN): A Space-Time Analysis of Land Use and Occupation 1991 and 2021

Larícia Gomes Soares
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0001-8731-8780
laricia.gomes.121@ufrn.edu.br

Gabriella Cristina Araújo de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-4228-1934
limagabriella8@gmail.com

Juliana Felipe Farias
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-0185-2411
juliana.farias@ufrn.br

Giovanna Guadalupe Cordeiro de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0009-0006-8681-0099
giovanna.cordeiro.106@ufrn.edu.br

Wislon Pessoa Freire Júnior
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0009-0006-6575-9079
wislonfreire@gmail.com

Resumo: Ao longo dos anos a dinâmica humana tem passado por constantes transformações voltadas a sua necessidade de consumo, impactando diretamente no meio ambiente e consequentemente na configuração da paisagem. Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo analisar as transformações ocorridas na Paisagem a partir da dinâmica espaço-temporal do uso e ocupação do solo no município de Baía Formosa (RN). Para êxito no trabalho em curso, foi utilizada a perspectiva teórico metodológica pautada na Geoecologia das Paisagens a fim de sistematizar e aplicar conceitos de análise da Paisagem que contemple os atributos físicos e socioeconômicos de forma integrada. Constatou-se que as mudanças no uso e ocupação têm impactado o meio ambiente e a qualidade de vida da população. Conclui-se a partir do conjunto de atividades mapeadas que ocorreram mudanças significativas na dinâmica do município, sendo necessário rápida intervenção garantindo o equilíbrio entre desenvolvimento e recursos naturais.

Palavras-chave: Ocupação. Baía Formosa. Geoecologia. Paisagens. Meio Ambiente.

Abstract: Over the years, human dynamics have been constantly experiencing their need for consumption, directly impacting the environment and consequently the configuration of the landscape. In this context, this article aims to analyze the changes that occurred in the Landscape from the space-time dynamics of land use and occupation in the municipality of Baía Formosa (RN). To advance the work in progress, the methodological theoretical perspective based on the Geoecology of Landscapes was used in order to systematize and apply Landscape analysis concepts that contemplate the physical and socioeconomic attributes in an integrated manner. It was found that changes in use and occupation have impacted the environment and the quality of life of the population. It is concluded from the set of mapped activities that significant changes have occurred in the municipality's dynamics, requiring rapid intervention to ensure the balance between development and natural resources.

Keywords: Ocupation, Baía Formosa, Geoecology. Landscapes. Environment.

Introdução

Ao longo dos anos, as necessidades humanas de consumo têm impactado diretamente o meio ambiente, resultando em alterações significativas na configuração natural das paisagens (Arraz; Marques; Ribeiro, 2022). Essas transformações podem ser observadas e caracterizadas por meio dos padrões de uso e ocupação do solo, os quais têm se expandido de maneira acelerada, muitas vezes desconsiderando a capacidade de suporte do meio ambiente e resultando no desordenamento dos recursos naturais disponíveis.

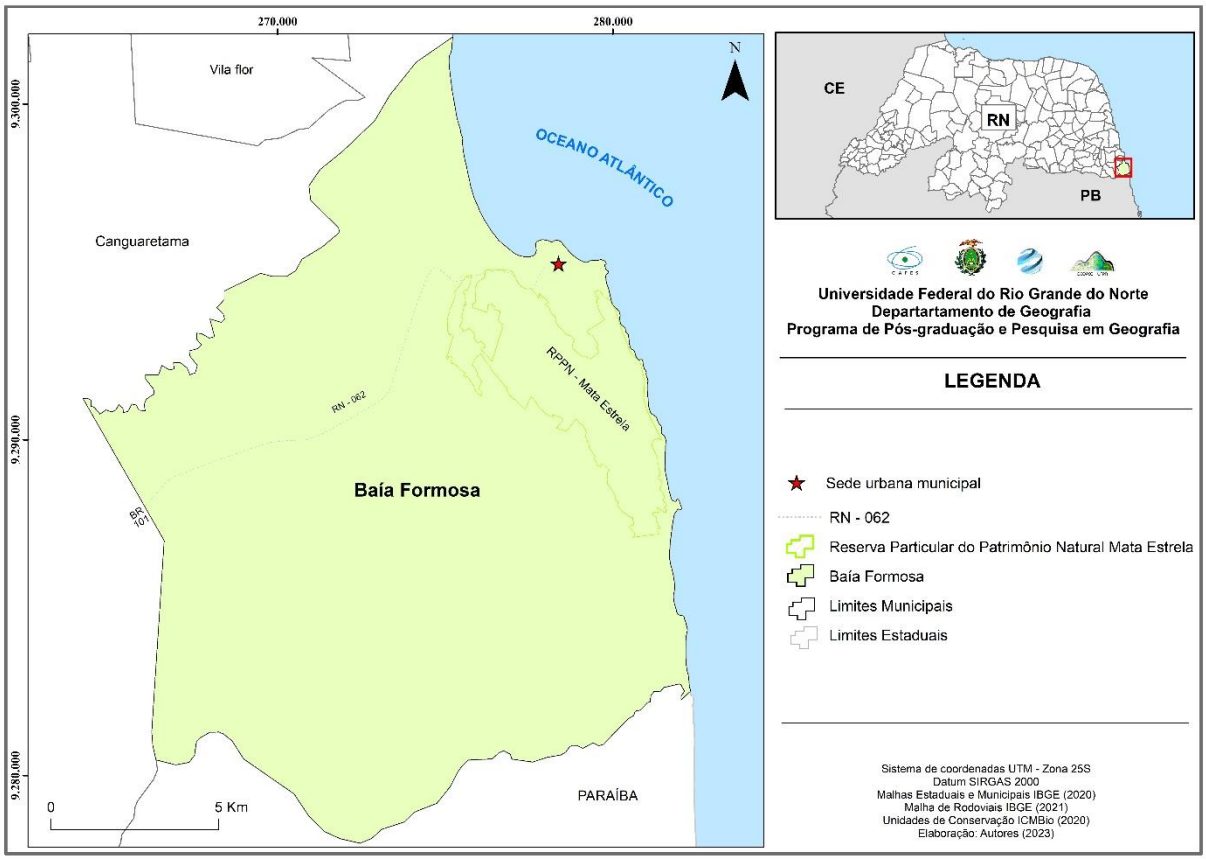
De acordo com Cavalcanti (2018) a sociedade busca sua realização tentando adequar seus interesses aos recursos disponíveis na paisagem, e muitas vezes essa relação é conflitante, gerando consequências indesejáveis, dado isso, nota-se a grande importância da Cartografia e dos meios de espacialização como ferramentas de suporte à decisão sobre o uso e ocupação.

Nessa perspectiva, segundo Farias, Silva e Rodriguez (2013), a análise dos aspectos do uso e ocupação do solo em determinados territórios têm encontrado na Geoecologia das Paisagens uma proposição metodológica eficaz. Essa abordagem se destaca por sua visão sistêmica e integrada, que permite análises e estudos dos condicionantes ambientais em conjunto com as características socioeconômicas da área em questão.

Desse modo, essas análises são de fundamental importância para compreender as transformações que ocorrem em uma determinada localidade ao longo do tempo, os impactos ambientais resultantes, bem como os fatores impulsionadores dessas mudanças.

O município de Baía Formosa (Figura 1), localizado no estado do Rio Grande do Norte, está inserido nesse cenário. A denominação Baía Formosa se originou por situar-se em uma enseada denominada localmente de Baía, pertencente à microrregião do Litoral Sul. O acesso é realizado através da BR-101 (trecho Natal-João Pessoa) e da RN-062 (em direção à sede municipal). Dessa forma, faz fronteira com os municípios de Canguaretama (RN) e Mataraca (PB), sua população estimada em 2021 é de 9.373 pessoas (IBGE 2023).

Figura 1 – Mapa de localização do município de Baía Formosa (RN).



Fonte: Autores (2023).

Partindo de um contexto histórico, os primeiros povoamentos no território do Rio Grande do Norte ocorreram na região litorânea, especialmente ao longo da costa. Além de Natal, outros núcleos urbanos se desenvolveram nessa região, incluindo o município de Baía Formosa. Essa área era considerada propícia para a agricultura, pesca e comércio marítimo, fatores que contribuíram para sua ocupação e desenvolvimento (Teixeira, 2017).

Além disso, devido à sua localização, o município é marcado pelas belezas naturais da paisagem litorânea e tem experimentado nos últimos anos um crescimento exponencial da atividade turística. No entanto, nas últimas décadas, tem enfrentado alterações decorrentes de seu processo de ocupação e uso por diferentes agentes, resultando em diversos impactos, como o avanço da área de agricultura temporária, aceleração dos processos erosivos, aumento das áreas descobertas com solo exposto, degradação do solo, decréscimo em nível de abrangência da área de corpos d'água, entre outros aspectos.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo é o de analisar as transformações ocorridas na Paisagem a partir da dinâmica espaço-temporal do uso e ocupação do solo no município de Baía Formosa (RN) nos anos de 1991 e 2021, por meio de dados do Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil - MapBiomas, cujo intuito é mapear

o uso e cobertura do solo anualmente para o Brasil de forma automatizada, buscando produzir mapeamentos confiáveis e de menor custo/tempo em relação aos métodos convencionais (Projeto MapBiomas, 2019). Por conseguinte, ressalta a importância de se compreender a evolução da paisagem e os principais fatores que contribuíram para essa evolução.

Ao contar com informações embasadas e consistentes com a realidade local, será possível fornecer suporte substancial para o estabelecimento de estratégias de ordenamento territorial e planejamento ambiental mais eficientes, aliada a proposição metodológica da Geoecologia das Paisagens.

Material e método

O desenvolvimento e aplicação de trabalhos que ressaltam o uso e ocupação do solo em um recorte municipal, compreende não só as alterações territoriais e de expansão do município, mas também oferece um panorama das explorações e dinâmicas paisagísticas da área em análise.

Assim, compreender as alterações materializadas a partir do uso e ocupação do solo requer uma abordagem teórica e metodológica acerca da temática, levando em consideração a perspectiva sistêmica e integrada dos componentes físicos e socioeconômicos. Manosso e Nóbrega (2008, p.138) abordam que os estudos integrados da paisagem, contemplam os aspectos que inserem as dinâmicas socioeconômicas no âmbito dos atributos e elementos físicos de uma determinada área.

No presente estudo, será abordada a perspectiva teórico metodológica pautada na Geoecologia das Paisagens a fim de sistematizar e aplicar conceitos de análise da Paisagem que contemplem os atributos físicos e socioeconômicos de forma harmônica. Com o intuito de operacionalizar o mapeamento de uso e ocupação do solo, foi detalhado o procedimento realizado a partir da interface do MapBiomas e o respectivo tratamento para as imagens dos anos de 1991 e 2021.

Geoecologia de Paisagens: subsídios para compreensão do uso e ocupação do solo

Por influências distintas entre correntes filosóficas e escolas de pensamento, a Geoecologia das Paisagens recebeu contribuições diretas de outras disciplinas, como a Biologia e a Geografia (Lima, 2021). Devido a tais repercussões, têm-se como vanguardista dos estudos Geoecológicos o russo Dokuchaev, no qual utilizou e estruturou a abordagem ecológica da paisagem para analisar o uso da natureza tomando como base o ser humano e a sociedade no século XIX. Assim, Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2013) afirmam que a Geoecologia se insere como uma nova perspectiva de análise multidisciplinar estando associada às questões ambientais e socioeconômicas.

Desse modo, a utilização da Geoecologia no enfoque dos estudos ambientais permite entender de que forma se estabelece a relação sociedade-natureza em determinada parcela do território, considerando três níveis de análise: ambiental, territorial, local/regional, o que viabiliza a execução dos trabalhos com diferentes escalas de abordagens (Silva; Rodriguez, 2014). Para além desta utilização, outro aspecto inerente a Geoecologia está no destaque que o ser humano desempenha nos sistemas de paisagens.

Como concepção sistêmica da análise ambiental, a Geoecologia das Paisagens se fundamenta em três momentos básicos: 1. como se formou e se ordenou a natureza; 2. como, mediante as atividades humanas, construíram-se e impuseram-se sistemas de uso e de objetos, articulando e colocando a natureza em função de suas necessidades; 3. como a sociedade concebe a natureza, as modificações e transformações derivadas das atividades humanas (Rodriguez; Silva; Leal, 2011).

Dessa forma, quando se trata de um recorte municipal, a Geoecologia das Paisagens se configura como um elo entre o planejamento e a gestão, uma vez que, a ausência de planejamento interfere diretamente na capacidade de resposta do ambiente e com isso, acarretando entraves para o desenvolvimento de ações de melhoria e de planejamento eficaz para o município.

Segundo Santos (2004, p.24) “o planejamento de um local objetiva orientar os instrumentos metodológicos, administrativos, legislativos e de gestão para o desenvolvimento de atividades num determinado espaço-tempo”. Assim, para além de um planejamento local, faz-se necessário pensar nos arranjos paisagísticos e territoriais possíveis tomando como base o uso e ocupação do solo.

Por conseguinte, este estudo ampara-se na análise geoecológica da paisagem, que permite uma visão sistêmica e integrada dos componentes ambientais e socioeconômicos da área de estudo. Com relação à metodologia adotaram-se os procedimentos metodológicos para a análise da paisagem propostos pela análise geoecológica, distribuídos por fases: organização e inventário, análises e diagnóstico.

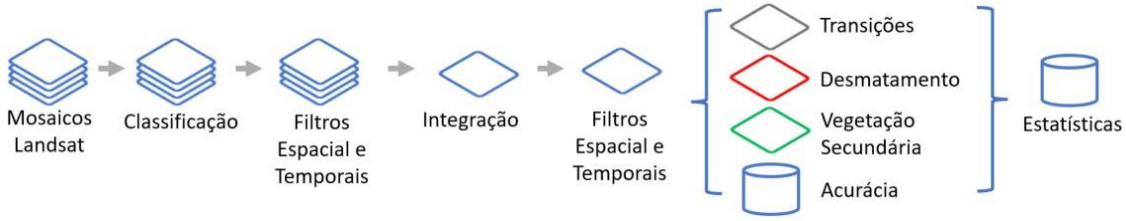
Projeto MapBiomas enquanto meio de investigação da Paisagem

O Projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil é uma iniciativa que envolve uma rede colaborativa com especialistas nos biomas, usos da terra, sensoriamento remoto, SIG e ciência da computação que utiliza processamento em nuvem e classificadores automatizados desenvolvidos e operados a partir da plataforma *Google Earth Engine* para gerar uma série histórica de mapas anuais de cobertura e uso da terra do Brasil (Projeto MapBiomas, 2019).

Dentro da plataforma, estão disponibilizados os mapeamentos dos anos de 1985 a 2021, advindos das imagens Landsat 8 com resolução espacial de 30 metros, entretanto, o processamento dos dados realiza uma generalização espacial que elimina as áreas menores que 0,5 hectares.

Desse modo, é gerado a identificação de diversas classes, possibilitando a manipulação para diferentes limites do território brasileiro, bem como o download e a importação para softwares, possibilitando realizar análises e cálculos de áreas (Rademann et al., 2019). A Figura 2 apresenta o procedimento metodológico adotado pelo MapBiomas para obtenção dos dados.

Figura 2 - Procedimentos metodológicos do MapBiomas.



Fonte: MapBiomas Brasil, 2019.

Procedimentos Metodológicos

Diante da organização por fases do trabalho, serão apontados os procedimentos realizados em cada uma das etapas incluindo as técnicas realizadas com o MapBiomas para obtenção dos dados. Assim, na fase de organização e inventário foram realizados levantamentos bibliográficos, cartográficos, obtenção de imagens de satélite da área de estudo e análises em campo, assim como também visitas a órgãos públicos.

Por sua vez, na fase de análises, destina-se ao período em que ocorreu a interpretação, tabulação e representação dos resultados obtidos em campo, no levantamento bibliográfico e cartográfico e nas visitas aos órgãos públicos. Ressalta-se que após os levantamentos realizados nas etapas anteriores, a fase diagnóstica contemplou a identificação das classes de uso e ocupação do solo, viabilizando assim o reconhecimento dos principais problemas ambientais e socioeconômicos do município.

Para a classificação de uso e ocupação do solo através da plataforma do MapBiomas, foram obtidos dados para processamento do *Google Earth Engine.* Em seguida, os dados foram processados utilizando um Sistema de Informações Geográficas (SIG) e posteriormente organizados em planilhas (Excel).

Os dados utilizados nesta pesquisa são dos anos de 1991 e 2021, adquiridos a partir do recorte no formato shapefile do município de Baía Formosa, pertencente a coleção 7.1 da plataforma, correspondendo a um período de 30 anos, que apresentaram de forma

significativa alterações no perímetro da sede municipal e suas adjacências (distritos). Assim, ao serem tratados no software *Arcgis* 10.8, foram realizados os cálculos da área de cada classe e a composição dos mapas que permitiu analisar as transformações paisagísticas e territoriais.

Tendo os mapas enquanto produtos da interação dos condicionantes físicos ambientais e socioeconômicos na composição da Paisagem municipal, foi possível a identificação de classes que irão nortear a análise espaço-temporal e dimensionar quais os maiores impactos sofridos ao longo do período. O Quadro 1 aborda a caracterização das classes identificadas segundo o MapBiomas.

Quadro 1 - Caracterização das classes identificadas segundo o MapBiomas.

Classe de uso e ocupação Map Biomas (2019)	**Nomenclatura IBGE (2012)**	**Caracterização da coleção 7.1 MapBiomas**
Formação Florestal	Área de Vegetação Original	Floresta Ombrófila Densa, Aberta e Mista e Floresta Estacional Semi-Decidual, Floresta Estacional Decidual e Formação Pioneira Arbórea.
Formação Savânica	-	Savanas, Savanas-Estépicas Florestadas e Arborizadas
Mangue	Formação Pioneira com influência fluviomarinha	Formações florestais, densas, sempre-verdes, frequentemente inundadas pela maré e associadas ao ecossistema costeiro de Manguezal.
Apicum	-	Apicuns ou Salgados são formações quase sempre desprovidas de vegetação arbórea, associadas a uma zona mais alta, hipersalina e menos inundada do manguezal, em geral na transição entre este e a terra firme
Outras Formações não Florestais	Outras áreas	Outras Formações Naturais não florestais que não puderam ser categorizadas
Pastagem	Pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas à atividade agropecuária.
Cana	Lavouras Temporárias	Áreas cultivadas com a cultura da cana-de-açúcar
Mosaico de Usos (área urbana)	-	Áreas de vegetação urbana, incluindo vegetação cultivada e vegetação natural florestal e não-florestal.
Lavouras Temporárias	Lavouras Temporárias	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, geralmente com ciclo vegetativo inferior a um ano, que após a colheita necessitam de novo plantio para produzir
Lavouras Perenes	Lavouras Perenes	Áreas ocupadas com cultivos agrícolas de ciclo

		vegetativo longo (mais de um ano), que permitem colheitas sucessivas, sem necessidade de novo plantio.
Área Urbanizada	Área Urbana	Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura.
Áreas Descobertas	Áreas Descobertas (solo exposto)	Áreas de superfícies não permeáveis (infra-estrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes.
Praia	-	Cordões arenosos, de coloração branco brilhante, onde não há o predomínio de vegetação de nenhum tipo.
Corpo D'água (Rio, lago, oceano)	Água Continental	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água

Fonte: Os autores (2023), com base em MapBiomas (2022) e IBGE (2012).

Diante do quadro acima, destaca-se que a nomenclatura utilizada para classificação dos usos encontrados no município foi adaptada do Manual Técnico do IBGE, buscando uma aproximação daquilo que empiricamente se aproxima da realidade municipal, dessa forma, há uma união entre os dados encontrados na plataforma do MapBiomas e da nomenclatura utilizada pelo IBGE.

Resultados e discussão

Em uma primeira análise, é válido destacar que o município de Baía Formosa abriga a maior área contínua de Mata Atlântica do estado, totalizando 2.039,93 hectares, incluindo a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) - Mata Estrela, de acordo com informações do ICMBio em 2018. Geologicamente, está situado entre o embasamento sedimentar do Grupo Barreiras e os depósitos sedimentares holocênicos.

Essa área se enquadra na Zona Intertropical e no Domínio Morfoclimático conhecido como *Domínio Tropical da Mata Atlântica*, conforme a classificação proposta por Aziz Ab'Saber em 2003. O município está localizado na região natural das "Planícies e planaltos sedimentares úmidos e subúmidos", a qual é dividida em dois geocomplexos: "Planícies costeiras úmidas" e "Tabuleiros costeiros úmidos" (Diniz; Oliveira, 2018).

Quanto aos solos mais bem distribuídos no município, destacam-se o Neossolo Quartzarênico Órtico e o Argissolo Amarelo Distrófico. O clima é classificado como Tropical do Nordeste Oriental Semiúmido.

Além disso, o município é atravessado por três Bacias Hidrográficas. A Bacia Hidrográfica do rio Guajú drena 35,75% do território municipal, a Bacia do Curimataú corresponde a 33,99%, e a Faixa Litorânea Leste de Escoamento Difuso representa 26,43% (Baía Formosa, 2011).

Levando em consideração os condicionantes físico-ambientais da paisagem no município, observa-se que o uso e ocupação ocorrem em áreas determinadas por razões facilitadoras ou limitadoras.

Assim, foram identificadas quatorze classes de uso da terra nas imagens de 1991 e 2021, que são: Áreas Urbanizadas, Lavouras Temporárias, Cana, Mosaico de Usos, Lavouras Perenes, Pastagem, Áreas Descobertas, Praia, Vegetação Original, Formação Savânica, Outras Formações Não Florestais, Mangue, Apicum e Corpos d'água. Essas classes apresentaram diferenças em suas características em cada período, demonstrando a ocorrência de uma dinâmica de uso e ocupação do município.

A área urbanizada é classificada no Manual Técnico de Uso da Terra (2013) como área antrópica não agrícola, correspondente às cidades (sedes municipais), vilas (sedes distritais) e áreas urbanas isoladas. No município de Baía Formosa, essa classe inclui os núcleos urbanos, como a sede municipal (1) e os distritos (7). A Figura 3 apresenta a extensão da área urbana e de onde iniciou a expansão municipal.

Figura 3 – Área urbana e início da expansão urbana.

Fonte: Setor de tributação de Baía Formosa – Cesar Simão (2019).

Quanto às lavouras temporárias, essa classe está inserida na classificação de agricultura e engloba diversas culturas no município, como milho, mandioca, feijão, batata-doce, mas o destaque é para o cultivo e produção da cana-de-açúcar.

É válido ressaltar que o município atualmente é o maior produtor de cana-de-açúcar do estado do Rio Grande do Norte, com área colhida equivalente a 19.000 hectares (2018-2021), o que corresponde a 1.007.855 toneladas (2021), gerando um montante de R$ 151.178.000,00. Em seguida, temos Canguaretama, com produção de 837.045 toneladas, e Goianinha, com um total de 395.107 toneladas (IBGE, 2021).

Esses resultados fazem com que os três municípios tenham os maiores índices de produção dessa cultura temporária no estado. A alta produção em Baía Formosa deve-se à liderança da empresa Vale Verde, pertencente ao Grupo Farias, um importante conglomerado empresarial brasileiro.

Quanto à classe mosaico de usos, são áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura no processo de mapeamento. Em Baía Formosa, essas áreas são fortemente marcadas por transições entre plantações de cana-de-açúcar (lavoura temporária) e coqueirais - coco-da-baía (cultura permanente), como demonstra a Figura 4. Além dos coqueirais, também há plantações relacionadas à agricultura familiar, como banana e mamão.

Figura 4 – Mosaico de usos, expansão urbana e formação Savânica.

Fonte: Setor de tributação de Baía Formosa – Cesar Simão (2019).

Acerca das lavouras perenes, no município de Baía Formosa, nota-se a presença de culturas como banana, manga, mamão e castanha de caju, provenientes da agricultura em pequena escala.

No que diz respeito à pastagem, verifica-se que essas são áreas destinadas ao pastoreio do gado, formadas mediante o plantio de forragens perenes ou aproveitamento e melhoria de pastagens naturais. Nessas áreas, o solo está coberto por vegetação de gramíneas e/ou leguminosas (IBGE, 2013). Em Baía Formosa, essas áreas estão vinculadas à atividade agropecuária, com destaque para o efetivo de rebanhos de bovinos, equinos, suínos, caprinos, ovinos e galináceos, embora de forma pouco expressiva.

Quanto às áreas descobertas, podem incluir solos expostos, áreas degradadas ou terrenos onde a vegetação foi removida ou não se estabeleceu (Figura 5), no município em questão, essas áreas são caracterizadas pela ausência de cobertura vegetal. No que diz

respeito à área de praia, predominam os depósitos eólicos litorâneos não vegetados, com intenso uso turístico e recreativo ao longo da linha costeira.

Figura 5 – Áreas descobertas em um recorte do município.

Fonte: Setor de tributação de Baía Formosa – Cesar Simão (2019).

Quanto à classe de vegetação original, esta é caracterizada por formações pioneiras, incluindo formações florestais, com destaque para a maior área contínua de Mata Atlântica do estado - Mata Estrela (ICMBio, 2018), além disso há formações savânicas e restinga herbáceas. Ademais, há a classe de Outras Formações Não Florestais, que é composta por formações naturais não florestais que não puderam ser categorizadas, localizadas em áreas de transição entre as vegetações anteriormente mencionadas.

Destaca-se ainda a classe de mangue, que consiste em formações florestais densas, sempre-verdes, frequentemente inundadas pela maré e associadas ao ecossistema costeiro de manguezal. Em Baía Formosa, essas formações estão presentes principalmente na porção norte, próxima aos cursos de água dos rios Curimataú, Outeiro, Guaratuba e Rio das Pedras, e em menor intensidade na porção sul, onde há campos alagados próximos aos cursos de água dos rios Calvaçu, Pau-brasil e Guajú, a Figura 6 apresenta os meandros do rio Calvaçu.

Figura 6 – Rio Calvaçu no distrito do Sagi.

Fonte: Setor de tributação de Baía Formosa – Cesar Simão (2019).

Na porção norte do município, próxima aos cursos de água do rio Curimataú, destaca-se também a presença da classe de apicum, caracterizada por formações quase sempre desprovidas de vegetação arbórea, associadas a uma zona mais alta, hipersalina e menos inundada do manguezal, geralmente na transição entre este e a terra firme (IBGE, 2013).

Por fim, a classe de corpos d'água destaca os recursos hídricos disponíveis na área em diferentes períodos, incluindo rios e riachos que drenam o município. As classes definidas estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1- Percentuais de uso da terra no município de Baía Formosa (1991-2021).

Classe	Área (Km²)		Mudança (km²)	Mudança (%)
	1991	2021		
Área Urbanizadas	0,478	1.585	1.585	331348,5
Lavouras Temporárias	0,031	0,070	-0,038	119,4
Cana	63.674	65.462	1.788	2,8
Mosaico de Usos	92.244	84.385	-7.859	-8,5
Lavouras Perenes	0,029	0	-0,029	-100
Pastagem	0,959	0,984	0,025	2,7
Áreas Descobertas	0,243	1.695	1.694,76	695867
Praia	3.774	2.915	-859	-22,8
Área de Vegetação Original	41.438	42.884	1.446	3,5

Formação Savânica	0,431	2.729	2.729.673,56	631636,4
Outras Formações Não Florestais	0,223	0,174	-0,0488	-21,9
Mangue	35.842	37.351	1.509	4,2
Apicum	1.787	2.823	1.036	58
Corpo D'água	8.723	5.654	-3.069	-35,2
Área Total			**247.484**	

Fonte: Os autores (2023).

Ao analisar os dados comparativos das mudanças na cobertura do uso do solo no intervalo de 30 anos (1991 e 2021), no município de Baía Formosa, observam-se algumas tendências significativas e possíveis motivos para essas mudanças.

As áreas urbanizadas expandiram-se consideravelmente, passando de 48 hectares (0,48 km²) para 158.500 hectares (1.585 km²), devido ao deslocamento populacional para a área urbana, criação de novos distritos e crescimento dos já existentes. Um exemplo é o distrito Pituba, que recebeu inúmeras construções provenientes do programa federal de habitação "Minha Casa Minha Vida" em 2009.

No que se refere às lavouras temporárias, que ocupavam 3,2 hectares (0,032 km²) em 1991, sua área aumentou para 7 hectares (0,07 km²). Vale ressaltar que esses números não incluem as áreas de plantio de cana-de-açúcar, que se destacam no município. Em 1991, as plantações de cana-de-açúcar abrangiam 6.367.400 hectares (63.674 km²), e em 2021, expandiram-se para 6.546.200 hectares (65.462 km²), mantendo um ritmo constante de cultivo ano após ano. A Figura 7 demonstra a dimensão da cana em um recorte municipal e as demais classes em seu entorno.

Figura 7 – Cana de Açúcar em área municipal.

Fonte: Setor de tributação de Baía Formosa – Cesar Simão (2019).

É importante enfatizar que, no município, a cultura temporária predominante, a cana-de-açúcar, é cultivada em solos arenosos, com predominância de Neossolo Quartzarênico Órtico e Argissolo Amarelo Distrófico. Embora este último apresenta como característica baixa fertilidade para uso e manejo, em Baía Formosa abriga principalmente plantações de cana e faz parte do mosaico de usos do município.

Quanto ao mosaico de usos, verifica-se que essa área abrange um conjunto diversificado de usos, incluindo áreas de plantações de cana mencionadas anteriormente e agricultura permanente, com destaque para coqueirais (coco-da-baía). Em 1991, esses coqueirais ocupavam uma área de 9.224.400 hectares (92.244 km²), reduzindo para 8.438.500 hectares (84.385 km²) em 2021. Esse declínio pode ser resultado de mudanças na agricultura, como a substituição de cultivos diversificados por monoculturas.

Durante os últimos 30 anos, as áreas de lavouras perenes diminuíram de 3 hectares (0,03 km²) para 0, representando uma perda de 100%. Essas áreas não foram mais identificadas, principalmente devido ao avanço da cultura da cana-de-açúcar e à inclusão dessas áreas no mosaico de usos, relacionadas à agricultura familiar. Quanto às áreas de pastagem, houve um crescimento pouco significativo, passando de 95 hectares (0,95 km²) para 98 hectares (0,98 km²), principalmente nas áreas de transição com o mosaico de usos, na porção norte e central do município.

Em termos percentuais, as áreas descobertas apresentaram o maior aumento, correspondendo a 2 hectares (0,2 km²) em 1991 e a 169.500 hectares (1.695 km²) em 2021. Os motivos dessa alteração significativa são principalmente o processo de desmatamento, expansão das áreas urbanas e desenvolvimento da infraestrutura.

No que diz respeito às áreas de praia, observa-se uma redução na área de abrangência. Em 1991, eram registrados 377.400 hectares (3.774 km²), enquanto em 2021 esse número diminuiu para 291.500 hectares (2.915 km²). Esse declínio é resultado de fatores físico-ambientais e ações antrópicas, como processos erosivos, avanço do mar e construção de infraestruturas costeiras e residenciais para o crescimento urbano.

A área de vegetação original, que correspondia a 4.143.800 hectares (41.438 km²), apresentou um leve aumento, chegando a 4.288.400 hectares (42.884 km²). Esse crescimento ocorreu especialmente nas áreas da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) e nas áreas próximas aos cursos de rios, de norte a sul no município.

Destaca-se o expressivo crescimento da Formação Savânica durante o período analisado, passando de uma ocupação de 43 hectares (0,43 km²) em 1991 para impressionantes 272.900 hectares (2.729 km²), principalmente em áreas adjacentes à RPPN Mata Estrela. Isso pode estar relacionado a processos de sucessão ecológica e regeneração de áreas previamente desmatadas ou degradadas.

Por outro lado, as outras formações não florestais diminuíram nesse período, passando de 22 hectares (0,22 km²) para 17 hectares (0,17 km²). Essa redução é resultado do desmatamento para expansão agrícola, urbanização e conversão dessas áreas para outros usos.

Em relação à área de mangue, houve um crescimento significativo, saindo de 3.584.200 hectares (35.842 km²) em 1991 para 3.735.100 hectares (37.351 km²) em 2021. Da mesma forma, as áreas de apicum, próximas às localidades de mangue mais ao noroeste no município, também apresentaram crescimento, passando de 178.700 hectares (1.787 km²) para 282.300 hectares (2.823 km²).

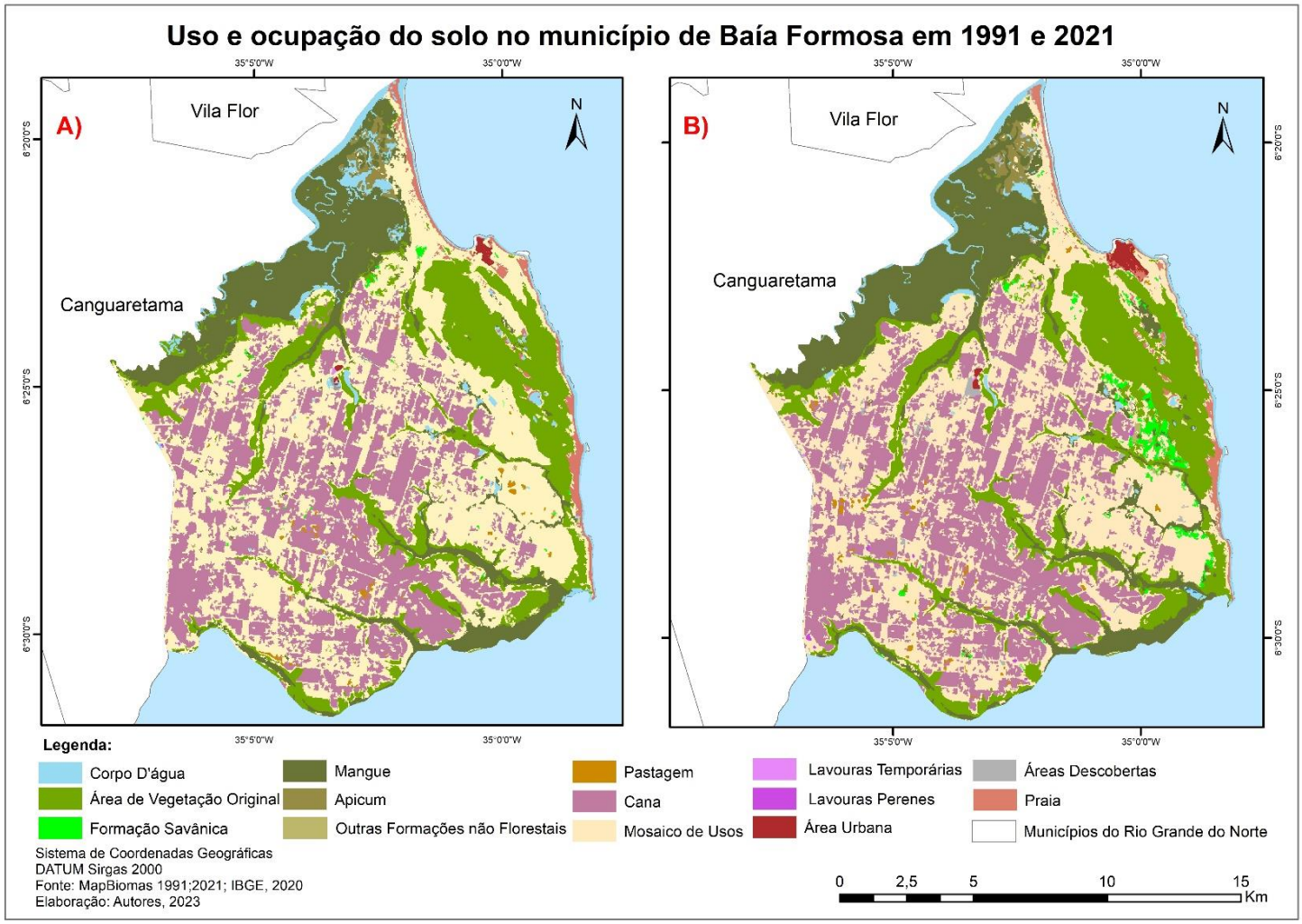
Por fim, observa-se uma diminuição dos corpos d'água, que foram de uma área de abrangência de 872.300 hectares (8.723 km²) em 1991 para 565.400 hectares (5.654 km²) em 2021. A diminuição se deu sobretudo na porção norte do município próximo à área de mangue e apicum, acerca deste último podemos realizar uma análise mais pontual.

Verifica-se que o crescimento do apicum pode ocorrer como resultado do avanço da linha de costa ou da diminuição do fluxo de água do mar para os corpos d'água adjacentes, se os corpos d'água estiverem sofrendo uma redução significativa devido a diversos fatores (exploração para usos agrícolas, alterações no uso do solo, desmatamento etc.) isso pode resultar em uma menor disponibilidade de água nos rios, lagoas e estuários próximos. Como resultado, durante a maré baixa, as áreas anteriormente cobertas por água podem ficar expostas, permitindo o desenvolvimento do apicum.

Além disso, a diminuição dos corpos d'água também pode afetar a hidrodinâmica local, como a circulação de água e a entrada de água do mar. Essas mudanças podem influenciar a sedimentação e a deposição de materiais nas áreas costeiras, favorecendo o desenvolvimento do apicum (Nascimento et al 2022). Assim, podendo refletir de forma direta ou indireta para o decréscimo apresentado pelos corpos d’água na porção norte do município.

No mapa apresentado na Figura 8, é possível observar as alterações nas classes de uso do solo no município de Baía Formosa ao longo do tempo. Essas mudanças revelam que as áreas de Formação Savânica, Áreas Urbanizadas, Áreas Descobertas e Lavouras Temporárias foram as mais impactadas e modificadas ao longo dos anos, como mencionado anteriormente.

Figura 8 – Mapa de uso e ocupação do solo no município de Baía Formosa em 1991 (A) e 2021 (B).



Fonte: Os autores (2023) com base em MapBiomas (2022).

Logo, o estudo da dinâmica do uso e ocupação do solo em Baía Formosa revela mudanças que têm impacto tanto no meio ambiente quanto na qualidade de vida da população. Nesse contexto, a identificação e avaliação das transformações ocorridas ao longo desse período são de extrema importância para a compreensão da paisagem local e das características ambientais do município, baseadas na dinâmica do uso e ocupação do solo.

Essas ações desempenham um papel fundamental na formulação de propostas de planejamento ambiental e ordenamento territorial do município. Pois essas medidas visam garantir a sustentabilidade e a proteção dos recursos naturais, bem como o equilíbrio entre estabilidade e racionalidade.

Considerações Finais

O processo de uso e ocupação do solo é condicionado pela ação de diversos agentes, no qual, entre eles, pode-se citar a disponibilidade de recursos naturais, os fatores socioculturais, as necessidades econômicas e de infraestrutura. Esses aspectos são, portanto, transformadores do espaço. Ao remontar-se os fatores causais que explicam como se dá a organização do espaço é possível compreender o porquê da realidade apresentada e para onde caminha-se.

A riqueza de recursos naturais presentes em Baía Formosa faz do município uma ótima alternativa locacional para acomodar a expansão e desenvolvimento de atividades em seu território, como é observado principalmente com as atividades turísticas e agropecuárias. No entanto, observa-se também o alto potencial de impactos socioambientais como desdobramento dessas atividades, a exemplo disso estão o crescimento urbano desordenado e impactos ambientais.

O conjunto de atividades mapeadas neste estudo, presente no recorte temporal analisado, indica que ocorreram mudanças significativas para a dinâmica do município. O atual desafio dos ordenamentos territoriais deve-se em parte à urgência de garantir a manutenção da sanidade ambiental dos territórios em consonância com atividades econômicas desenvolvidas.

Na área de estudo em questão não é diferente, os gestores públicos em escala municipal e estadual, devem fiscalizar e garantir através de planejamento e articulação o alinhamento entre a proteção dos elementos naturais existentes, tais como vegetação, corpos hídricos, mangue, áreas de praia, florestas e corpo dunar, contribuindo assim para manutenção do meio ambiente e consequentemente a qualidade de vida da população em Baía Formosa.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de Mestrado e Doutorado; a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e a Pró Reitoria de Extensão (PROEX) pela concessão da bolsa de Extensão; ao Laboratório de Geografia Física (Lab Geo Fís) pela estrutura concedida para elaboração do estudo e ao Grupo de Pesquisas em Geoecologia das Paisagens, Educação Ambiental e Cartografia Social (GEOPEC).

Referências

ARRAZ, Rafael Miranda; MARQUES, Elineide Eugênio; RIBEIRO, Lucas da Silva. **Análise da dinâmica temporal do uso e ocupação do solo no município de Conceição do Araguaia-**

PA (1985-2020). 2022. Disponível em: https://rsdjournal.org/index.php/rsd. Acesso em: 22 jun. 2023.

BAÍA FORMOSA. **Plano Diretor – 2° Etapa: Leitura da realidade do Território diagnóstico do município.** Lei municipal nº 505/2011. Start Pesquisa e Consultoria Técnica Ltda. Natal, 2011.

BORGES, V. S.; OLIVEIRA, W. N. Análise Multitemporal Do Uso E Cobertura Do Solo Da Bacia Hidrográfica Do Rio Meia Ponte. **Revista Eletrônica de Engenharia Civ**il. Goiânia, v.3 n.1, p.73-93, 2021.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. **Cartografia de Paisagens:** fundamentos. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

Diniz, M. T. M.; Oliveira, A. V. L. C, 2018. Mapeamento das unidades de paisagem do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia** (Online). Goiânia, 38, 342-364.

FARIAS, Juliana Felipe; SILVA, Edson Vicente da; RODRIGUEZ, José Manuel Mateo. **Aspectos do Uso e Ocupação do Solo no Semiárido Cearense: Análise Espaço-Temporal (1985 - 2011) Sob o Viés da Geoecologia das Paisagens**. 2013. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232844. Acesso em: 23 jun. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rn/baia-formosa.html Acesso: 10 jul. 2021.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra.** Rio de Janeiro: IBGE, 2012. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=281615&view=detalhes Acesso em: 22 jul. 2023.

ICMBio. INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE, 2018. **Reservas Particulares do Patrimônio Natural – RPPN, RPPN MATA ESTRELA**. Disponível em: < http://sistemas.icmbio.gov.br/simrppn/publico/detalhe/308/ >. Acesso em 22 jul. 2022.

LIMA, C. J. C. de. **Entre o mar e a estrela, um lugar para se bem viver: a problemática da expansão da cidade de Baía Formosa**. 2004. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Departamento de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

LIMA, G. C. A. **Geoecologia das Paisagens Aplicada ao Planejamento Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Pitimbu/RN, Brasil.** 2021. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Rio Grande do Norte: Natal, 2021.

Manosso, F. C.; Nóbrega, M. T. de. A estrutura geoecológica da paisagem como subsídio a análise geoambiental no município de Apucarana – PR. **Revista Geografar**. Curitiba, v. 3, n. 2, p. 86-116, 2008.

PROJETO MAPBIOMAS. Projeto MapBiomas – Coleção 7.1 da Série **Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil**. MAPBIOMAS, 2019. Disponivel em: <http://mapbiomas.org>. Acesso em: junho 2023.

NASCIMENTO, Daniele Vasconcelos; HADLICH, Gisele Mara; MENDONÇA, Luis Felipe Ferreira; LENTIN, Carlos Alessandre Domingos; MASCARENHAS, Renata Barreto; SILVA JÚNIOR, Jucelino Balbino da. **Evolução espacial de apicuns: fatores antrópicos e naturais na Baía de Todos os Santos, costa nordeste do Brasil**. 2022. Disponível em: https://revistas.ufpr.br. Acesso em: 24 jun. 2023.

Rademann, L. K., Trentin, R., Robaina, L. E. S. Série histórica do uso e ocupação da terra no município de Cacequi – RS de 1986 a 2016. **Revista de Geografia**, v. 9, n 1, p.34-49. 2019.

SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M. Planejamento e zoneamento de bacias hidrográficas: a geoecologia das paisagens como subsídio para uma gestão integrada. **Caderno Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente, v. 36, n. 1, p.4-17, jan. 2014.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; Cavalcanti, A. P. B., 222p. **Geoecologia das Paisagens:** uma visão geossistêmica da análise ambiental. 2013. 3a edição. Fortaleza: Edições UFC.

Rodriguez, J. M. M.; Silva, E. V. da.; Leal, A. C. **Planejamento Ambiental em Bacias Hidrográficas**. In: Silva, E. V. da.;Rodriguez, J. M. M.; Meireles, A. J. de A. (orgs.). Planejamento Ambiental e Bacias Hidrográficas – Tomo 1 – Planejamento e Gestão de Bacias Hidrográficas. Fortaleza:Edições UFC, 149 p. 2011.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental**: Teoria e prática. São Paulo: Oficina de textos, 2004.

Soares, A. M. C, 2013. **Gestão ambiental no turismo: uma análise dos Impactos Ambientais nos atrativos turísticos de Baía Formosa/RN**. Monografia (Graduação em Turismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

TEIXEIRA, Rubenilson Brazão. **Gênese e formação histórica do território potiguar: uma breve análise a partir da cartografia**. 2017. Disponível em: https://journals.openedition.org/confins/12355?lang=pt. Acesso em: 22 jun. 2023.

Voçorocamento na Bacia do Trussu/CE: a degradação a partir da análise granulométrica e do Ensaio de Inderbitzen modificado

Gully erosion in the Trussu/CE Basins: degradation from granulometric analysis and the modified Inderbitzen test

Angélica Soares de Sousa Varela
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Iguatu.
https://orcid.org/0009-0003-8686-2073
varela.angelica10@aluno.ifce.edu.br

Raile Mota de Moura
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Iguatu
https://orcid.org/0009-0005-8535-0572
raile.mota62@aluno.ifce.edu.br

Francisco Leonardo Castro Nogueira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Iguatu.
https://orcid.org/0009-0005-7440-6737
leonardo.nogueira07@aluno.ifce.edu.br

Cleanto Carlos Lima da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, campus Iguatu.
https://orcid.org/0000-0003-0377-1567
cleanto.silva@ifce.edu.br

Resumo: A degradação por erosão hídrica se destaca e, no contexto do semiárido brasileiro, fatores naturais e a ação antrópica tendem a gerar e até agravar esse processo, dando origem a fenômenos críticos como o voçorocamento. Nesse sentido, objetivamos discutir sobre a associação entre textura e erodibilidade dos solos e a relação com o surgimento das voçorocas na Bacia Hidrográfica do Trussu, Iguatu-CE. Para a pesquisa, foi realizado o trabalho de campo, a análise granulométrica do solo e realizamos o Ensaio de Inderbitzen modificado (2006). Os resultados demonstram que o solo possui alto teor de areia franca e, após a realização do ensaio, fica evidente o alto potencial de erodibilidade, sendo possível estabelecer relação entre as características físicas do solo e o processo de formação de voçorocas. Conclui-se, outrossim, que além dos fatores naturais há influência de cristalizações do uso e manejo do solo no agravamento da susceptibilidade à degradação.

Palavras-chave: Voçoroca, Degradação, Inderbitzen, Erodibilidade.

Abstract: Degradation by water erosion stands out and, in the context of the Brazilian semi-arid region, natural factors and anthropic action tend to generate and even aggravate this process, giving rise to critical phenomena such as gullying. In this sense, we aim to discuss the association between texture and erodibility of soils and the relationship with the emergence of gullies in the Trussu Watershed, Iguatu-CE. For the research, fieldwork was carried out, the granulometric analysis of the soil and we performed the modified Inderbitzen Test (2006). The results show that the soil has a high content of free sand and, after performing the test, the high potential for erodibility is evident, making it possible to establish a relationship between the physical characteristics of the soil and the process of gully formation. It is also concluded that, in addition to natural factors, there is an influence of crystallizations of land use and management in the worsening of susceptibility to degradation.

Keywords: Gully erosion, Degradation, Inderbitzen, Erodibility.

Introdução

A degradação dos solos é um dos fenômenos mais perceptíveis e que mais acarretam mudanças na paisagem sendo influenciados tanto por características naturais, como pela ação antrópica. Nesse processo há o constante agravamento de eventos naturais, como a erosão, podendo acarretar o surgimento de fenômenos mais críticos como as voçorocas. Assim, o uso incorreto e a falta de práticas que garantam a proteção do solo implicam à sua degradação e, por consequência, de acordo com Guerra (2014), significa a deterioração das suas propriedades químicas e físicas, de maneira que o solo deixa de ser produtivo.

O processo erosivo é caracterizado por possuir causas naturais, no entanto, pode ser acelerado pela ação humana, Henrique (2012, p. 18) afirma que às atividades humanas ao longo da história conseguiram alcançar altos níveis de degradação sobre os recursos naturais, causando grandes e irreversíveis danos ao meio ambiente. Com relação ao solo, isso ocorre através do mau uso ou da retirada da cobertura vegetal, práticas que poderão acarretar a perda da qualidade do solo, tornando-o improdutivo e acelerando processos como o de desertificação, lixiviação, denudação e tipos de erosão mais agressiva, como voçorocamento.

No contexto semiárido brasileiro, de acordo com LOPES et.al. (2018) entre os processos erosivos, a erosão hídrica se destaca, especialmente , onde o clima seco, solos rasos e pobres em matéria orgânica e pouca cobertura vegetal contribuem para o seu agravamento. Na erosão hídrica a textura dos solos influencia, mas também é impulsionada por fatores como forma e declividade do relevo, cobertura vegetal, potencial erosivo da precipitação pluviométrica, escoamento superficial e erodibilidade dos solos (LOPES, et.al., 2018). Esses fatores atuam como facilitadores da erosão hídrica, caracterizada pelo destacamento, transporte e deposição de sedimentos realizada pela água, seja proveniente da chuva, rios ou do mar, e pode ser tanto superficial quanto subsuperficial.

A região do semiárido brasileiro, caracteriza-se por não apresentar regularidade pluviométrica. Dessa forma, por haver grande intensidade e concentração das chuvas, o processo erosivo pluvial é exacerbado, principalmente em áreas degradadas e/ou com baixa cobertura vegetal, ocorrendo tanto pela ação das gotas de chuva (*splash*), como pelo escoamento superficial.

Nesse contexto, surgem as voçorocas (*gully erosion)*, caracterizadas por serem o estágio mais avançado do processo de erosão hídrica e de degradação dos solos, cuja perda de vegetação e ação da água, acarreta o surgimento da erosão linear, ou seja, quando o escoamento superficial deixará de ser difuso e passará a ser concentrado, originando, em seu

estágio inicial, incisões como as cicatrizes, sulcos e ravinas, até atingir o último estágio, gerando as voçorocas.

O processo de voçorocamento indica o estágio de degradação dos solos mais crítico, sendo incisões formadas mediante condicionantes geomorfológicos, ou seja, por fatores naturais, mas que podem ser intensificadas por ações antrópicas devido à falta de planejamento do uso e ocupação do solo.

Diante disso, o presente trabalho objetiva analisar o processo de voçorocamento na área degradada da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Trussu, em Iguatu-CE, localizada no Alto Curso do Rio Jaguaribe, discutindo acerca da associação entre textura, erodibilidade dos solos e surgimento de voçorocas na área estudada, por meio da análise textural e a realização do Ensaio de Inderbitzen Modificado. Sendo que, ao mesmo tempo, leva-se em consideração que a degradação do solo é um fenômeno natural, mas que pode ser provocada e/ou acelerada pela ação antrópica, a exemplo do processo que ocorre na área estudada.

Abordagem teórica

Voçoroca

A voçoroca corresponde ao estágio mais avançado da feição erosiva. Sendo caracterizadas como um canal inciso, relativamente profundo, com paredes verticais, recentes em uma vertente (CAMAPUM DE CARVALHO et.al, 2006; RODRIGUES, 2014 e SELBY, 2005 apud PEREIRA e RODRIGUES, 2022).

De acordo com Albuquerque (2006) voçorocas são definidas basicamente segundo dois diferentes critérios: a dimensão espacial (largura e profundidade) e a participação das águas do lençol freático. Nesse contexto, leva-se em consideração que as voçorocas são incisões lineares maiores que 50 cm de largura e profundidade (GUERRA, 2014). Bem como, o aprofundamento dessa feição no solo pode atingir o lençol freático, conforme Guerra (2008) e Selby (2005) apud Pereira e Rodrigues (2022), as voçorocas possuem paredes laterais abruptas e fundo chato, e podem aprofundar a incisão no terreno até atingir o lençol freático.

Uma vez a voçoroca formada, pode-se classificá-las de acordo com o formato da seção transversal, o tamanho, formato em planta. Com relação a classificação quanto a seção transversal, temos os formatos V e U:

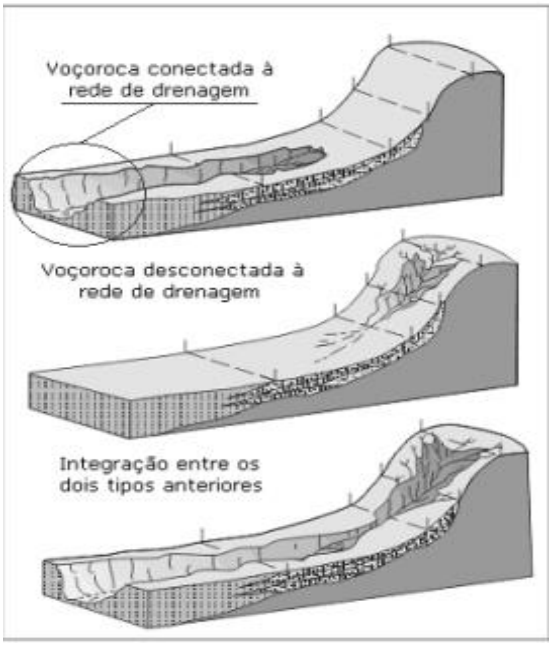
> O formato em V faz alusão a solos com menor erodibilidade, no qual o escoamento superficial concentrado opera predominantemente sob a ação da água em subsuperfície. [...] a seção em V é característica de voçorocas juvenis. Em contrapartida, o formato em U, indica a presença de solos mais erodíveis, com paredes verticais esculpidas pelo fluxo em superfície e pelo

> solapamento da base pela água subterrânea (FENDRICH, 1997; LAL, 1990 apud PEREIRA; RODRIGUES, 2022).

Podendo ainda ser classificadas de acordo com a conexão à rede de drenagem, possuindo, assim, três tipologias (Figura 1) descritas por Oliveira (2015) e Vieira (2008) apud Pereira; Rodrigues, 2022) como:

> Conectadas a rede de drenagem (partes baixas da vertente), desconectadas a rede de drenagem (parte superior da vertente) e integradas aos dois tipos já mencionados. O primeiro tipo está associado ao escoamento hipodérmico e/ou subterrâneo, e pode ser considerado um canal de primeira ordem. O segundo tipo está associado ao escoamento superficial e/ou a movimento de massa e o terceiro tipo diz respeito à formação de uma única incisão erosiva (OLIVEIRA, 2015; VIEIRA, 2008) apud PEREIRA; RODRIGUES (2022).

Figura 1 – Modelo de evolução de voçorocas**,** conectadas à rede de drenagem.



Fonte: Oliveira (1999).

Erodibilidade dos solos

As propriedades do solo indicam a resistência à erosão, nesse contexto, de acordo com Guerra, (2008); Lal, (1990) apud Pereira e Rodrigues (2022) a erodibilidade diz respeito a susceptibilidade do solo aos processos erosivos. É uma propriedade intrínseca dos solos, é influenciada pela textura, estrutura, permeabilidade, matéria orgânica, PH do solo, minerais de argila e óxidos de ferro e alumínio. Assim sendo, a erodibilidade é avaliada de acordo com as propriedades do solo, conforme Nascimento, Romão, Sales (2018):

> Com base nas propriedades físicas, biológicas e químicas do solo, além das propriedades mecânicas e hidrológicas, principalmente no que se refere à

> velocidade de permeabilidade, infiltração e capacidade de armazenamento de água, associada à resistência à desagregação e ao transporte pelo impacto da gota da chuva e pelo escoamento superficial. (NASCIMENTO, ROMÃO, SALES, 2018)

A erodibilidade ocorre mediante a ação de duas forças opostas, a força motriz do agente de erosão e a força de resistência do solo e devido às diferenças específicas das propriedades pedológicas, esses apresentam diferentes graus de suscetibilidade aos processos erosivos (adaptado de PEREIRA e RODRIGUES, 2022). Nesse sentido, diz respeito à resistência do solo à ação dos agentes erosivos.

Ensaios geotécnicos para a determinação da erodibilidade

Para determinação da erodibilidade do solo são utilizados ensaios geotécnicos, os quais permitem a observação direta dos efeitos de agentes erosivos no solo. Um deles é o Ensaio de Inderbitzen modificado por Higashi (2006) no qual ocorre a simulação do fenômeno da desagregação de partículas provocado pelo impacto da água, o efeito *splash,* em uma precipitação.

No ensaio de Inderbitzen Modificado de acordo com Freire e Galvão (2002) apud Higashi (2006):

> Incorpora ao escoamento superficial do ensaio Inderbitzen a simulação do impacto da gota da chuva. O corpo de prova não é confinado, podendo ser constituído por uma amostra indeformada em bloco, ou por um cilindro compactado e seccionado longitudinalmente ao meio (FREIRE e GALVÃO, 2002 apud HIGASHI, 2006).

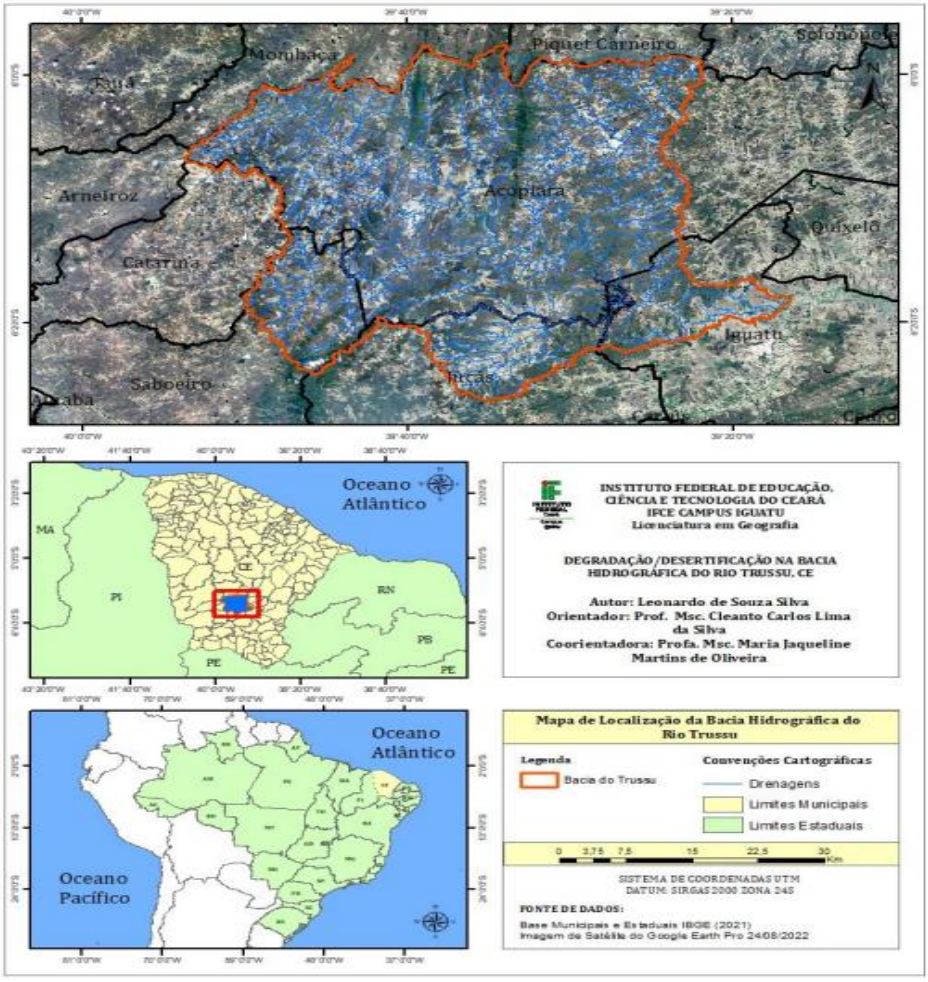
Assim, a presente pesquisa segue o modelo de Ensaio Inderbitzen modificado por Higashi (2006) o qual leva em consideração o impacto da gota da chuva na erosão dos solos na avaliação de susceptibilidade a processos erosivos, diferenciando-se do procedimento inicial de Inderbitzen (1961) que somente avalia a erodibilidade dos solos através da análise dos sedimentos carreados de uma amostra de solo inserida no fundo de uma rampa (GRANDO et.al., 2009).

Caracterização da área

A voçoroca analisada está situada no município de Iguatu-CE sob coordenadas geográficas 6º 21’ 34’’ S e 39º 17’ 55’’ W, especificamente na área degradada localizada no distrito de Suassurana, distante 18km da sede urbana de Iguatu (Figura 2). O município de Iguatu está assentado sob uma bacia sedimentar, já a área de estudo está localizada na

Microbacia Hidrográfica do Rio Trussu em Iguatu- CE, pertencente à Sub-Bacia Hidrográfica do Alto Curso do Rio Jaguaribe.

Figura 2- Mapa de localização da voçoroca

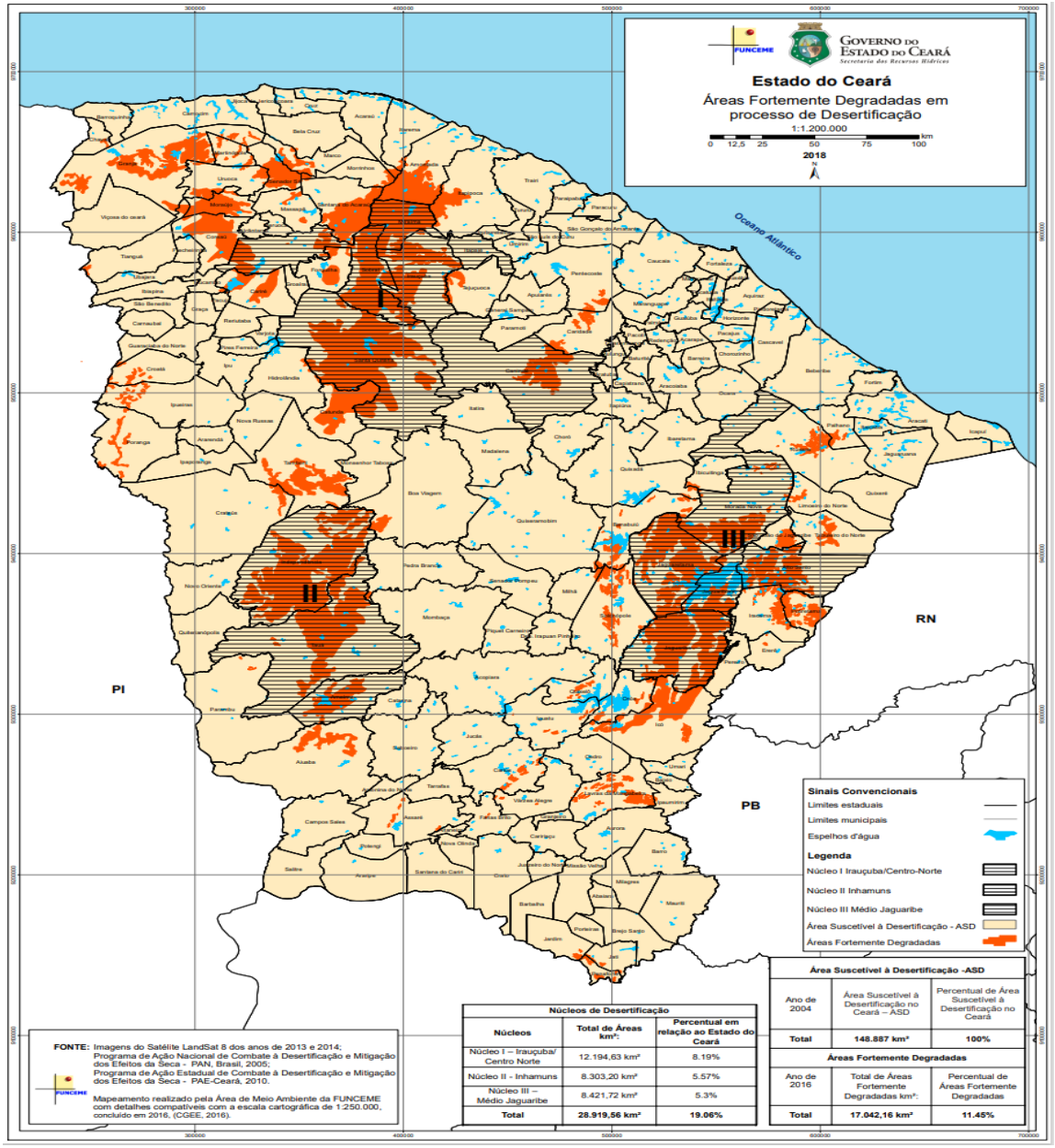


Fonte: Silva (2022)

A área de estudo pertence à região semiárida e apresenta um clima, de acordo com a classificação de Köppen, do tipo BSw'h', semiárido quente, com uma pluviosidade média anual de 806,5 mm e temperatura média entre 26 e 28°C (IPECE,2017), o período chuvoso é caracterizado por chuvas irregulares e concentra-se entre os meses de janeiro a maio.

A área está mapeada pela Secretaria de Recursos Hídricos, SRH/FUNCEME, como área em desertificação, contudo, não faz parte de nenhum dos três núcleos de desertificação do estado (Figura 3) indicando que o estado vivencia um processo de degradação e desertificação amplo, que não está concentrado nos núcleos demarcados, fato que perpassa pelas condições naturais do ambiente, como as características físicas do solos, mas também pode estar relacionado aos diversos usos e manejo do solo.

Figura 3 - Mapa dos núcleos de desertificação do Ceará



Fonte: Funceme (2016)

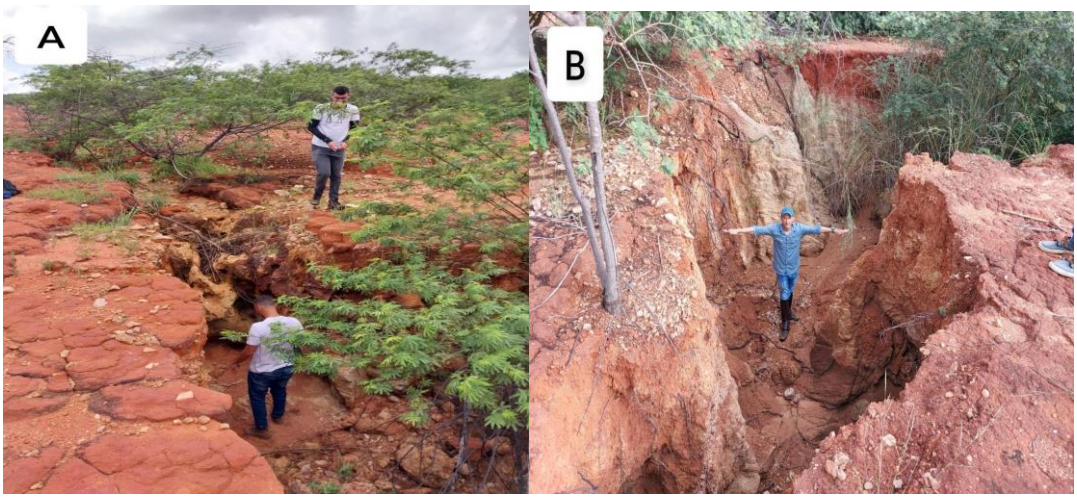
O uso do solo na área de estudo, recebe influência de práticas cristalizadas da época do povoamento do Ceará, assim sendo, é uma área utilizada para pastagem do gado, extração vegetal (Figura 4), ou seja, foram introduzidas a muito tempo, mas permanecem até os dias atuais. Dessa forma, a associação entre agropecuária e a dinâmica físico-natural, são grandes intensificadores da degradação e dos processos erosivos, a rugosidade que as plantas conferem deixará de existir.

Figura 4 - Extração vegetal na área degradada.

Fonte: Autores (2023)

No que diz respeito ao processo de voçorocamento, a área apresenta uma rede de voçorocas conectadas que chegam a quatro metros de profundidade de seis metros de largura. Para realização do presente estudo, foi utilizada a análise de uma única voçoroca da rede,em vista a traçar uma relação entre o fator solo e a erodibilidade da área. Já ao que concerne à extensão da feição, é de 19,2m, do ponto mais distante até a foz, levando-se em consideração a sua forma, caracterizada por ser bifurcada, então a medição foi realizada partindo do canal mais distante (Figura 5).

Figura 5 - Aspectos dimensionais da voçoroca, a) Início do canal de maior extensão; b)profundidade da voçoroca;



Fonte: Autores (2023)

Metodologia

A presente pesquisa enquadra-se como abordagem quali-quantitativa, de natureza aplicada, com objetivo exploratório, tendo em vista que metodologicamente o estudo está norteado pela realização de análise laboratorial e ensaios a fim de compreender a relação entre a textura do solo e a sua erodibilidade. Em vista dos procedimentos foi realizada uma pesquisa experimental, a qual se utilizou de análise granulométrica em laboratório e a realização do método geotécnico do Ensaio de Inderbitzen.

Do ponto de vista procedimental, a pesquisa possui quatro etapas: o trabalho em campo, levantamento bibliográfico, análise laboratorial do material coletado em campo e a realização e análise dos resultados do Ensaio de Inderbitzen.

A primeira etapa consiste na realização de trabalho em campo com intuito de explorar a área de estudo, realizar medições da voçoroca para compreender sua magnitude e coletar solo para análise laboratorial e realização do Ensaio de Inderbitzen.

Foram coletadas duas amostras indeformadas, sendo uma da camada superficial (0-10 cm), já a outra amostra corresponde à uma camada em profundidade (70 cm) em vista a realização da comparação entre a variação textural e a relação com susceptibilidade do solo à erosão.

Na segunda etapa foi realizado um levantamento bibliográfico minucioso e sistematizado tendo como referenciais fundamentantes os trabalhos de ALBUQUERQUE (2006); HIGASHI (2006); GRANDO et.al (2009); HENRIQUE (2012); GUERRA (2014); CAMPOS (2014); NASCIMENTO (2017); LOPES et.al. (2018); NASCIMENTO, ROMÃO, SALES (2018); SOARES (2019); PEREIRA E RODRIGUES (2022); OLIVEIRA (2022)

A terceira etapa consistiu na análise do material coletado em campo realizada no laboratório de Água, Solos e Tecido Vegetal vinculado ao Instituto Federal de Educação do Ceará, *campus* Iguatu. Para a pesquisa foi realizada a análise granulométrica do horizonte superficial (0 - 10 cm) e de uma camada em profundidade (70 cm), utilizando-se da dispersão total, método da pipeta, sendo essa a caracterização que atende aos objetivos propostos. Esse método, segue os padrões da EMBRAPA (2017), sendo que o valor da areia é obtido através de pesagem, após o peneiramento na peneira N° 70 (0,2mm) e secagem em estufa.

Os valores de argila e do silte, baseiam-se na velocidade de queda das partículas que compõem o solo. Fixa-se o tempo para o deslocamento vertical na suspensão do solo com água, após a adição de um dispersante químico. Pipeta-se um volume da suspensão, para determinação da argila, após secagem em estufa, é pesada. O silte corresponde ao complemento dos percentuais para 100%.

Já a quarta etapa foi a realização do Ensaio de Inderbitzen modificado por Higashi (2006) este ensaio consiste em uma estrutura tubular na qual está disposta uma rampa para

apoio de amostra indeformada, sendo que, para a presente pesquisa foi utilizada uma inclinação de 5° decorrente da declividade da área estudada, e duas linhas de “chuveiramento”, obtida através de tubos perfurados, a uma altura média de 0,20 m. Sob a rampa de apoio, tem-se um primeiro recipiente para coleta da água e dos sedimentos carreados. A erosão é calculada em porcentagem, através da razão entre o peso de material retido em cada peneira depois de seco (após 24 h de permanência em estufa a 110 °C).

Com base em Higashi (2006), a erodibilidade do solo é expressa com base na fórmula:

$$e = \frac{(P_{rss})}{(P_{tss})} \cdot 100$$

Sendo:

e: é a erodibilidade do solo (%);

Prss: é o peso do solo seco retido nas peneiras após ensaio (gramas);

Ptss: é o peso do solo seco após ensaio (gramas).

O Ensaio de Higashi foi realizado com a amostra coletada da camada superficial, com 1.556, 93g, a escolha por esse horizonte foi por considerar que o solo na superfície está mais suscetível a erosão, principalmente na área estuda, por ser degradada e haver baixa cobertura vegetal e apresentar encrostamento da superfície.

Resultados e discussões

Caracterização física do solo na área estudada

Os resultados para a descrição morfológica, realizada por meio da observação, infere-se que se trata de um Latossolo Vermelho, sendo que o solo possui coloração na cor vermelha, 2,5 YR 4/8, segundo a carta de Munsell. Apresenta ainda, alta presença de ferrosidade e poucas raízes.

A baixa presença de raízes, implica na pedogenese, a vegetação contribui para o desenvolvimento das estruturas do solo e aumenta na estabilidade dos agregados, contribuindo para a formação do solo. Já a presença de ferrosidade (Figura 6), quando associado a baixa cobertura vegetal, influencia na formação do encrostamento da superfície, ou seja a formação de capa sobre a camada superficial do solo, devido a ação das gotas da chuva, causando a diminuição da infiltração e aumento do escoamento, favorecendo o aumento da erosão (Adaptado de GUERRA, et.al, 2020).

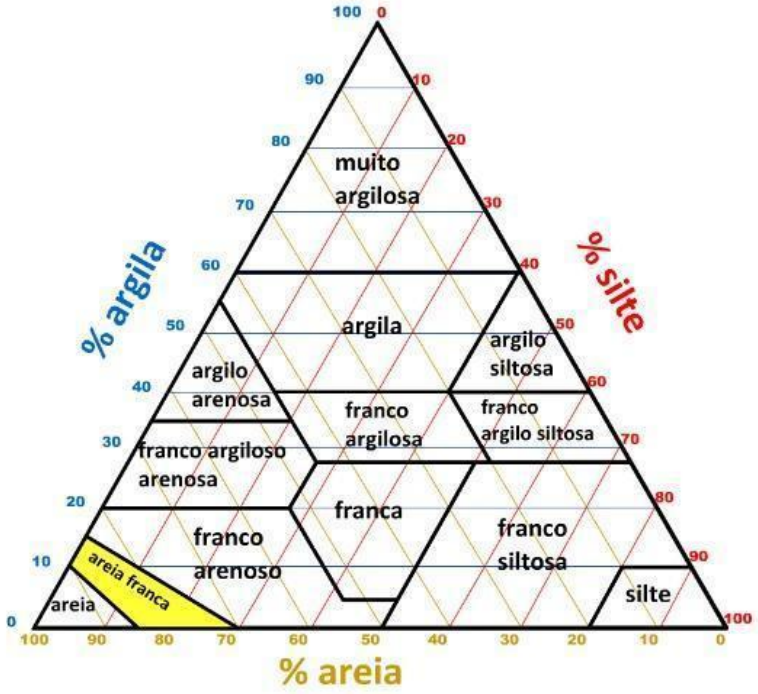
Figura 6 - Presença de Ferro no solo

Fonte: Autores (2023)

Já o que diz respeito aos resultados obtidos na análise granulométrica demonstram que o solo, na camada superficial, possui grande teor de areia, sendo os valores obtidos para a amostra de 20g, indicam 74,85% de areia, a argila corresponde a 1,38% e o silte corresponde a 23,77%. Dessa forma, os valores da granulometria demonstram que o solo é muito arenoso (Figura 7) e, portanto, mais suscetível a erosão.

Já a análise da camada subsuperficial (10-20 cm) similarmente a superficial, indica que o solo possui um elevado teor de areia, obtidos em uma amostra de 20g, tendo 82,8% de areia,10,5% de argila e 6,7% de silte, desta forma indicando que o solo tem propriedades arenosas sucinta a erosão (Figura 7).

Figura 7 - triângulo textural da amostra superficial e subsuperficial.



Fonte: Autores (2023)

Observa-se que há pouca variação textural entre as duas camadas do solo analisadas em laboratório indicando, assim, unidade entre os elementos constituintes do solo. Assim, considerando as características texturais obtidas por meio do cruzamento de dados, a partir do triângulo textual, compreende-se que o solo com textura areia franca está muito suscetível à erosão, isso porque o material possui baixo teor de agregação entre as partículas, por possuir baixos índices de argila, e alta porosidade, facilitando a perda de solo, como demonstrado por Campo (2014) citando Bertoni e Lombardi Neto (1999):

> O solo arenoso, com espaços porosos grandes, durante uma chuva de pouca intensidade pode absorver toda água, não havendo, portanto, nenhum dano; entretanto, como possui baixa proporção de partículas argilosas que atuam como ligação entre partículas grandes, pequena quantidade de enxurrada que escorre na sua superfície pode arrastar grande quantidade de solo. Já no solo argiloso, com espaços porosos bem menores, a penetração de água é reduzida, escorrendo mais na superfície; entretanto, a força de coesão das partículas é maior, o que faz aumentar a resistência à erosão (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1999).

Dessa forma, depreende-se que às características físicas do solo, influi na susceptibilidade a processos erosivos, já que a alta concentração de área facilita o processo de carreamento dos sedimentos, facilitando o surgimento de processos erosivos, como o voçorocamento, devido a resistência mecânica dos agregados ser baixa.

Leva-se em consideração, ainda, que o fato de a área ter pouca cobertura vegetal (Figura 8) reflete diretamente no agravamento dos processos erosivos, já que o solo ficará

desprotegido, favorecendo que as gotas de chuvas expressem maior poder de erosão, nesse sentido Pereira e Rodrigues (2022) citando Guerra (2008), Morgan (2005) e Selby (2005) indicam que:

> A cobertura vegetal é capaz de conferir maior rugosidade aos solos, atuando como agente dissipador da energia proveniente das gotas de chuva, melhorando as taxas de infiltração e reduzindo consequentemente a velocidade do runoff, protegendo o solo contra erosão hídrica de diversas maneiras (GUERRA, 2008; MORGAN, 2005; SELBY, 2005 Apud PEREIRA E RODRIGUES, 2022).

Figura 8 - Cobertura vegetal na área de voçorocamento

Fonte: Autores (2023)

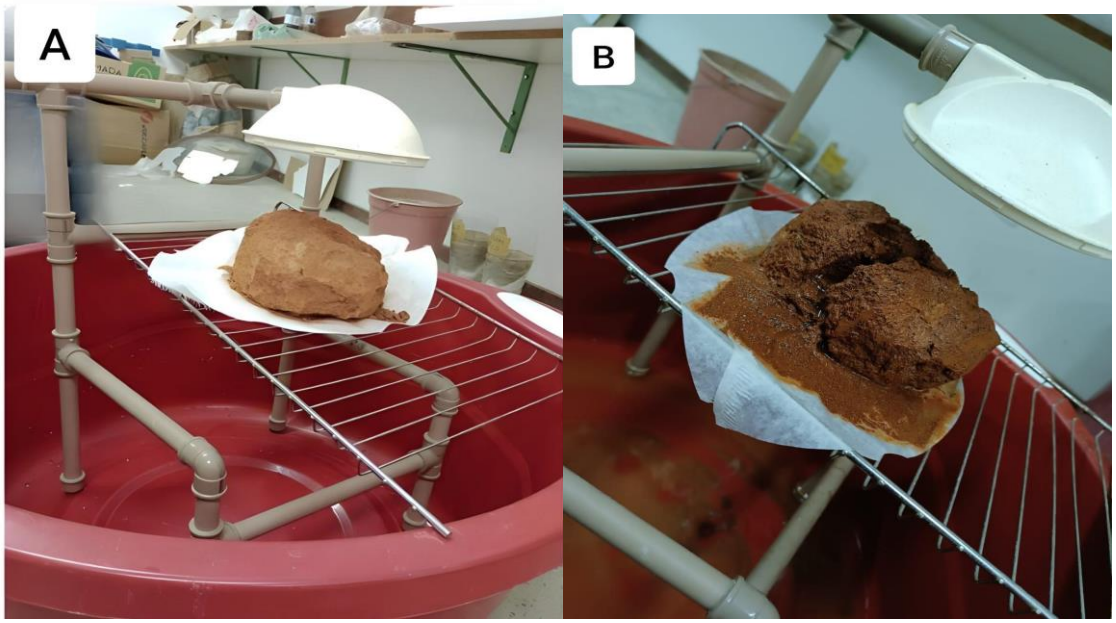
Os solos arenosos facilitam a infiltração e, por consequência, diminui o escoamento superficial, porém, essa classe textural combinada com baixa cobertura vegetal contribui para a maximizar os processos erosivos, uma vez que a vegetação protege confere rugosidade ao solo e protege contra os efeitos da energia cinética das gotas da chuva, mas na sua ausência, processos com o efeito *splash*, encrostamento da superfície, o escoamento e o voçorocamento, serão intensificados.

Ensaio de Inderbitzen

O Ensaio de Inderbitzen Modificado de Higashi (2006) foi realizado utilizando a amostra superficial por considerar que é a parte do solo mais exposta aos processos erosivos. Assim, foram gerados os resultados para perda de solo por tempo de ensaio (minutos), sendo que, os solos, de acordo com Oliveira (2022) fica submetido a uma vazão de 2 litros/hora durante um período de 75 minutos. Conforme o autor, Bertoni e Lombardi Neto (2012) sugerem que se pode considerar valores da precipitação média mensal. Dessa forma, o

ensaio foi realizado tendo como base a precipitação média mensal do município de Iguatu-CE (Figura 9).

Figura 9 - a) Amostra no início da experiência b) Amostra pós-experimento



Fonte: Autores (2023)

Conforme demonstrado por Soares, Queiroz e Alencar (2019) citando Campos (2014), constata-se que além do correto funcionamento do sistema, os ensaios podem ser tidos como satisfatórios pois atendiam com rigor o fato de que o fluxo de água liberado se distribuía de forma equivalente sobre toda a seção transversal da amostra de solo, originando uma perda de solo representativa.

Com a realização do ensaio, obteve-se o resultado de 19,62 % de perda de solo. Diante disso, ao fim do ensaio o peso do solo seco após ensaio, Ptss em gramas, equivale a 1.301, 61g da amostra coletadas, já o peso do solo seco retido nas peneiras, Prss em gramas, equivale a 255, 32g, após o ensaio de 75 minutos. Classifica-se, dessa forma, o solo como alto potencial erodível, pois conforme a classificação de Higashi (2006), a amostra teve a perda de massa por chuveiramento de mais de 5%.

Constata-se com isso, após a realização do ensaio, que é possível estabelecer relação entre as características físicas do solo, ou seja, o alto teor de areia com baixa coesão fato que contribui para o aumento da porosidade do solo, porém aliado ao baixo teor de argila, corrobora para o aumento da susceptibilidade do solo à erosão, como constatado com o Ensaio de Inderbitzen.

Assim, verificou-se que a ocorrência de voçorocas na área de estudo pode estar relacionada com o alto potencial de erodibilidade do solo. Destaca-se ainda, que a

degradação do solo reverbera no agravamento dos processos erosivos hídricos, uma vez que o solo fica desprotegido e, portanto, potencializa a erosibilidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no exposto, conclui-se que a erosão de solos na área tem causas naturais, devido à alta concentração de material arenoso, assim como, recebe influência de agentes erosivos como a água das chuvas, entretanto, é perceptível que atividades antrópicas cristalizadas, tal qual a extração de madeira, com manejo incorreto corrobora na degradação.

Assim, a baixa cobertura vegetal presente na área estudada, influi diretamente na erosão, uma vez que a vegetação atua como agente dissipador, minimizando, portanto, a energia das gotas de água. Dessa forma, a sua supressão vegetal atua como facilitador dos processos erosivos como o voçorocamento, já que aumentará a força de erosibilidade das gotas de chuva e atuará como desencadeante de outros processos, como o escoamento concentrado.

Soma-se a isso, a suscetibilidade do solo à erosão, verificado a partir da análise textural e a realização do Ensaio de Inderbitzen modificado, com os quais verificou-se que as características texturais do solo possui um alto teor de erodibilidade, fato este que reverbera o baixo potencial de coesão e agregação das partículas que o compõem, facilitando, assim, o surgimento de voçorocas.

Conclui-se, portanto, que as características naturais como a textura e ação dos agentes hídricos influi diretamente na erodibilidade dos solos, porém, verifica-se que influência de cristalizações do uso e manejo incorreto do solo colabora para o agravamento dos processos erosivos e, em especial, as voçorocas, uma vez que há a inexistência de medidas protecionistas que visem reduzir os impactos de tais atividades.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, F.N.B. **AGENTES, PROCESSOS E FEIÇÕES EROSIVAS EM VOÇOROCA CONECTADA À REDE DE DRENAGEM DO RIO COREAÚ, EM COREAÚ, CEARÁ**. Revista da Casa da Geografia de Sobral, Sobral, v. 8/9, n. 1, p. 11-20, 2006..

Campos, C. J. M. **Avaliação da Erodibilidade pelo Método Inderbitzen em Solo Não Saturado da Região de Bauru-SP**. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 2014.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. DONAGEM, Guilherme Kangussú, et al. (Orgs). Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/publicacoes/> . Acessado 18 mar 2023.

FUNCEME. **Mapa das Áreas Fortemente Degradadas em processo de Desertificação no Ceará.** Disponível em: <http://www.funceme.br/wp-content/uploads/2019/02/7-Mapa_CE_Desertifica%C3%A7%C3%A3o_2016_A2.> . Acesso em: 13 jun, 2023.

GUERRA, A. J. T. **Degradação dos Solos no Brasil.** In: GUERRA, Antonio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira (Orgs). 1. Ed. Rio de Janeiro:Bertrand Brasil, 2014. p.15-48.

GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O.; RANGEL, L. A.; BEZERRA, J. F. R.; LOUREIRO, H. A. S.; GARRITANO, F. N. Erosão Dos Solos, Diferentes Abordagens E Técnicas Aplicadas Em Voçorocas E Erosão Em Trilhas. **Rev. William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 1, n. 1, julho de 2020, p. 75-117.

GRANDO, Angela; et.al. **ERODIBILIDADE DO SOLO DE UMA MICROBACIA EXPERIMENTAL.** XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Campo Grande-MS, 2009.

HENRIQUE, Filipe Mendes. **Análise morfopedológica aplicada a compreensão dos processos erosivos hídricos em vertentes no município de Pilões/PB**. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

HIGASHI, R.A.R. **Metodologia de Uso e Ocupação dos Solos de Cidades Costeiras Brasileiras Através de SIG com Base no Comportamento Geotécnico e Ambiental.** Tese (Doutorado em Engenharia Civil – Área de concentração: InfraEstrutura e Gerência Viária). Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis, 2006.

NASCIMENTO, Rennan Cabral. **Modelagem de erosão em voçoroca de base física em bacia hidrográfica semiárida**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, Recife, BR-PE, 2017.

NASCIMENTO, Tarley Ferreira; ROMÃO, P. de Araújo; SALES, M. Martines. **Erosividade e erodibilidade ao longo de rodovia cortando os estados de Minas Gerais e Goiás - Brasil.** Ateliê Geográfico, Goiânia, v. 12, n. 1, p. 97–117, 2018.

OLIVEIRA, Carlos Gerson Ferreira. **O ensaio de Inderbitzen Modificado para a determinação da degradação e erodibilidade dos solos nas microbacias de Iguatu - CE**. TCC (Licenciatura em Geografia). Instituto Federal do Ceará - *Campus* Iguatu, 2022.

PEREIRA, Juliana Sousa; RODRIGUES, Silvio Carlos. **EROSÃO POR VOÇOROCAS: ESTADO DA ARTE.** In: JÚNIOR, Osmar Abílio de Carvalho et.al (Orgs). Revisões da literatura da Geomorfologia Brasileira, 1 ed. Brasilia: Cilianda, 2022. p. 504-529.

SOARES, Leonardo Augusto Camparine; QUEIROZ, Angela Custódia Guimarães; DE ALENCAR, Pablo Moisés Soares. **Ensaios de Inderbitzen na Avaliação do Fenômeno Erosivo em um Solo do Município de Anápolis (GO).** GEOCENTRO, Brasília/DF, Brasil. 2019.

Associação Entre Uso e Ocupação Do Solo e as Temperaturas do Ar: Uma Análise do Período 1990-2020 da Região Geográfica Intermediária de Sousa - Cajazeiras, Estado Da Paraíba

Association Between Land Use And Occupation To The Air Temperatures: An Analysis Of The Period 1990-2020 In The Intermediate Geographic Region Of Sousa - Cajazeiras, State Of Paraíba

Teobaldo Gabriel de Souza Júnior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB
https://orcid.org/0000-0002-0961-6595
teobaldo.souza@ifpb.edu.br

Daisy Beserra Lucena
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
https://orcid.org/0000-0002-1645-9743
daisy.beserra.lucena@academico.ufpb.br

Leandro Honorato de Souza Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB
https://orcid.org/0000-0001-6221-2250
leandro.silva@ifpb.edu.br

João Vinicius Ribeiro de Andrade
Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco - POLI/UPE
https://orcid.org/0000-0003-3554-0157
jvlc@ecomp.poli.br

Bruno José Torres Fernandes
Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco - POLI/UPE
https://orcid.org/0000-0002-6001-3925
bjtf@ecomp.poli.br

Resumo: O trabalho objetivou analisar a associação existente entre as formas de uso e ocupação do solo e as temperaturas do ar, no período 1990-2020, na Região Geográfica Intermediária de Souza - Cajazeiras, interior do Estado da Paraíba, para tanto, foram utilizados na pesquisa: os dados do projeto MapBiomas, para a cobertura do solo; e os registros da Estação Meteorológica São Gonçalo do INMET, para as temperaturas máximas, médias e mínimas. Os testes estatísticos empregados foram: Mann-Kendall, Sen's Slope e Pettitt, para avaliar as tendências de temperatura; e correlação de Spearman para averiguar a associação entre as classes estipuladas e os registros da Estação São Gonçalo. Os resultados apontam para o aumento das temperaturas e correlação positiva destas com as classes “Urbanização” e “Agropecuária”, e negativa com as classes “Vegetação” e “Água”, indicando a importância da preservação da vegetação nativa na regulação térmica.

Palavras-Chave: Análise Estatística. Correlação De Spearman. Testes De Tendências.

Abstract: The objective of this work was to analyze the existing association between the forms of land use and occupation and air temperatures, in the period 1990-2020, in the Intermediate Geographical Region of Souza - Cajazeiras, inland of the State of Paraíba, for this purpose, the following were used in the research: data from the MapBiomas project, for land cover; and INMET's São Gonçalo Meteorological Station records for maximum, average and minimum temperatures. The statistical tests used were: Mann-Kendall, Sen's Slope and Pettitt, to evaluate temperature trends; and Spearman's correlation to verify the association between the stipulated classes and the records of São Gonçalo Station. The results points to an increase in temperatures and a positive correlation with the

“Urbanization” and “Agricultural” classes, and a negative correlation with the “Vegetation” and “Water” classes, indicating the importance of preserving native vegetation in thermal regulation.

Keywords: Statistical Analysis. Spearman's Correlation. Trend Tests.

Introdução

De acordo com Mendonça e Danni-Oliveira (2009), desvendar os fenômenos naturais, dentre eles, o clima, sempre foi uma aspiração das sociedades, haja vista que tais conhecimentos poderiam alçá-las da condição de expectadoras passivas ao de utilitárias e manipuladoras dos mesmos, em diferentes escalas.

No entanto, o clima é formado por um intrincado conjunto de fatores e elementos e, de acordo com Romero (2020), enquanto os fatores (radiação solar, latitude, altitude, ventos, massas de água, massas de terra, topografia, vegetação e superfície do solo) condicionam, determinam e dão a origem climática; os elementos (temperatura, precipitações, movimento e umidade do ar) representam os valores relativos de cada um dos seus tipos.

Assim, conforme Ayoade (1996), ao lado da precipitação, a temperatura é, provavelmente, o elemento mais discutido do tempo atmosférico, entretanto, conforme Belo Filho (2010), enquanto a precipitação é bastante variável no espaço e no tempo, a temperatura do ar apresenta uma variabilidade menor, o que facilita um pouco a sua modelagem.

Além disso, embora as duas variáveis citadas (precipitação e temperatura) possuam importância similar, geralmente, o direcionamento para a tomada de decisões em relação ao clima é, sobretudo, orientado pelo forte vínculo com produção agrícola local, de tal modo que, em diversas áreas, isto se tornou preponderante para dar maior atenção a esta ou a aquela, consoante as suas peculiaridades (SILVA et al., 2015).

Para exemplificar a afirmação, toma-se um trecho do documento intitulado “Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no Estado da Paraíba: PAE-PB/IICA” o qual diz que “o fator climático mais importante para as regiões tropicais são as precipitações pluviométricas” (PARAÍBA, 2011, p. 8).

Todavia, diante do acelerado quadro de perspectiva de mudanças climáticas, a visão sobre a temperatura tem ampliado a sua relevância, seja pelo aspecto do conformo térmico humano (SOUZA; NERY, 2012), seja pelos prejuízos socioeconômicos que sua alteração pode causar (BLANK, 2015) e, embora na comunidade científica, não seja unanimidade o reconhecimento de que o fenômeno do aquecimento global é de natureza antrópica ou mesmo que possui tal dimensão (MARUYAMA, 2009; STEINKE, 2012), documentos representativos, como o sexto relatório-AR6 do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022), afirmam categoricamente ao contrário, reiterando que a humanidade vem induzindo, de forma inequívoca, mudanças que são claramente discerníveis daquelas que são impostas de forma natural pelo ambiente.

Nesse sentido, um dos principais aspectos que induzem a uma acelerada mudança na paisagem e clima é o uso do solo, sendo a vegetação, importante fator na regulação climática, o primeiro elemento alterado quando ocorrem os processos antrópicos de construção do espaço (PEREIRA, 2010).

Portanto este trabalho visa analisar como cobertura e usos do solo podem estar correlacionados com os registros dos dados de temperatura do ar em uma determinada localidade. Para isso, foi escolhida a Região Geográfica Intermediária de Sousa - Cajazeiras, situada no Oeste do Estado da Paraíba e inserida na área de domínio da vegetação de Caatinga.

As próximas três seções do manuscrito, “Material E Procedimentos Técnicos”, “Resultados E Discussão” e “Conclusões”, detalharão melhor a escolha da área, a obtenção das informações, o processamento dos dados, os resultados obtidos e as sugestões para futuras pesquisas.

Material e Procedimentos Técnicos

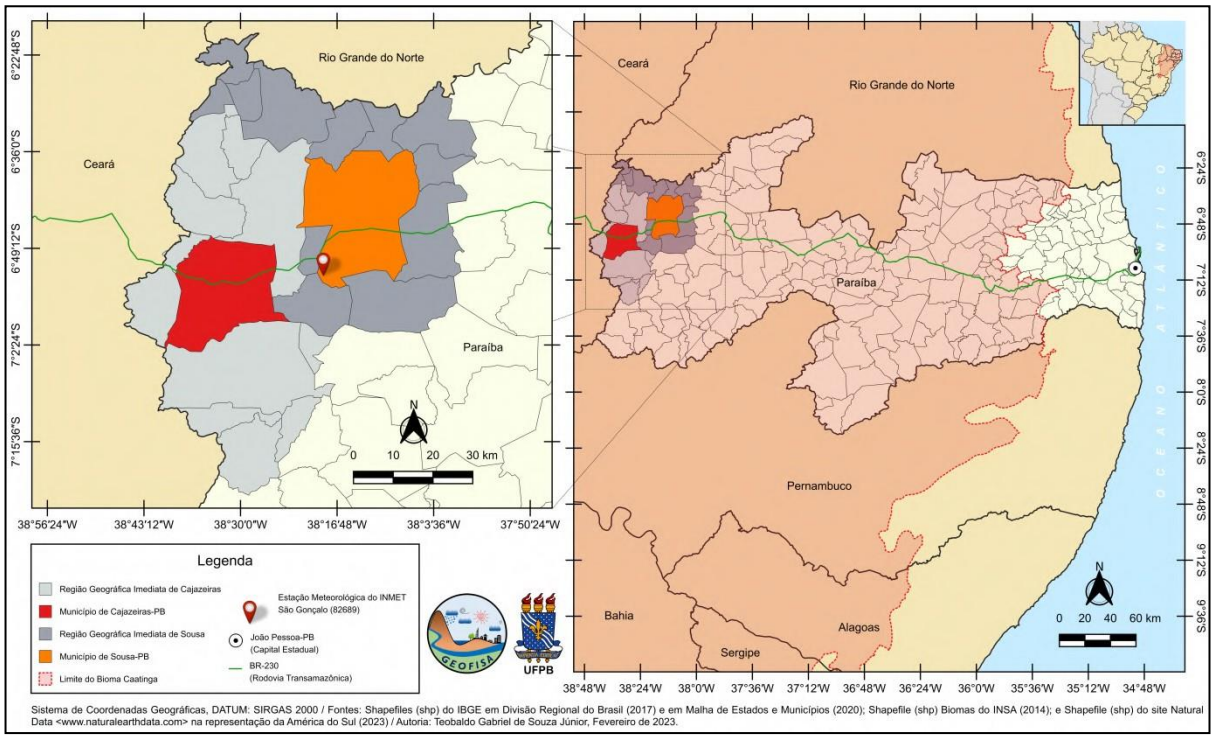
Nesta pesquisa, todos os dados coletados estão abertamente disponíveis em órgãos ou projetos coletivos e sua preparação foi efetuada e processada em softwares livres e de natureza open source.

Desta maneira, por exemplo, a tabulação, foi executada nas planilhas do LibreOffice Calc 6.4.7.2 (The Document Foundation, 2019); o preenchimento das falhas nas séries temporais de temperaturas do ar provenientes do INMET, ficaram a cargo do Estima_T (CAVALCANTI; SILVA, 1994; CAVALCANTI; SILVA; SOUSA, 2006; SILVA et al., 2006); nas espacializações em geral utilizou-se o QGIS 3.10.14 - A Coruña (2021); enquanto que a estatística foi trabalhada nos programas R Statistical (R development Core Team, 2018) e Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis-Past (HAMMER et al., 2001).

Caracterização Da Área De Estudo

A Região Geográfica Intermediária (RGINT) de Sousa - Cajazeiras é uma das quatro regiões intermediárias do Estado da Paraíba (as demais, do litoral ao interior, são: João Pessoa, Campina Grande e Patos). Delimitada conforme metodologia estabelecida pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), e localizada no oeste paraibano (Figura 1), a RGINT de Souza - Cajazeiras comportava, em 2020, uma população de quase 300 mil habitantes, isto equivale a, aproximadamente, 7,50% da população estadual, segundo projeções do próprio IBGE.

Figura 1 - Região Geográfica Intermediária (RGINT) de Sousa - Cajazeiras, Estado da Paraíba.

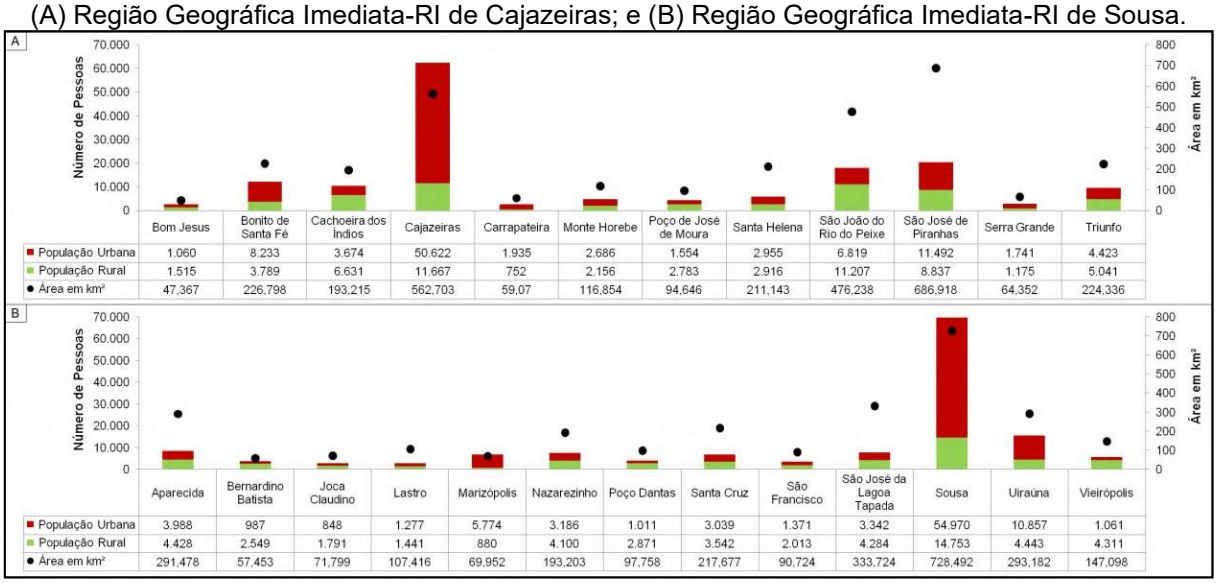


Fonte: Os autores (2023).

Dentre os 25 municípios que compõem a RGINT em tela (correspondentes a 11,21% dos municípios da Paraíba), os principais são os homônimos de Sousa e Cajazeiras, tendo em vista que ambos são polos que nomeiam as suas Regiões Metropolitanas, bem como as suas respectivas Regiões Geográficas Imediatas que, segundo o IBGE (2017), são dadas a partir de centros urbanos próximos, que são procurados para satisfazer as necessidades imediatas das populações, tais como: compras de bens de consumo duráveis e não duráveis; busca de trabalho; procura por serviços de saúde e educação; e prestação de serviços públicos, como postos de atendimento do Instituto Nacional do Seguro Social - INSS, do Ministério do Trabalho e de serviços judiciários, entre outros.

A Figura 2 mostra, ainda, que Sousa e Cajazeiras são detentores das maiores populações e, também, que possuem grandes extensões territoriais, o que os colocam no topo dos mais populosos e povoados da RGINT, ponderando que suas marcas relativas de habitantes por km² são, respectivamente, 95,70 e 110,69, na medida em que a RGINT apresenta o valor de 52,75 habitantes por km².

Figura 2 - População do ano de 2020 versus área dos municípios da RGINT de Sousa - Cajazeiras / (A) Região Geográfica Imediata-RI de Cajazeiras; e (B) Região Geográfica Imediata-RI de Sousa.



	Bom Jesus	Bonito de Santa Fé	Cachoeira dos Índios	Cajazeiras	Carrapateira	Monte Horebe	Poço de José de Moura	Santa Helena	São João do Rio do Peixe	São José de Piranhas	Serra Grande	Triunfo
População Urbana	1.060	8.233	3.674	50.622	1.935	2.686	1.554	2.955	6.819	11.492	1.741	4.423
População Rural	1.515	3.789	6.631	11.667	752	2.156	2.783	2.916	11.207	8.837	1.175	5.041
Área em km²	47,367	226,798	193,215	562,703	59,07	116,854	94,646	211,143	476,238	686,918	64,352	224,336

	Aparecida	Bernardino Batista	Joca Claudino	Lastro	Marizópolis	Nazarezinho	Poço Dantas	Santa Cruz	São Francisco	São José da Lagoa Tapada	Sousa	Uiraúna	Vieirópolis
População Urbana	3.988	987	848	1.277	5.774	3.186	1.011	3.039	1.371	3.342	54.970	10.857	1.061
População Rural	4.428	2.549	1.791	1.441	880	4.100	2.871	3.542	2.013	4.284	14.753	4.443	4.311
Área em km²	291,478	57,453	71,799	107,416	69,952	193,203	97,758	217,677	90,724	333,724	728,492	293,182	147,098

Fonte: Os autores (2023).

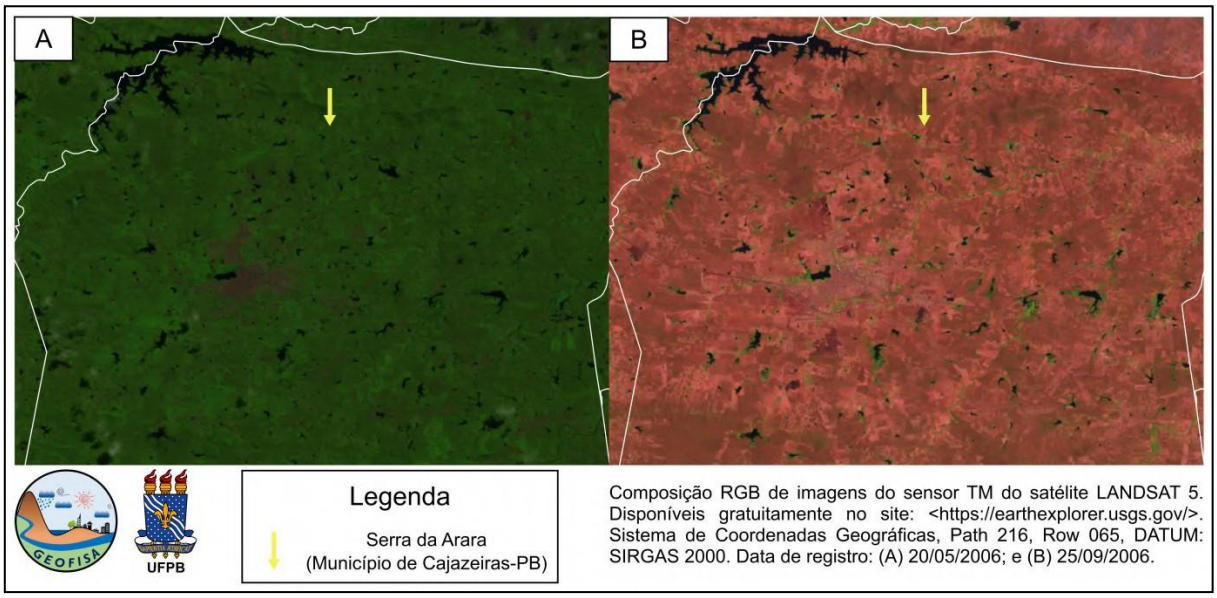
A área total da RGINT de Souza - Cajazeiras é da ordem de 5.663,60 km², o mesmo que 10,03% de todo o território estadual. De acordo com dados do obtidos através do TopoData (INPE, 2023) as cotas de altitude máxima, média e mínima são, nessa ordem: 862,74 m, 357,77 m e 188,70 m.

No quesito “Domínio Climático”, alinhado às chuvas, para Cunico, Lucena e Moura (2023, p. 11), toda a Paraíba apresenta somente dois, que são: “Domínio Chuvoso e Úmido (exemplo: região do Litoral, município de João Pessoa - com meses mais chuvosos entre abril e julho) e Domínio Seco e Quente”, onde a RGINT se enquadra, “com meses mais chuvosos entre fevereiro a maio”.

A pluviosidade anual, mal distribuída ao longo do ano e bastante concentrada no primeiro semestre, varia de 751 a 1000 mm, com isso, as Regiões Pluviometricamente Homogêneas são classificadas como Sertão e Alto Sertão.

A vegetação predominante é a Caatinga (Figura 3) que, nos meses chuvosos apresenta-se verde, mas termina perdendo sua folhagem em seguida. Seu território é constituído, principalmente, por rochas do complexo cristalino (magmáticas e metamórficas), com solos, em sua maioria, rasos e pouco desenvolvidos (CUNICO; LUCENA; MOURA, 2003).

Figura 3 - Contraste de períodos em área de formação de Caatinga / (A) Chuvoso; e (B) Seco.



Fonte: Os autores (2023).

Apesar das adversidades da área, além do comércio e serviços desenvolvidos nos centros urbanos, nas zonas rurais é praticada a agricultura de subsistência, onde há a predominância de pequenas propriedades, as quais criam um verdadeiro mosaico sobre os usos e cobertura da terra (ALTHOFF et al., 2018). Consulta ao Cadastro Ambiental Rural (CAR, 2023) dá conta de que, somados, todos os municípios da RGINT de Souza - Cajazeiras apresentam mais de 25 mil imóveis rurais cadastrados.

Dados De Temperatura

Os dados mensais de temperaturas máximas, médias e mínimas foram obtidos da estação São Gonçalo-82689, que está localizada dentro do limite municipal de Sousa-PB, a partir do Banco de Dados do Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, disponibilizado em site mantido pela instituição (INMET, 2023).

O período escolhido, 1990 a 2020, é justificado pelas seguintes razões: 30 anos é o tempo mínimo que a Organização Meteorológica Mundial-OMM estabelece para se obter uma normal climatológica coerente (IPMA, 2022); e, também, esse interstício apresentou-se com informações suficientemente consolidadas para se empreender a pesquisa.

Destaca-se que, para as 372 observações mensais esperadas, os registros da estação São Gonçalo-82689 manifestaram ausência/falhas de dados na proporção sumarizada pela Tabela 1.

Tabela 1 - Detalhamento da estação meteorológica do INMET utilizada na pesquisa e suas falhas.

Estação	Código	Latitude	Longitude	Altitude	Obs. Esperadas	Falhas
São Gonçalo	82689	-6,83583333	-38,31166666	237,04 m	T. Máximas = 372	92
					T. Médias = 372	97
					T. Mínimas = 372	92
					Percentual médio de falhas	**25,18%**

Fonte: Dados do INMET (2023), com elaboração de tabela pelos autores (2023).

Com o fito de preencher as lacunas existentes, foi utilizado o software Estima_T (CAVALCANTI; SILVA, 1994; CAVALCANTI; SILVA; SOUSA, 2006; SILVA et al., 2006). O Estima_T, que se trata de uma aplicação gratuita hospedada no site do Departamento de Ciências Atmosféricas - DCA, da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, no endereço http://app.dca.ufcg.edu.br/estimat/estimat.htm, utiliza um modelo empírico para determinar as temperaturas médias, máximas e mínimas mensais do ar, em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude, dadas por meio de uma superfície quadrática para as temperaturas.

No entanto, antes de se efetuar o preenchimento dos dados ausentes, com os valores estimados pelo programa, verificou-se, empiricamente, através da geração e visualização de gráficos do tipo histograma, como se dava a distribuição dos valores medidos.

Uma vez constatado que esses não seguiam um padrão de distribuição normal, para se analisar a pertinência de enxerto dos valores ausentes, com as estimativas, foi empregado o método não paramétrico denominado Coeficiente de Correlação de Spearman, também conhecido como Correlação por Postos de Spearman, designado “rho” e representado por “ρ” (LIRA, 2004), o qual gera resultados que vão de -1 (para correlações inversas) a 1 (para correlações diretas), técnica que será mais bem explanada adiante.

Com isso, chegou-se ao resultado apresentado na Tabela 2, verificando-se alto grau de significância (nível de α = 0,05, ou seja, o mesmo que a 5%) e correlações positivas adequadas, as quais foram qualificadas conforme o trabalho de Baba, Vaz e Costa (2014, p. 518) em: “muito fraca” - 0,00~0,19 -; “fraca” - 0,20~0,39 -; “moderada” - 0,40~0,69 -; “forte” - 0,70~0,89 -; e “muito forte” - 0,90~1,00.

Tabela 2 - Validação e qualificação dos registros das temperaturas do ar na estação São Gonçalo-82689 do INMET utilizando Correlação de Spearman (*ρ*)

Estação	rho (*ρ*)	Qualificador (*ρ*)	P-Value (Signif. α = 0,05)
São Gonçalo	Máximas = 0,8018102	Forte	< 2,2e-16
	Médias = 0,7549724	Forte	< 2,2e-16
	Mínimas = 0,6863042	Moderada	< 2,2e-16
Média dos valores	**0,7476956**	**Forte**	**< 2,2e-16**

Fonte: Os autores (2023).

Técnicas Estatísticas

A estatística pode ser definida como a

> parte da matemática em que se investigam processos de obtenção, organização e análise de dados sobre uma população ou uma coleção de seres quaisquer, e métodos de tirar conclusões e fazer predições com base nesses dados. (FERREIRA, 2001, p. 317)

Assim sendo, de posse da série mensal com os dados das temperaturas, foram aplicados os testes de tendências de Mann-Kendall, Sen's Slope e Pettitt, que estão descritos em subtópicos específicos.

Após identificação do comportamento das tendências de temperatura do ar, com os testes anteriormente mencionados, verificou-se a dinâmica de uso e ocupação do solo por meio dos dados do projeto MapBiomas. Na sequência, foi procedida a Correlação de Spearman entre as classes estabelecidas a partir dos arquivos do MapBiomas e a série de observações dos registros das temperaturas máximas, médias e mínimas.

É importante ressaltar que a Correlação de Spearman foi aplicada sobre dados anuais, considerando que as mudanças de uso e ocupação do solo são perceptivelmente mais lentas e que, portanto, é assim que são apresentadas pelo MapBiomas.

Teste De Mann-Kendall

Estabelecido pelas Equações 1 e 2, Mann-Kendall trata-se de um teste não-paramétrico utilizado para determinar se uma série de dados possui tendência temporal estatisticamente significativa crescente ou decrescente.

$$s = \sum_{i=n}^{n-1} \sum_{j=i+1}^{n} sng(x_j - x_i) \quad (1)$$

Em que:

s = Resultado positivo ou negativo entre a maioria das diferenças dos dados

n = Número de pontos de dados

x_j e x_i = Valores dos dados em séries de tempo i e j ($j > i$)

sng = Dada pela Equação 2

$$sng(x_j - x_i) = \begin{cases} +1, se\ x_j - x_i > 0 \\ 0, se\ x_j - x_i = 0 \\ -1, se\ x_j - x_i < 0 \end{cases} \quad (2)$$

De acordo com Santos *et al*. (2020), “Mann (1945) sugeriu uma comparação entre aleatoriedade e tendência, enquanto Kendall (1975) havia proposto teste para identificar correlação, cuja aplicação é semelhante à condição apresentada por Mann”. Ainda segundo esses autores, “Kendall (1975) mostrou que S é normalmente distribuída com média E(S) e variância Var(S)” (SANTOS, *et al*., 2020), sendo tal variância dada de acordo com a Equação 3.

$$Var(S) = \frac{\{n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^{m}[t_i(t_i-1)(2t_i+5)]\}}{18} \quad (3)$$

Em que:

Var(S) = A variância

n = Número de pontos dos dados

m = Número de grupos empatados - conjuntos de dados com valores idênticos

t_i = Quantidade de valores repetidos no i-ésimo grupo

No entanto, é importante destacar que quando o tamanho da amostra n é maior que 10, a estatística de teste normal padrão Z_s é calculada seguindo a Equação 4.

$$Z_s = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{Var(S)}}, se\ S > 0 \\ 0, se\ S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{Var(S)}}, se\ S < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Se Z_s apresenta valores positivos, estes indicam tendências crescentes, ao passo que se Z_s resulta em valores negativos, estes denotam tendências decrescentes. Nesse teste, as tendências são realizadas a um nível de significância específico (SANTOS, *et al*., 2020).

Em estatística, os testes de significâncias mais utilizados são α = 0,01, α = 0,05 e α = 0,10, portanto, informa-se que no presente trabalho, para todos os testes de significância, foi empregado nível de α = 0,05.

Teste Sen’s Slope

Após a aplicação da técnica anterior, complementou-se o resultado com a análise desenvolvida por Sen (1968). A denominada Sen’s Slope - ou Inclinação de Sen, em tradução livre - complementa o teste de Mann-Kendall, na medida em que, caso identificada uma tendência linear em uma série histórica, calcula a magnitude da inclinação dos registros de dados. A Equação 5 mostra o funcionamento de Sen’s Slope.

$$b = mediana\left[\frac{x_j - x_i}{j-i}\right], \forall\ i < \text{j} \quad (5)$$

Em que:

b = Estimativa da inclinação

xj e xi = Valores dos dados em séries de tempo i e j (j> i)

Santos et al. (2020) destacam que, considerando n número de pontos dos dados, então N = (n(n-1))/2, onde N é o número calculado de estimativas da inclinação. Assim, a inclinação de b é tomada como a mediana do número N de estimativas de inclinação. Se N é par, então se emprega a Equação 6, e se N é ímpar a Equação 7 é que é utilizada e, deste modo, a estimativa da inclinação é tirada de b.

$$\left[\frac{N+1}{2}\right]^{\circ} \tag{6}$$

$$\left[\frac{\frac{N}{2}+\frac{(n+2)}{2}}{2}\right]^{\circ} \tag{7}$$

Teste De Pettitt

Outro teste não-paramétrico aplicado nas séries históricas trata-se do teste de ruptura desenvolvido por Pettitt (1979). Referido teste permite identificar o ponto de ocorrência de uma mudança abrupta na média de séries temporais averiguando se duas amostras $X1,...,Xt$ e $Xt+1,...,XT$ pertencem a uma mesma população.

No teste de Pettitt, a estatística Ui,T realiza uma contagem da quantidade de vezes que um membro da primeira amostra é maior que o membro da segunda, e pode ser escrita de acordo com a Equação 8.

$$U_{t,T} = U_{t-1,T} + \sum_{j=1}^{T} sgn(x_i - x_j) \qquad \text{para t} = 2,...,\text{T} \tag{8}$$

Em que o termo sgn é dado de acordo com a Equação 9:

$$sng(x) = \begin{cases} +1, para\ x > 0 \\ 0, para\ x = 0 \\ -1, para\ x < 0 \end{cases} \tag{9}$$

Desta maneira, conforme Gois (2017, p. 75), "Ui,T é então calculada para valores de 1 < t < T , e assim a estatística k(t) do teste de Pettitt [...] corresponde ao máximo em valor absoluto de Ui,T" estimando-se onde ocorre a mudança, e pode representada segundo a Equação 10.

$$k(t) = \underset{1>t>T}{\text{Max}} \mid U_{t,T}\mid \tag{10}$$

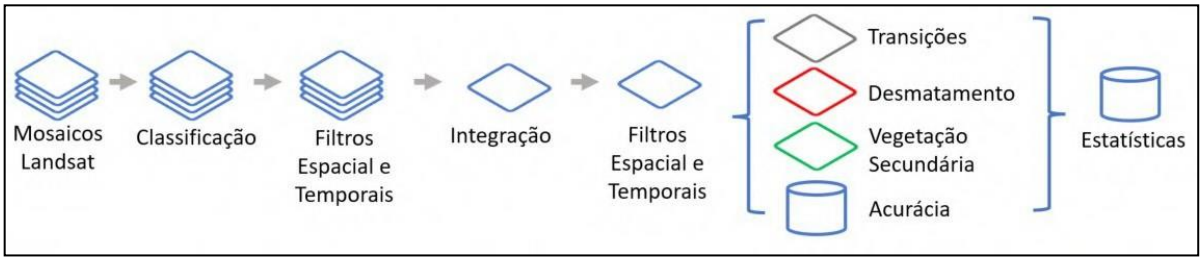
Referido cálculo localiza o ponto onde houve uma mudança brusca na média de uma dada série temporal sendo o ponto de mudança brusca o t onde se verifica o máximo de k(t).

Projeto MapBiomas E Dados De Uso E Ocupação Do Solo

O MapBiomas (SOUZA JÚNIOR et al., 2020) se trata de um projeto que utiliza o acervo de imagens registradas pelos sensores da série de satélites LANDSAT para analisar, em todos os biomas brasileiros, desde 1985, as mudanças anuais do solo, o que abrange, desta forma, os interstícios de interesse do presente trabalho: espacial (RGINT de Souza - Cajazeiras) e temporal (1990-2020).

Utilizando parcelas do solo em que cada pixel das imagens representa uma área de 30 x 30 metros, o MapBiomas lança mão de algoritmos de processamento de arquivos na nuvem para gerar seus dados e, nesse sentido, a visão geral da metodologia está representada na Figura 4.

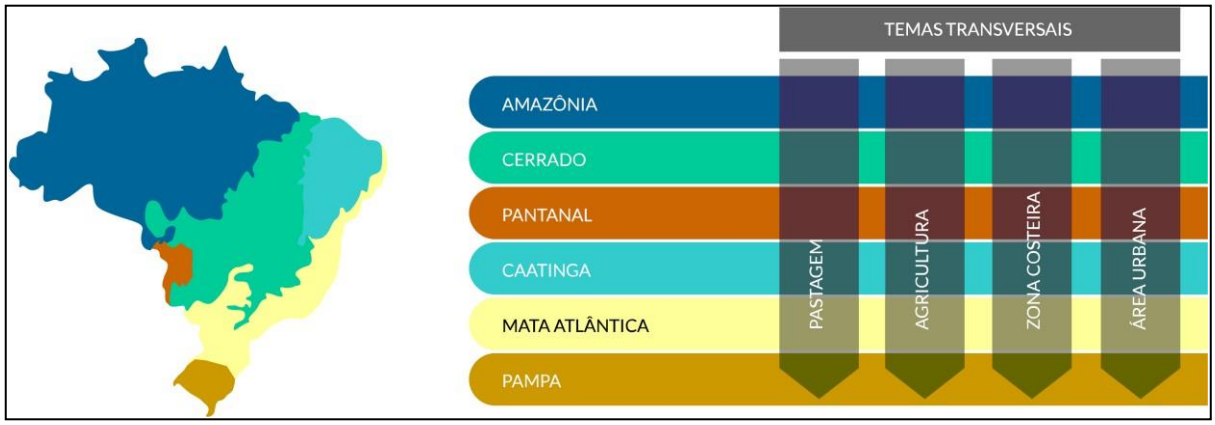
Figura 4 - Visão geral da metodologia do projeto MapBiomas.



Fonte: MapBiomas (2023).

Apesar das técnicas do MapBiomas originarem arquivos de natureza raster, com diversas classificações e temas transversais (Figura 5), para este trabalho, os arquivos de interesse foram reagrupados no software QGIS 3.10.14 - A Coruña LTR (2021) em quatro grandes classes, a saber: “Agropecuária”, “Água”, “Urbanização” e “Vegetação”.

Figura 5 - Temas transversais do projeto MapBiomas.



Fonte: MapBiomas (2023).

Depois de efetuado o processamento, apenas da área e dos dados de interesse, foram geradas as informações necessárias para se efetuar o procedimento da correlação de Spearman entre o comportamento das mudanças de uso e ocupação de solo anualmente e os dados de temperaturas do ar (máximas, médias e mínimas).

Correlação De Spearman

O método de Coeficiente de Correlação de Spearman é obtido a partir da aplicação da Equação 11.

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}}{n(n^2-1)} \quad (11)$$

Em que:

ρ = Correlação de Spearman

d = Diferença entre as fileiras das variáveis correspondentes (ordenações)

n = Número de pares de ordenações (observações)

A aplicação da fórmula, representada na Equação 11, gera valores que podem variar de -1 a 1, onde, quanto mais distante do zero, mais forte é a correlação, seja ela direta (em caso de valores positivos) ou inversa (no caso de valores negativos).

Resultados E Discussão

Os testes de Mann-Kendall (MANN, 1945; KENDALL, 1975), Sen's Slope (SEN, 1968) e Pettitt (1979), aplicados aos registros das temperaturas da estação São Gonçalo-82689, se encontram sumarizados na Tabela 3.

Tabela 3 - Resumo dos resultados dos testes de Mann-Kendall, *Sen's Slope* e Pettitt para o período1990-2020 na estação São Gonçalo-82689.

Mann-Kendall	*Sen's Slope*	Pettitt (k)	Pettitt (D)	Pettitt (V1)	Pettitt (V2)	Pettitt (DIF)
Máx = 0,10311040	0,002664277	260	08/2011	33,29463	34,24373	0,94910
Méd = 0,09320628	0,001822186	272	08/2012	26,69078	27,56883	0,87805
Mín = 0,14149670	0,002810789	273	09/2012	21,05817	22,44700	1,38883

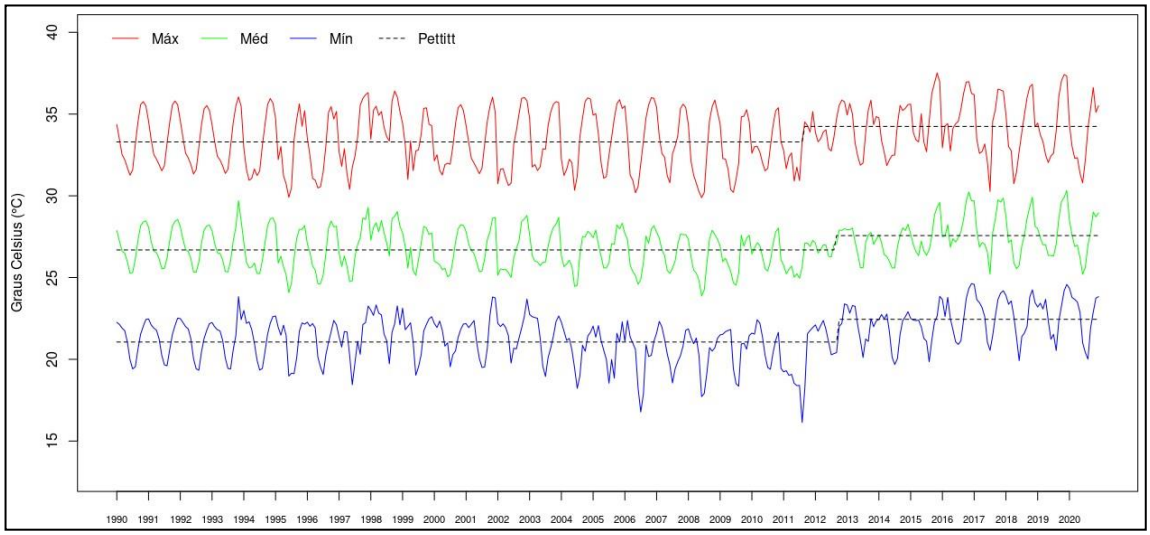
Fonte: Os autores (2023).

Todos os dados apresentados na Tabela 3 apontaram para uma variação positiva das temperaturas (máximas, médias e mínimas) no período 1990-2020. As colunas "Mann-Kendall" e "Sen's Slope" destacam os respectivos resultados desses testes, ao passo que a coluna "Pettitt (k)" apresenta o ponto provável de observação da mudança mais abrupta da série de dados, "Pettitt (D)" registra mês e ano de observação da referida mudança dentro da série temporal, "Pettitt (V1)" mostra a média dos valores até o ponto de mudança, "Pettitt (V2)"

a média dos valores após o ponto de mudança e, por fim, “Pettitt (DIF)” apresenta a diferença encontrada entre a média dos conjuntos de dados de antes e depois da mudança abrupta.

A Figura 6 ilustra os registros mensais de temperatura para o período estudado, assim como mostra em linha tracejada o teste de Pettitt.

Figura 6 - Série dos dados mensais de temperaturas da estação São Gonçalo de 1990 a 2020.

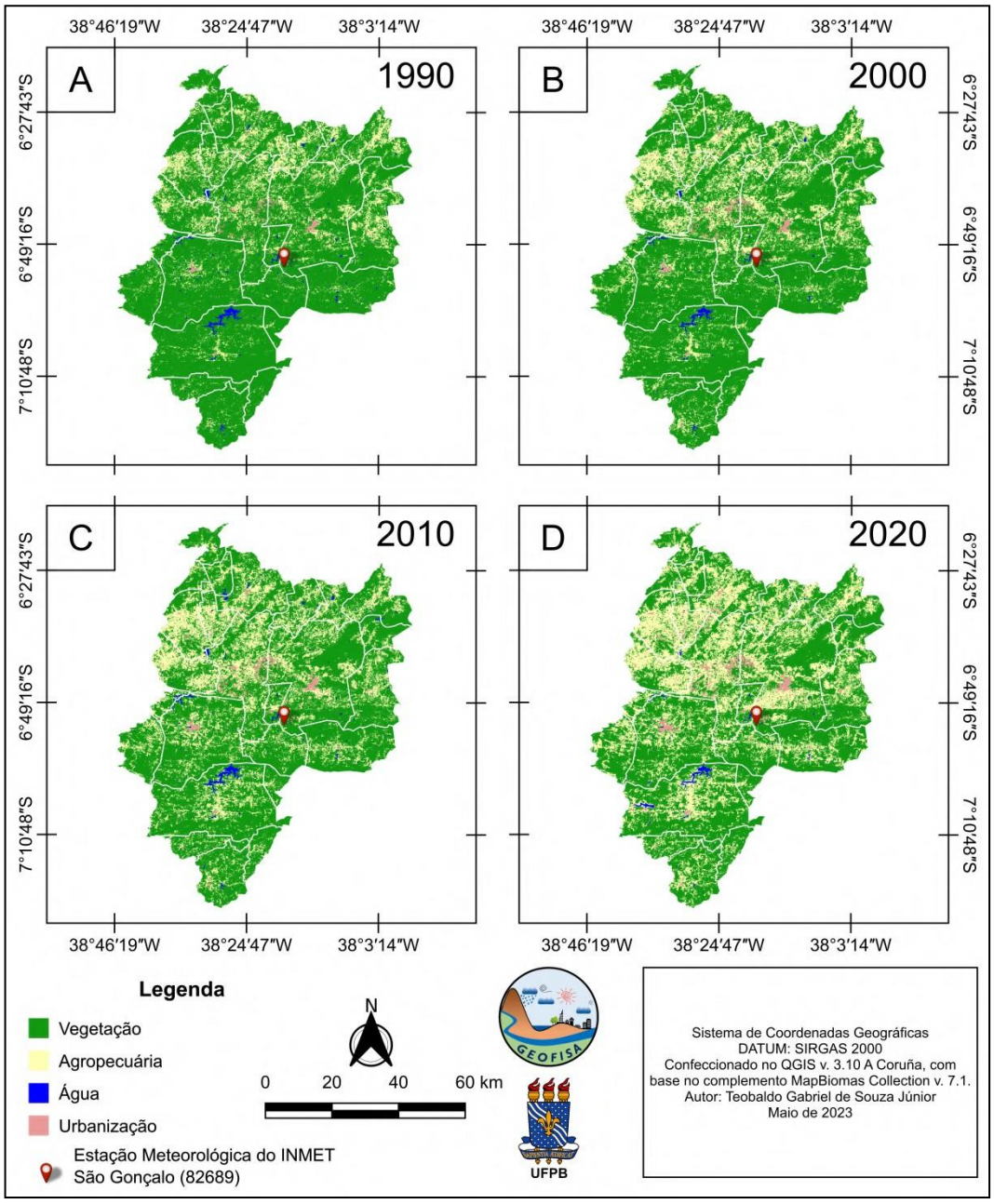


Fonte: Os autores (2023).

Observa-se, na Figura 6, a sazonalidade dos registros, com sutis incrementos positivos a cada ciclo, os quais se mostraram significativos, conforme comprovou a aplicação dos testes estatísticos.

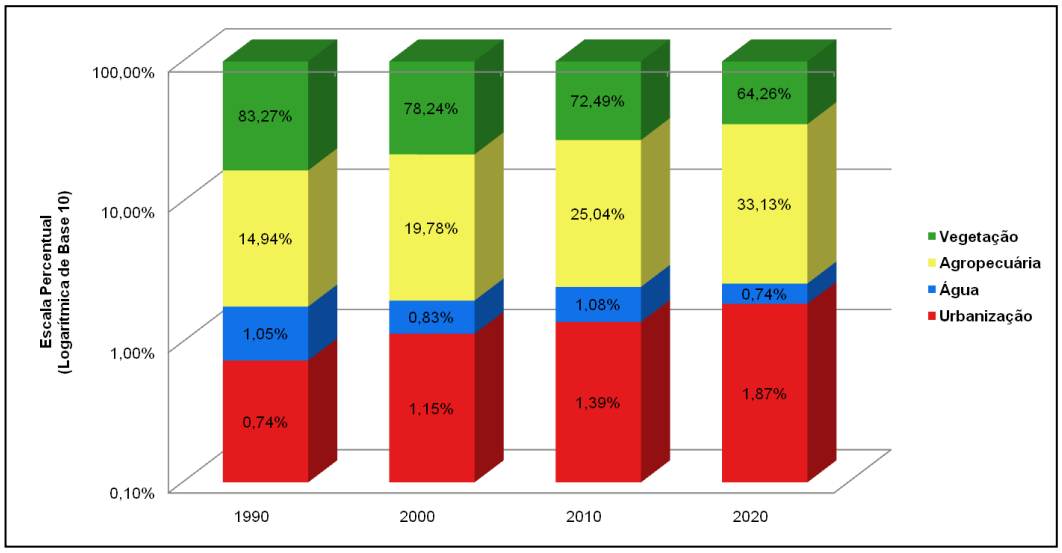
No que concerne ao uso e ocupação do solo, a Figura 7 ilustra a espacialização, no intervalo 1990-2020, das classes definidas, enquanto que a Figura 8 expõe os percentuais ocupados por essas mesmas classes, dentro do mesmo período.

Figura 7 - Uso e ocupação na RGINT Sousa - Cajazeiras / (A) 1990; (B) 2000; (C) 2010; e (D) 2020.



Fonte: Os autores (2023).

Figura 8 - Percentuais de uso e ocupação do solo do na RGINT de Sousa - Cajazeiras entre as décadas de 1990 a 2020.



Fonte: Os autores (2023).

É possível observar, na Figura 8, que a classe “Água” oscilou bastante entre as décadas do estudo, já que em 2010 apresentou o maior percentual de ocupação superficial (1,08%) em comparação com os outros dados exibidos, ao tempo que em 2020, registrou o menor valor (0,74%). Tal resultado pode estar ligado às variações pluviométricas que, comumente, ocorrem na região, somados ao aumento do consumo de água pela crescente população, quer seja para abastecimento (humano e animal) quer seja para a produção industrial e agrária (SOUZA JÚNIOR; LUCENA; FIRMINO, 2022).

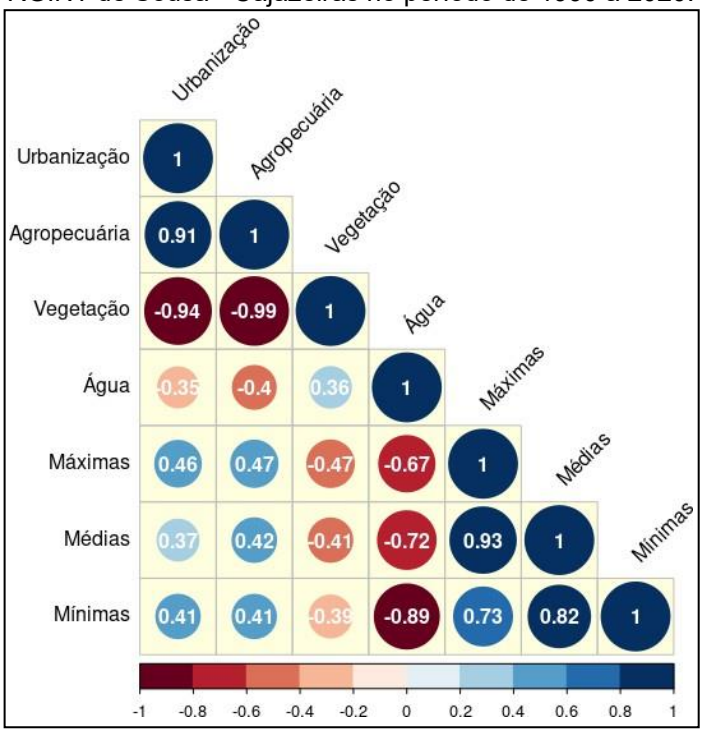
As classes que se mantiveram crescentes foram “Urbanização” (com valores 0,74% em 1990, 1,15% em 2000, 1,39% em 2010 e 1,87% no ano de 2020) e, sobretudo, “Agropecuária” (ocupando 14,94% em 1990, 19,78% em 2000, 25,04% no ano de 2010 e, finalmente, 33,13% em 2020), mais do que dobrando seus valores no intervalo do estudo.

As porções de terra ocupadas por vegetação nativa iniciou com 83,27% da área total da RGINT de Sousa - Cajazeiras e apresentou os valores decrescentes respectivos de 78,24% em 2000, 72,49% em 2010 e 64,26% em 2020, o que representa uma redução de 19,01 pontos percentuais quando considerado todo o período.

Os resultados se mostram em consonância com o Relatório Anual do Desmatamento de 2021 (MAPBIOMAS, 2022) que reporta que, naquele ano, a Caatinga foi a segunda área mais devastada do Brasil ficando atrás somente da Amazônia; e que, em conjunto com o Cerrado, esses três biomas responderam por 96,2% das perdas florestais no país.

Após a transformação dos valores mensais das temperaturas do ar em dados anuais máximos, médios e mínimos, procedeu-se a aplicação da correlação de Spearman entre estes e as classes estipuladas, os quais resultaram na seguinte matriz apresentada na Figura 9.

Figura 9 - Matriz de correlação de Spearman entre uso e cobertura do solo e temperaturas para a RGINT de Sousa - Cajazeiras no período de 1990 a 2020.



Fonte: Os autores (2023).

A Figura 9 demonstra que a classe “Urbanização” possui correlação direta com a classe “Agropecuária” e com as temperaturas “Máximas”, “Médias” e “Mínimas”; e correlação inversa com as classes “Vegetação” e “Água”. Situação análoga acontece com a classe “Agropecuária” quando correlacionada às demais classes.

Ao se analisar a classe “Vegetação”, essa se mostrou diretamente correlacionada à classe “Água” e inversamente correlacionada às temperaturas; enquanto que as temperaturas são fortemente correlacionadas, porém de maneira inversa, à classe “Água”, isto é, quanto mais há presença de água, mais baixos tendem a serem os valores das temperaturas.

É importante destacar que, embora algumas correlações tenham se apresentado nos níveis de moderado (a exemplo de “Urbanização” com “Máximas” e “Mínimas”) a fraco (a exemplo de “Urbanização” com “Médias”), os testes demonstraram um bom nível de significância. Também é importante salientar que o clima é um fenômeno multifatorial bastante complexo (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2009) e que, para esse estudo, foram utilizados apenas alguns fatores de uso e ocupação do solo, associados ao elemento “temperatura”, portanto, acredita-se ter atingido um resultado satisfatório.

Destaca-se que, com relação a “Urbanização”, é esperada uma correlação direta com as temperaturas, haja vista que esta é uma das mudanças antrópicas mais acentuadas que ocorrem com o meio natural, de forma concentrada, sendo responsável por toda uma dinâmica climática própria (MONTEIRO; MENDONÇA, 2021); e que a devastação para a implantação

da “Agropecuária”, mais pulverizada no espaço, também termina por reduzir de forma severa a vegetação nativa que, no caso da área de estudo, se trata da Caatinga.

No caso da vegetação adverte-se que; além de um importante componente da paisagem e de recurso natural responsável por uma série de processos ecológicos que asseguram o funcionamento dos ecossistemas por meio da purificação do ar e da água, da proteção dos solos contra a erosão, e da conservação da biodiversidade, uma vez que fornece habitats para uma grande variedade de espécies animais (ARTAXO et al., 2014); é um importante fator que age diretamente na regulação do clima (ROMERO, 2020).

Segundo Wulf (2016), até o século XVIII imperava a noção de que a humanidade melhorava a natureza por meio do cultivo; aperfeiçoando-a com plantações e campos ordenados, florestas desbastadas e vilarejos limpos e organizados o que transformava ermos selvagens em paisagens produtivas e agradáveis.

Esta autora registra que pensadores norte-americanos, embora não dispusessem de provas que confirmassem tal raciocínio, alegavam que o clima havia mudado para melhor após a chegada dos primeiros colonos e cita que, em 1770, o médico e político da Carolina do Norte, Hugh Williamson, publicou um artigo celebrando a derrubada de vastas porções de floresta argumentando que o ato era benéfico ao clima, deixando-o mais saudável e ameno (WULF, 2016).

Em nível de nordeste brasileiro, historicamente, a Caatinga parece ter adquirido um menor status do que outros ambientes. Legislações importantes como a Constituição Federal (CF) de 1988 e o “Novo Código Florestal” não citam diretamente essa formação vegetal.

A CF, em seu Art. 225, Inciso VIII, § 4º, diz que “A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.” (BRASIL, 1988); enquanto que a segunda, a Lei Federal Nº 12.651/2012, privilegia a Amazônia Legal e o Cerrado em detrimento das demais florestas (BRASIL, 2012).

No entanto é importante destacar que qualquer formação vegetal é de vital importância para as relações ambientais e, nesse sentido, listam-se os trabalhos de Gomes et al. (2021) e Oliveira et al. (2023) ao evidenciarem, nas suas pesquisas, a importância da Caatinga no sequestro de gás carbônico.

Por fim destaca-se que embora, muitas vezes, os ecossistemas semi-áridos, como o de ocorrência da Caatinga, sejam vistos como frágeis tal leitura da realidade, conforme Caracristi (2012) é embasada pelo viés econômico e, nesse sentido, reitera-se a relevância da máxima conservação possível para que sejam mantidas as condições ambientais e, dentre elas, a climática.

Para (Não) Concluir

Os dados das temperaturas do ar na RGINT Sousa - Cajazeiras, observados ao longo do período 1990-2020, a partir dos registros da estação São Gonçalo, se mostraram crescentes quando submetidos aos testes estatísticos.

Ao mesmo tempo, as formas ocupação do solo se modificaram consideravelmente, já que foi observada a diminuição das superfícies recobertas por “Vegetação e “Água” e o aumento das superfícies antropizadas (“Urbanização” e “Vegetação”).

Os dados de correlação apontaram que a ocupação do solo é variável bastante relevante quando se trata da resposta climática no tocante às temperaturas no interstício estudado 1990-2020 na RGINT.

Sugere-se a aplicação desta metodologia em outras áreas de estudo e em escalas de análises diferentes no sentido de se averiguar a pertinência dos resultados aqui obtidos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba (PPGG/UFPB), bem como ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA), pelas profícuas discussões científicas e aprendizados estabelecidos durante a construção do presente trabalho.

Referências

ALTHOFF, T. D.; MENEZES, R. S. C.; PINTO, A. S.; PAREYN, F. G. C.; CARVALHO, A. L.; MARTINS, J. C. R.; CARVALHO, E. X.; SILVA, A. S. A.; DUTRA, E. D.; SAMPAIO, E. V. S. B. Adaptation of the Century Model to simulate C and N dynamics of Caatinga dry forest before and after deforestation. Agriculture, Ecosystems and Environment, v. 254, p. 26-34, 2018.

ARTAXO, P.; DIAS, M. A. F. da S.; NAGY, L.; LUIZÃO, F. J.; CUNHA, H. B. da; QUESADA, C. A. N.; MARENGO, J. A.; KRUSCHE, A. Perspectivas de pesquisas na relação entre clima e o funcionamento da floresta Amazônica. Ciência e Cultura. vol.66 no.3 São Paulo Sept. 2014. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252014000300014. Acesso em: 24 Fev. 2023. doi: http://dx.doi.org/10.21800/S0009-67252014000300014

AYOADE, J. O. Introdução à Climatologia para os Trópicos. Tradução Maria Juraci Zani dos Santos, Revisão Suely Bastos, Coordenação Editorial Antonio Christofoletti. Rio de Janeiro-RJ: Bertrand Brasil, 4. ed., 332p., 1996.

BABA, R. K.; VAZ, M. S. M. G.; COSTA, J. da. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. Revista Brasileira de Meteorologia. 29 (4), dez. 2014. doi: 10.1590/0102-778620130611. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbmet/a/TJPzfbvqdFbXpvHVkYRTxHk/?lang=pt. Acesso em 13 de junho de 2023.

BELO FILHO, A. F. A teoria da entropia aplicada no estudo da precipitação pluvial e da vazão fluvial no nordeste do Brasil. Campina Grande, PB, 2010. 53 f.: il. col. Tese de Doutorado - Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Doutorado em Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2010. Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/3582, acesso em 17 de mar. de 2023.

BLANK, D. M. P. O contexto das mudanças climáticas e as suas vítimas. Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 157-172, mai./ago. 2015. doi: 10.4215/RM2015.1402.0010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/mercator/a/SgzwvyFQvzynyM8ZhdtRzjr/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 22 jul. 2023.

BRASIL. [Constituição (1988)]. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília- DF: Planalto, 1988. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 9 fev. 2023.

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília- DF, p. 1-8, seção 1. 28 de maio de 2012.

CAR - Cadastro Ambiental Rural. SICAR - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. Disponível em: http://www.car.gov.br/publico/imoveis/index. Acesso em: 03 de jan. de 2023.

CARACRISTI, I. PROCESSO DE DESERTIFICAÇÃO NO NORDESTE BRASILEIRO (Desertification process in Brazilian Northeast). Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), [S. l.], v. 8, n. 1, 2012. Disponível em: //rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/88. Acesso em: 27 jul. 2023.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia. Sociedade Brasileira de Meteorologia. Belo Horizonte, outubro de 1994. 154-157. 1994.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. de P. R.; SOUSA, F. de A. S. de. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.

CUNICO, C.; LUCENA, D. B.; MOURA, M. de O. Atlas dos riscos, vulnerabilidades e desastres ambientais do estado da Paraíba. Sobral-CE: SertãoCult, 2023.

FERREIRA, A. B. de H. Minidicionário Aurélio da língua portuguesa: Século XXI. 5 ed. Revisada e Ampliada, Rio de Janeiro-RJ: Editora Nova Fronteira, 2001.

GOIS, G. de. Catástrofes naturais no estado do Rio de Janeiro baseado em dados climáticos e produtos orbitais: uma abordagem estatística. 2017. 312 f. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais e Florestais, Conservação da Natureza) - Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017. Disponível em: https://tede.ufrrj.br/jspui/handle/jspui/1966, Acesso em: 1 de julho de 2023.

GOMES, D. da S.; SANTOS, S. K. dos; SILVA, J. H. C. S.; SANTOS, T. de M.; SILVA, E. de V.; BARBOSA, A. de S. CO2flux e temperatura da superfície edáfica em áreas de caatinga. Revista Brasileira de Geografia Física, [S.l.], v. 14, n. 4, p. 1898-1908, ago. 2021. ISSN 1984-2295. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/248853>. Acesso em: 25 jul. 2023. doi:https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.4.p1898-1908.

HAMMER, Ø. et al. Past - Paleontological Statistics Software Package for Educationand Data Analysis. https://folk.uio.no/ohammer/past/, v. 2.17c, 2001.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias 2017. IBGE, Coordenação de Geografia. Rio de Janeiro-RJ, 2017. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv100600.pdf. Acesso em: 14 de mai. 2022.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Banco de Dados Meteorológicos do INMET. Disponível em: https://bdmep.inmet.gov.br/. Acesso em: 11 fev. 2023.

INPE - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. TopoData: Banco de dados geomorfométricos do Brasil. 2023. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php. Acesso em: 9 mai. 2023.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. 2022. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/downloads/report/IPCC_AR6_WGIII_FullReport.pdf. Acesso em: 11 fev. 2023.

IPMA - INSTITUTO PORTUGUÊS DO MAR E DA ATMOSFERA. Normais Climatológicas. Disponível em https://www.ipma.pt/pt/enciclopedia/clima/index.html?page=normais.xml. Acesso em: 15 mai. 2022.

KENDALL, M. G. Rank Correlation Methods. 4th Edition, Charles Griffin, London, 1975.

LIRA, S. A. Análise de correlação: abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações. Curitiba, PR, 2004. 209 f. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós- Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Paraná - UFPR, 2004. Disponível em: https://www.ipardes.pr.gov.br/Arquivo/sachikodissertacao2004pdf. Acesso em 13 de junho de 2023.

MANN, H. B. Non-Parametric Test against Trend. Econometrica, 13, 245-259, 1945.

MAPBIOMAS. Relatório Anual de Desmatamento: RAD 2021. São Paulo-SP, Brasil MapBiomas. 2022. 126p. Disponível em: https://s3.amazonaws.com/alerta.mapbiomas.org/rad2021/RAD2021_Completo_FINAL_Rev1.pdf. Acesso em: 25 fev. 2023.

MARUYAMA, S. Aquecimento global? Tradução de Kenitiro Suguio. São Paulo-SP: Oficina de Textos, 2009.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Noções Básicas e Climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 208 p.

MENDONÇA, F.; MONTEIRO, C. A. de F. (org.). Clima urbano. São Paulo-SP: Contexto, 2ª ed., 2ª reimp., p. 93-120, 2021.

OLIVEIRA, C. L. de; LIMA, J. R. de S.; SOUZA R. M. S.; ANTONINO, A. C. D.; ALVES, M. F. de A. T.; SILVA, V. P. da; LOPES, M. H. L.; SOUZA, E. S. de; FERREIRA, C. F. A Caatinga Emite ou Sequestra Carbono?. Revista Brasileira de Geografia Física, [S.l.], v. 16, n. 2, p. 791-804, abr. 2023. ISSN 1984-2295. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/256621>. Acesso em: 25 jul. 2023. doi:https://doi.org/10.26848/rbgf.v16.2.p791-804.

PARAÍBA. Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Paraíba: PAE-PB/IICA. João Pessoa-PB: SCIENTEC. 2011. 144p.

PEREIRA, A. B. A vegetação como elemento do meio físico. Revista Nucleus, Ituverava, v. 3, n. 1, jul. 2010. p. 107-127. ISSN 1982-2278. Disponível em: https://www.nucleus.feituverava.com.br/index.php/nucleus/article/view/405/479. Acesso em: 24 fev. 2023. doi:https://doi.org/10.3738/nucleus.v3i1.405.

PETTITT, A. N. A non-parametric approach to the change-point problem. Applied Statistics, v. 28, n. 2, p. 126-135, 1979.

QGIS, General Public License (GNU), Free Software Foundation, Inc., v. 3.10.14, A Coruña, 2021.

R development Core Team, R: a language and environment for statiscal compunting. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2018.

ROMERO, M. A. B. Princípios bioclimáticos para o desenho urbano. Brasília-DF: Editora Universidade de Brasília, 3ª ed., 2ª reimp., 128p., 2020.

SANTOS, T. V. dos; FREITAS, L. dos A. de; GONÇALVES, R. D.; CHANG, H. K. Mann-Kendall test applied to hydrological data - Performance of TFPW and CV2 filters on trend analysis. Ciência e Natura, [S. l.], v. 42, p. e87, 2020. DOI: 10.5902/2179460X41928. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/41928. Acesso em 27 de junho de 2023.

SEN, P. K. Estimates of the regression coefficient based on Kendall's tau, Journal of the American Statistical Association, 63 (324): 1379-1389, 1968.

SILVA, E. D. V.; SOUSA, F. de A. S. de; CAVALCANTI, E. P.; SOUZA, E. P.; SILVA, B. B. da. Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in northeast Brazil. Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, Canada, v. 68, n. 68, p. 781-792, 2006.

SILVA, R. B.; LEAL, L. S.; ALVES, L. S.; BRANDÃO, R. V.; ALVES, R. C. M.; KLERING, E. V.; PEZZI R. P. Estações meteorológicas de código aberto: Um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. Revista Brasileira de Ensino de Física. 37 (1), Jan-Mar 2015, doi: 10.1590/S1806-11173711685. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbef/a/Wfzn8wJVbPssRc9WpYKdxPF/?lang=pt#. Acesso em: 27 mar. 2023.

SOUZA JÚNIOR, C. M. et al. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. Remote Sensing, 12(17), 2735, p. 1-27, 25 August 2020. ISSN 2072-4292. Disponível em: https://www.mdpi.com/2072-4292/12/17/2735. Acesso em: 19 abr. 2023. doi: https://doi.org/10.3390/rs12172735.

SOUZA JÚNIOR, T. G. de; LUCENA, D. B.; FIRMINO, P. R. A. Releitura sobre a água e a trajetória da política de convivência com as secas no semiárido brasileiro. Sertão História - Revista Eletrônica do Núcleo de Estudos em História Social e Ambiente, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 55–77, 2022. Disponível em: http://revistas.urca.br/index.php/SertH/article/view/125. Acesso em: 25 jul. 2023.

SOUZA, D. M. de; NERY, J. T. O conforto térmico na perspectiva da Climatologia Geográfica. GEOGRAFIA (Londrina), [S. l.], v. 21, n. 2, p. 65–83, 2013. DOI: 10.5433/2447-1747.2012v21n2p65. Disponível em: https://ojs.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/9798. Acesso em: 22 jul. 2023.

STEINKE, E. T. Climatologia Fácil. São Paulo-SP: Oficina de Textos, 2012, 144 p.

THE DOCUMENT FOUNDATION. OpenOffice.org. http://pt-br.www.libreoffice.org/. 2019.

WULF, A. A invenção da natureza: a vida e as descobertas de Alexander von Humboldt. Tradução Renato Marques. São Paulo-SP: Planeta [eBook Kindle], 1. ed., 2016.

Sustentabilidade no Estuário do Rio Potengi: mapeamento das formas de uso/ocupação do solo e impactos associados

Sustainability in the Potengi River Estuary: mapping of forms of land use/occupation and associated impacts

Marlon Nelo de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0009-0002-5944-1145
marlonnelo282@gmail.com

Juliana Felipe Farias
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0000-0002-0185-2411
juliana.farias@ufrn.br

Tárcis dos Santos Trajano
Instituto Navegar, Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0009-0005-4852-8327
tarcistrajanounp@gmail.com

Gabriella Cristina Araújo de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0000-0002-4228-1934
limagabriella8@gmail.com

Resumo: Os estuários exibem características ambientais distintas, abrigando um dos ecossistemas mais complexos da Terra: os manguezais. A vegetação de mangue, um importante indicador biológico, é influenciada por mudanças nos padrões de maré, recarga hidrológica do rio, salinidade, condições climáticas, precipitação e atividades antrópicas. Este estudo enfoca a área estuarina do Rio Potengi, localizado em Natal, onde o ecossistema de mangue está ameaçado pela expansão urbana. Utilizando uma perspectiva sistêmica sobre análise da paisagem a partir do uso e cobertura da terra, apoia-se na teoria e metodologia da Geoecologia das Paisagens para realizar as discussões e o diagnóstico, onde foi possível a identificação dos seguintes impactos ambientais: supressão da vegetação nativa, contaminação dos recursos hídricos e despejos de resíduos sólidos. Como produto destaca-se a elaboração de um mapa com as formas de uso e ocupação do solo. Portanto, a adoção de perspectivas sustentáveis para a atenuação dos impactos se dá por meio da promoção e conscientização da área para o ecossistema e sociedade
Palavras-chave: Estuário, Paisagem, Uso e Ocupação, Sustentabilidade

Abstract: Estuaries exhibit distinct environmental characteristics, harboring one of the most complex ecosystems on Earth: mangroves. Mangrove vegetation, an important biological indicator, is influenced by changes in tidal patterns, river hydrological recharge, salinity, climatic conditions, precipitation and human activities. This study focuses on the estuarine area of the Potengi River, located in Natal, where the mangrove ecosystem is threatened by urban expansion. Using a systemic perspective on landscape analysis from the use and land cover, it is based on the theory and methodology of Geoecology of Landscapes to carry out the discussions and diagnosis, where it was possible to identify the following environmental impacts: suppression of native vegetation , contamination of water resources and solid waste dumps. As a product, the elaboration of a map with the forms of land use and occupation stands out. Therefore, the adoption of sustainable perspectives for the mitigation of impacts takes place through the promotion and awareness of the area for the ecosystem and society.

Keywords: Estuary, Landscape, Land Use and Occupation, Sustainability.

Introdução

Ao olharmos a evolução da humanidade na Terra por uma perspectiva geográfica, temos o homem e a natureza como principais elementos de uma relação indissociável. Durante o processo de sobrevivência, afirmação e expansão da espécie humana no planeta, é inegável que seu desenvolvimento está intrinsecamente atrelado ao uso dos recursos naturais.

No entanto, é visto que as modificações provocadas na cobertura da superfície terrestre pela ação humana estão causando impactos significativos nos sistemas ambientais. As alterações da qualidade e disponibilidade desses recursos alertam para a crise ambiental contemporânea. Desse modo, para assegurar a sustentabilidade da paisagem é necessário desenvolver planejamentos ambientais que considerem usos mais compatíveis com a capacidade e suporte dos geossistemas (RODRIGUEZ; SILVA, 2013).

Inúmeros problemas ambientais surgiram em função de crescimentos desordenados do espaço urbano, junto com o mau planejamento do ordenamento territorial e, com maior ênfase, o uso e a exploração desenfreada dos recursos hídricos, minerais, vegetais, por exemplo, pelo sistema de produção econômico vigente. Isto é, os impactos ambientais negativos acumulados ao longo do tempo, ocasionados pela ação antrópica, provocaram uma degradação ambiental sem precedentes na história do planeta Terra.

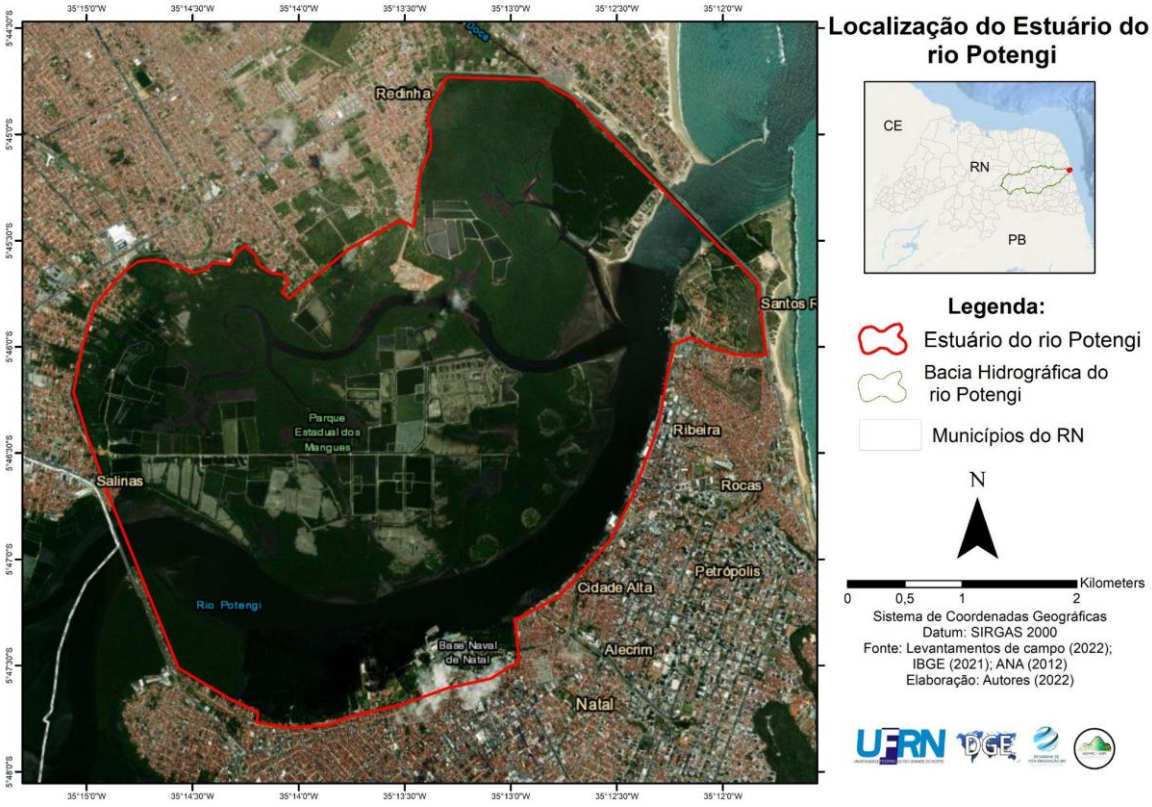
Dessa forma, se inserem os princípios da sustentabilidade e do uso racional das fontes naturais que utilizamos como matéria prima para produzir uma infinidade de produtos que serão comercializados em escala global, é que vemos a urgência de estudos que, além de enfatizar os erros dos maus usos dos recursos e suas consequências para o sistema planetário, tragam soluções e alternativas inovadoras frente a esses problemas.

Fortemente ameaçados pela necessidade do uso racional dos recursos frente a sua importância enquanto reguladores biológicos, controle erosivo e filtragem de ar e água da atmosfera, insere-se o ecossistema manguezal, cujo em suas áreas abarca também as zonas estuarinas de bacias hidrográficas.

Os estuários, por sua vez, se apresentam enquanto áreas vulneráveis e dinâmicas, caracterizados pela interação das correntes de maré, alteração dos níveis de salinidade e sedimentos ricos em nutrientes. Estas áreas servem como habitats vitais para uma grande variedade de espécies de plantas e animais, incluindo organismos especializados adaptados para prosperar na zona de transição entre ambientes de água doce e marinhos (SILVA, 2000).

Dessa forma, se insere o recorte desta pesquisa, o estuário da bacia hidrográfica do rio Potengi, localizado em Natal, capital do estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). A área de estudos abrange aproximadamente 20,13 km² em sua totalidade, contabilizando do eixo Norte ao eixo Sul, estando completamente inserido no perímetro urbano da cidade.

Figura 1 - Localização da área de estudos



Fonte: Autores (2022)

Para além das informações supracitadas, a área de estudos faz parte da bacia hidrográfica do rio Potengi. A bacia tem sua relevância histórica, cultural e socioeconômica para os municípios que estão inseridos na sua área de drenagem e que dependem da qualidade do recurso hídrico para desenvolver diversas atividades econômicas.

O setor estuarino estudado abrange os bairros de Redinha e Salinas na margem esquerda, com predominância territorial de manguezal ocupado pela atividade de carcinicultura, com uma parte desativada, e na margem direita os bairros do Alecrim, Cidade Alta, Ribeira, Rocas e Santos Reis, apresentando uma malha urbana com aspectos socioeconômicos diversificados (NATAL, 2021).

O recorte escolhido para o estudo, revela que não obstante, o fato de se localizar no exutório da bacia, não diminui a necessidade de sua utilização, corroborando para o registro dos impactos ambientais negativos e que influenciam diretamente na qualidade ambiental da área e dos indivíduos que ali se desenvolvem. Portanto, o objetivo deste trabalho está na classificação do uso e ocupação do solo da área do estuário, identificando os principais impactos ambientais negativos a partir da análise da Paisagem buscando fornecer perspectivas sustentáveis para sua utilização.

Referencial Teórico e Metodológico

Geoecologia das Paisagens nas análises paisagísticas em áreas estuarinas

Para Christofoletti (1999), os sistemas ambientais físicos são a representatividade da organização espacial que é resultado direto da interação dos elementos físicos que compõem a natureza (clima, topografia, rocha, águas, vegetação, animais, solos), resultando em uma expressão espacial que representa uma organização (sistema), funcionando por meio dos fluxos de energia e matéria presentes nessa interação.

Desse modo, a Geoecologia das Paisagens emerge diante de um contexto que priorizava e necessitava da integração de fatores para se compreender o todo, por isso, tem como seu referencial fundamental a Teoria Geossistêmica, oriunda da escola russo-soviética e desenvolvida pelo geógrafo Viktor Borisovich Sochava, nos anos 1960.

Na busca de aplicar nas pesquisas geográficas a Teoria Geral do Sistemas (TGS) do biólogo Ludwig von Bertalanffy, nos anos 1930, Sotchava procurou o entendimento da superfície terrestre por uma ótica sistêmica, fazendo, dessa maneira, que sua teoria ganhasse bastante projeção na ciência geográfica, com ênfase na Geografia Física (CAVALCANTI, 2013).

A Geoecologia tem a finalidade de estabelecer tanto relações quantitativas quanto qualitativas, entre os diversos componentes do geocomplexo (litosfera, vegetação, solos, estados atmosféricos, dentre outros), sendo a biosfera seu objeto de pesquisa geoecológica por representar a parte do planeta onde a vida pode existir (KLINK, 1981).

É nessa perspectiva que a utilização da Geoecologia nos estudos ambientais permitiu compreender melhor a relação entre sociedade e natureza em determinada parcela do território em três níveis de análise: ambiental, territorial e local/regional, viabilizando, desse modo, a produção e execução de trabalhos com escalas de abordagens diferentes (RODRIGUEZ; SILVA, 2013).

A aplicação da Geoecologia enquanto aparato integrador para análise em diferentes escalas e ambientes se constitui de forma relevante para os estudos em áreas de ecossistemas estuarinos, uma vez que, estas estão suscetíveis a uma imensa quantidade de distúrbios, como os de ordem humana (urbanização, carcinicultura) ou climáticas (flutuações do nível do mar,hipersalinidade, secas severas) (SOUZA, 2022, p. 32-33).

Por conseguinte, é necessário que se haja uma avaliação que una as unidades ambientais relacionadas a área com as demandas socioeconômicas realizadas e materializadas na Paisagem. Nesse sentido, atrela-se ao estudo o uso e ocupação do solo para dimensionamento e identificação dos impactos ambientais sofridos na área estuarina.

Para Santos e Santos (2010), o mapeamento do uso e cobertura do solo tem sido uma importante ferramenta para um melhor conhecimento dessas rápidas transformações da paisagem, porque permite a obtenção de informações para construção de cenários ambientais e indicadores, que servirão de subsídios práticos à avaliação da capacidade de suporte ambiental, proporcionando assim o direcionamento de práticas conservacionistas aliadas a um conjunto de diferentes estratégias de manejo a serem empregadas, com vista ao desenvolvimento sustentável de determinada região

Por isso, relacionar as formas de uso e ocupação do solo com as perspectivas sustentáveis para redução dos impactos ambientais, integra-se a capacidade de resposta do meio ambiente frente a intervenção antrópica e auxilia ao ecosssitema desenvolver seu papel natural, ecológico e cultural de uma forma mais sustentável. No entanto, para que se possa concretizar tal aspecto, é necessário realizar uma metodologia integradora que contemple os atributos no todo.

Procedimentos metodológicos

No tocante ao trabalho, adotou-se como metodologia a proposição geoecológica apresentada por Rodriguez, Silva e Leal (2011) onde está se desenvolveu em diferentes etapas, com ações e procedimentos específicos alinhados à escala de análise. Por conseguinte, as etapas são: organização e inventário, análises, diagnóstico e propositiva, descritas a seguir.

a) Fase de organização e inventário: nesta fase foram realizados os levantamentos bibliográficos e cartográficos para a execução da pesquisa, bem como, realizou-se a atividade de campo preliminar para verificação dos possíveis pontos onde estão localizados os principais impactos ambientais da área;
b) Fase de análises: os procedimentos realizados nesta fase tiveram como base o material levantado na fase anterior que forneceram subsídios e informações para confecção do mapa de uso e ocupação do solo e impactos ambientais, bem como, a construção de um banco de dados sistematizados para a área.
c) Fase de diagnóstico: nesta etapa, obteve-se como produto o material cartográfico da pesquisa, com ênfase no mapa de uso e ocupação do solo, onde para sua elaboração, utilizaram-se imagens de satélite Landsat 8, do ano de 2018. As imagens são do período anual e possuem resolução espacial de 30 metros. Com relação às bandas utilizadas para composição e tratamento das imagens nos softwares, foram 5,4 e 3 respectivamente. De forma a compor a classificação supervisionada da imagem, a classe concernente à carcinicultura foi vetorizada de forma manual. Nesta fase

também foram identificados e dispostos espacialmente os impactos ambientais registrados na área.

d) Fase propositiva: diante da fase propositiva, analisou-se o compilado de informações e produtos adquiridos nas outras fases da pesquisa e a partir de então, foi possível a elaboração das proposições sustentáveis com o intuito de atenuar os impactos identificados e auxiliar o resgate a capacidade de resposta do meio frente às interações e inserções antrópicas.

Resultados e Discussões

Análise do Uso e Ocupação do Solo

O processo de uso e ocupação do solo da área estuarina estudada está atrelado ao processo de formação econômica e territorial do município de Natal, uma vez que, o rio Potengi foi palco de inúmeras disputas e transformações ao longo do tempo, logo, desde o seu descobrimento e ocupação pelos portugueses até a contemporaneidade, são observadas diferentes relações de usos que ora aproximam a população da cidade do rio, ora distanciam de acordo com os interesses de cada época (TRAJANO, 2022, p.52).

No tocante a ocupação atual da área, é possível observar que diante das potencialidades físicas-ambientais e paisagísticas, o estuário viabiliza a realização de atividades dos mais diversos ramos de segmento. Nesse sentido, nota-se a presença de diferentes usos e ocupações que utilizam o corpo hídrico direta ou indiretamente, de acordo com suas necessidades, interferindo na dinâmica natural do estuário, como as atividades portuárias.

Notoriamente, os instrumentos urbanos advindos das áreas expansionistas do município se aproximaram bastante do estuário no decorrer dos anos, todavia, a segregação socioespacial é presente onde é verificada a presença de moradias em situação de vulnerabilidade socioambiental e econômica em contraste com a presença de alguns empreendimentos de grande porte, como, por exemplo, o Porto de Natal, que recebe constantemente embarcações de tamanho vultoso com destino, em especial, para exportação de mercadorias regionais.

Além disso, existem ainda na área de estudo terminais pesqueiros de embarcações de médio e pequeno porte, como, por exemplo, os canoeiros que tiram do rio o seu sustento; praticantes de esportes náuticos como a modalidade da vela e da canoagem, utilizando o rio para treinar para competições; instalações das forças armadas do exército e marinha brasileira devido à localização estratégica que possui; estaleiros de barcos localizados na praia da Redinha; e uma exuberante vegetação de mangue na sua margem esquerda, sintetizadas na Figura 2.

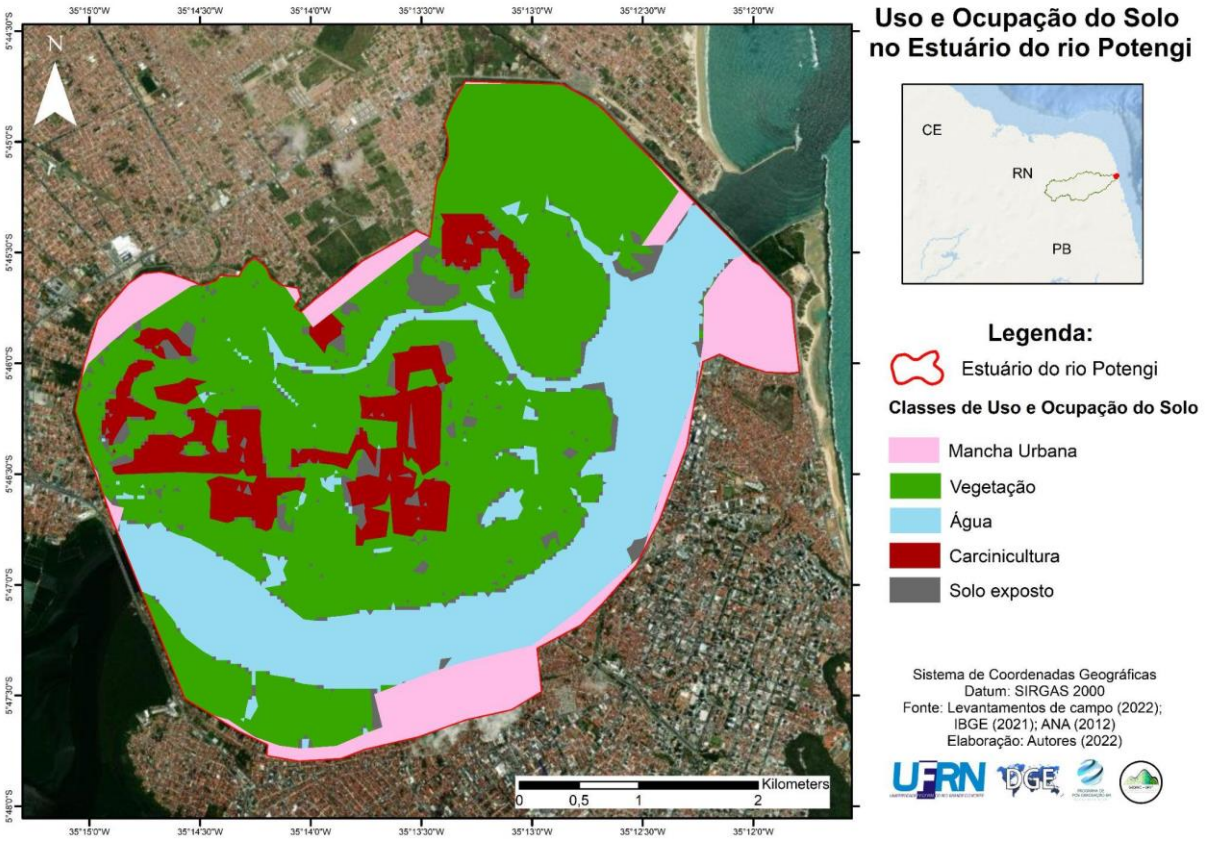
Figura 2 - Exemplificação das atividades desenvolvidas no estuário

Legenda: 1) Ponte Newton Navarro; 2) Iate Clube de Natal; 3) 17ª 17º GAC (Grupo de Artilharia de Campanha- Batalhão do Exército; 4) Porto de Natal; 5) Marinha do Brasil; 6) Ponte de Igapó; 7) Tanques de carcinicultura; 8) Gamboa do Jaguaribe (comunidade que preserva a cultura indígena); 9) Construção da Estação de Tratamento de Água; 10) Meandro do rio Potengi

Fonte: Acervo dos autores (2022); Tribuna do Norte (2015); CAERN (2022); Marinha do Brasil (2021).

Desta forma, foram identificadas e mapeadas 08 diferentes classes de uso e ocupação do solo, organizadas com base nos trabalhos de campo e nos dados disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2019) e pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos - USGS (2018), apresentados na Figura 3 e os percentuais correspondentes encontram-se na Tabela 1.

Figura 3 – Mapa de Uso e Ocupação do Estuário do rio Potengi



Fonte: Acervo dos autores (2022)

Tabela 1 – Percentual de cobertura das classes mapeadas

Classes	Percentual de Cobertura
Áreas urbanas	9,89%
Água	24,53%
Carcinicultura	9,96%
Vegetação	50,95%
Solo Exposto	4,67%
Total	**100%**

Fonte: Os autores (2022).

A classe vegetação ocupa uma área total de 10,27 km², o que representa a cobertura com maior representatividade na área de estudo, cerca de 50,95%, com predominância de vegetação do tipo manguezal, floresta natural típica de ambiente estuarino tropical, classificada, de acordo com o IBGE (1992), como Formação Pioneira Arbórea com Influência Marinha. A altura predominante das copas das árvores desse tipo de vegetação é entre 6 m e 8 m, sendo esse tipo composto de espécies tradicionais desse ecossistema.

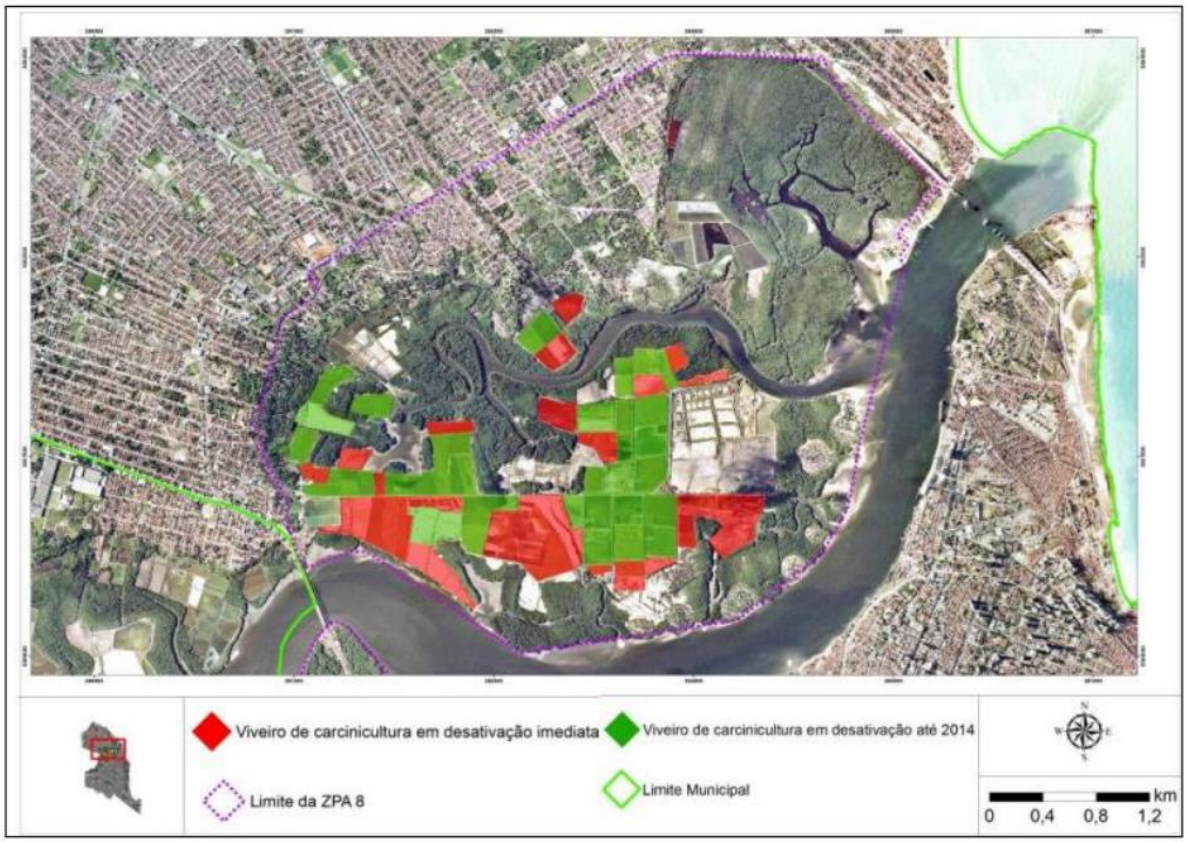
Em segundo lugar, em termos de quantidade de ocupação, temos a classe água com 4,93 km² representando 24,53% da área de estudo. Basicamente, são corpos hídricos como os rios, gamboas (Figura 4) e acumulações de água no interior do manguezal, que se sobrepõem aos bancos arenosos e de lama durante as preamares.

Figura 4 - Gamboa do rio Jaguaribe

Fonte: Autores (2022)

A classe denominada carcinicultura ocupa 9,96% da área total, com 2 km² de extensão. Os viveiros são tanques construídos no interior do estuário para a criação de camarão em cativeiro. Constata-se que alguns desses viveiros estão ativados e outros se encontram sem uso. Isso ocorre provavelmente em função do Termo de Compromisso de Ajustamento de Conduta (TAC) firmado em julho de 2010 com os carcinicultores, localizados na margem esquerda do Rio Potengi, os quais acordaram medidas como a desativação imediata (Figura 5) de aproximadamente 50% dos viveiros (equivalente a 145,81 ha) e a desativação dos remanescentes (158,07 ha) no prazo de cinco anos (UFRN, 2012).

Figura 5 - Desativação de viveiros de acordo com o TAC de 2010 na área estudada



Fonte: UFRN (2012).

Em contrapartida, a pesquisa de campo também revelou que na atualidade há usos bem diferentes dos convencionais que se instalam nesses tipos de ambientes. Conforme visto na Figura 6, foi identificada a criação de animais bovinos dentro do ecossistema manguezal. Esses animais, pelo que foi constatado, utilizam as áreas dos antigos viveiros de camarão

para pasto. Além da própria vegetação de mangue, as gramíneas e a vegetação herbácea, localizadas na respectiva área, servem de alimento para essa espécie.

Figura 6 - Pecuária no interior do estuário

Fonte: Autores (2022).

Sobre a classe área urbanizada, com o total de 1,99km², ou seja 9,89% da área total, temos a ocupação quase totalmente de edificações e vias de circulação, abrangendo casas, edifícios utilizados para moradia e para a prática de atividades comerciais, industriais e institucionais, além de vias de circulação, ruas pavimentadas e/ou de terras e um trecho da ferrovia. Essa área urbana é representada pela capital do estado, a cidade de Natal. Na Figura 7, é possível verificar edificações que envolvem a parte do estuário investigado.

Figura 7 - Urbanização no recorte de estudo e áreas limítrofes

Fonte: Autores (2022).

Salienta-se que, apesar do baixo número da taxa de uso e ocupação dessa classe, conforme no mapa da área de estudo, a área urbanizada em questão possui uma dimensão bem maior, extrapolando esses limites. De acordo com Oliveira e Nunes (2005), é a partir da segunda metade do século XX, mais especificamente após os anos 70 e 80, que se verifica um crescimento acentuado da população e da urbanização. Há um acréscimo de 176% da mancha urbanizada, com uma área total de 60,90 km² ou 35,59% da área total do município nesse intervalo.

Essa expansão da mancha urbana continuou entre os anos de 1988 e 1994, mostrando-se ainda mais proeminente na zona norte da cidade, em função da implantação de novos conjuntos habitacionais. Do total de 60,90 km² de ocupação urbana em 1988, em 1994 a cidade passa a ter 79,46 km², correspondendo a uma área de 46,44% da superfície total do município, representando, com isso, um acréscimo de 30,47% em relação ao mapeamento anterior (OLIVEIRA; NUNES, 2005).

Por último temos a classe de solo exposto com apenas um total de 0,94 km², representando 4,67% da área total investigada. Foi identificado na pesquisa de campo que uma dessas áreas é onde está sendo construída a nova Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) da CAERN, situada na Zona Norte da cidade, na parte alta do tabuleiro, próximo a Gamboa do Jaguaribe (Figura 8).

Figura 8- Construção da ETE da CAERN na Zona Norte

Fonte: Autores (2022).

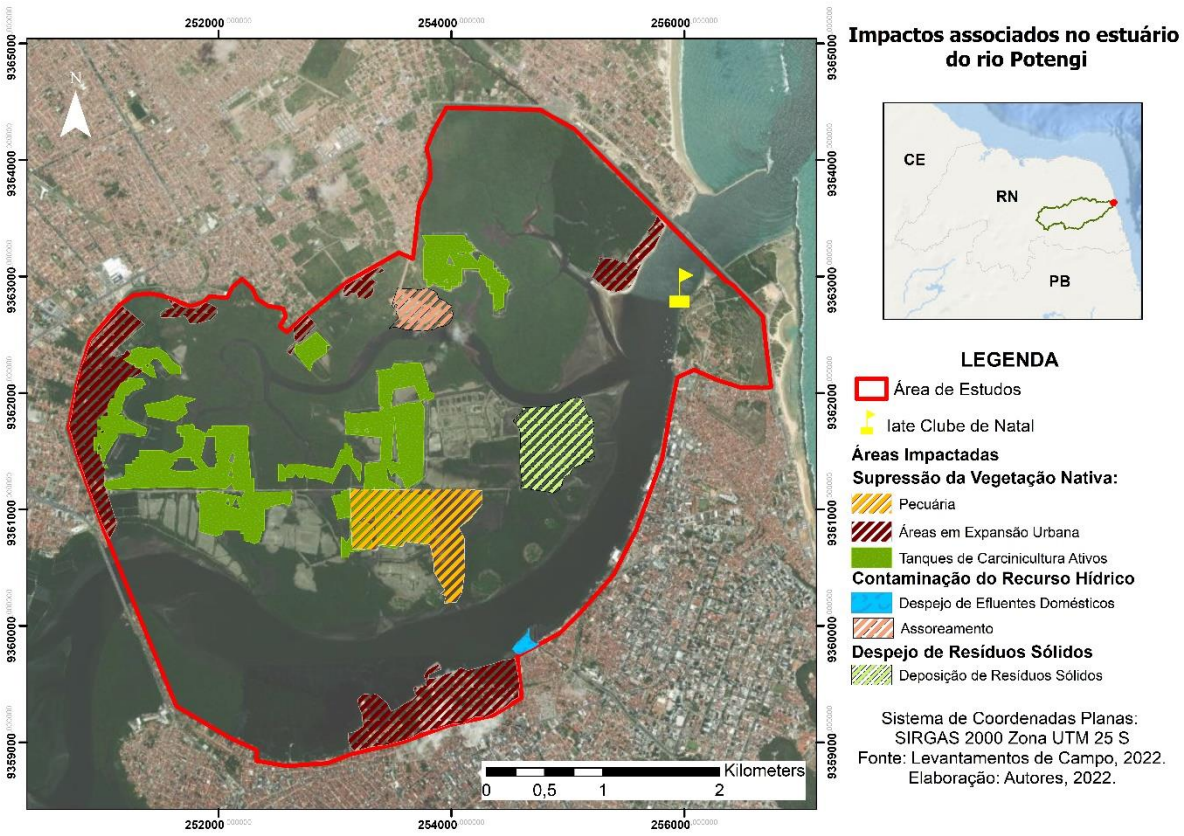
Nessa perspectiva, compreende-se que o setor do estuário possui um fluxo ativo e complexo que envolve vários fenômenos a serem analisados. No ensejo, destaca-se que cada atividade citada corresponde a algum tipo de impacto que reverbera no ecossistema manguezal e, por consequência, afeta os fluxos de matéria e energia ali existentes.

Impactos associados ao uso e ocupação do solo

Com base nos dados secundários e primários coletados na pesquisa bibliográfica e de campo, ficou evidente que é no ecossistema manguezal onde estão concentrados os impactos ambientais provocados por uma sucessão de usos que tiveram como princípio a supressão da vegetação dessas áreas para dar lugar a atividades diversas.

Desse modo, registraram-se os seguintes impactos: supressão da vegetação nativa, contaminação do recurso hídrico e despejo de resíduos sólidos, onde cada um deles abarca atividades que aceleram o estado de degradação da área. A Figura 9 retrata espacialmente onde estes impactos são registrados na área.

Figura 9- Localização das áreas impactadas na área de estudos



Fonte: Autores (2022)

A partir da análise do mapa, é possível a verificação de que a supressão da vegetação nativa é responsável por 19,62% da degradação registrada na área, onde a presença e

instalação dos tanques de carcinicultura se tornam o maior raio em quilômetros quadrados de degradação. Em segundo lugar, está o despejo de resíduos sólidos com 2,04%, correspondendo a 0,408 km².

Apesar da grande diversidade de tipos de resíduos encontrados, a maioria deles é constituída por diferentes tipos de plásticos. Esses resíduos são normalmente transportados pelas chuvas, pelo fluxo da maré e das correntes de vento, sendo direcionados da margem direita (cidade) para a margem esquerda (manguezal). Muitos deles acabam se acumulando nas raízes do mangue e em certos pontos das margens do rio. Vale salientar que grande quantidade desses resíduos sólidos, por ser de plástico, ou seja, capaz de flutuar na maré de vazante, vai parar no oceano Atlântico, impactando toda a biodiversidade marinha.

Por fim, com 0,84% (0,171 km²) têm-se a contaminação do recurso hídrico. A contaminação específica é majoritariamente proveniente das áreas construídas ao redor do estuário, cujo despejo de efluentes domésticos e industriais são depositados no rio Potengi. Não obstante, é na área de estudos também, onde se localiza o despejo do esgoto tratado de alguns bairros da cidade de Natal. O local possui também ligações clandestinas que utilizam o mesmo canal para lançar esgoto in natura.

Considerações Finais

Compreende-se que qualquer ação antrópica dentro do sistema estuarino provoca algum tipo de impacto ambiental no ecossistema manguezal, repercutindo, dessa maneira, em alterações físicas e biológicas e na dinâmica natural da troca de fluxos de matéria e energia, que compõem a paisagem em questão por uma perspectiva geoecológica.

Diante deste contexto, faz-se necessário obter perspectivas sustentáveis para que haja a promoção da conservação e qualidade do ambiente em sua múltipla complexidade, visando assegurar o desenvolvimento mais apropriado, onde para além de ações teóricas, haja um avanço na recuperação de áreas degradadas.

Assim, considerando a etapa propositiva do trabalho, sugere-se que algumas atividades já em andamento na área de estudos possam ser ampliadas e desenvolvidas nos diversos setores da sociedade e fomentar o desenvolvimento de ações que visam o uso sustentável desse setor, além de promover a integração com grupos mais vulneráveis que ocupam essas áreas.

Algumas das ações supracitadas dizem respeito ao plantio das mudas de mangue nas áreas que sofrem recorrente supressão vegetal, em conjunto com o Sítio Histórico da Gamboa do Jaguaribe, onde a área de plantio e replantio está localizada em antigos viveiros onde funcionava o Projeto Camarão, criado pelo Governo do Estado em 1970 com o apoio da

Empresa de Pesquisas Agropecuárias do Rio Grande do Norte (EMPARN), os quais sistematizaram o desenvolvimento de trabalhos de adaptação de espécies exóticas às condições locais (ABCC, 2011).

Outra ação a se destacar é a das águas navegáveis, onde a partir de trabalhos de Instituições não governamentais é possível trazer vida ao recurso que se encontra como foco de poluição. Assim, é a perspectiva do viés do desenvolvimento sustentável promovido pelo Instituto Navegar (IN). Por meio de um trabalho voluntário realizado desde 2017, o Instituto vem promovendo junto aos seus participantes a Educação Ambiental e a promoção da cidadania por meio de uma proposta interdisciplinar, utilizando o esporte de vela, o ensino de Geografia e o audiovisual.

Nessa perspectiva, é necessário frisar a importância de ações, assim como suas repercussões, dentro da área de estudo que considerem os limites e a capacidade de suporte do ecossistema manguezal. Atividades como o plantio de mangue, realizado pelos integrantes da Gamboa do Jaguaribe, e a promoção da educação ambiental, desenvolvida pelo Instituto Navegar, contribuem para que haja um uso sustentável da paisagem em questão.

Por isso, é necessário ampliar e aprofundar as discussões e ações sobre os tipos de usos e seus impactos na área de estudo e quais usos podem ser considerados mais apropriados para serem desenvolvidos no local, de modo que não comprometem negativamente a dinâmica natural desse ambiente que, como visto durante este estudo, tem forte pressão antrópica em todo seu entorno, considerando que existe a comprovação da importância desse ecossistema para a manutenção e equilíbrio de várias espécies.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de Mestrado e Doutorado; a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); ao Instituto Navegar e ao Grupo de Pesquisas em Geoecologia das Paisagens, Educação Ambiental e Cartografia Social (GEOPEC).

Referências

CAVALCANTI, L. C. S. **Da descrição de áreas à teoria dos geossistemas: uma abordagem epistemológica sobre síntese naturalista**. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

CHRISTOFOLETTI, A. **Modelagem de sistemas ambientais**. São Paulo: Editora Blucher, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico Da Vegetação Brasileira.** Rio de Janeiro: CDDI. 92 p. 1992. (sér. Manuais Técnicos de Geociências, n. 1.).

Disponível em: http://www.labogef.iesa.ufg.br/labogef/arquivos/downloads/Manual_Tecnico_da_Vegetacao_Brasileira_n_48361.pd

KLINK, H. J. **Geoecologia e Regionalização Natural**. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo. Boletim 17 – Biogeografia, 1981

OLIVEIRA, F. F. G. de., NUNES, Elias. Sensoriamento Remoto na análise espaço- temporal da expansão da mancha urbana em Natal/RN (1969-2002). In : Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 12., 2005, Goiânia. **Anais** [...] Brasil: INPE, 2005. p. 3871-3878

NATAL. Prefeitura Municipal do Natal (SEMURB – Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo); IBAM (Instituto Brasileiro de Administração Municipal). **Modernização Administrativa e Fiscal do Município do Natal .** Relatório Fase II. Módulo 3 – Urbanístico. Produto 7. Subprojeto 2: atualização e consolidação da legislação. Produto Legislação 17: Versões finais das Zonas de Proteção Ambiental 6 e 8 – ZPA-6 e ZPA-8. Natal: SEMURB, IBAM. 2010. Relatório. 201, 2021.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE. **Implicações ambientais e urbanísticas decorrentes da proposta de regulamentação da zona de proteção ambiental 8 (zpa 8), município de Natal, RN**. : laudo pericial solicitado pelo ministério público do estado do Rio Grande do Norte à Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal: UFRN, 2012

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. da; LEAL, A. C. Planejamento ambiental de bacias hidrográficas desde a visão da Geoecologia das Paisagens. In: FIGUEIRÓ, A. S.; FOLETO,E. (org.). **Diálogos em geografia física**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 2011.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V. **Planejamento e gestão ambiental: subsídios da Geoecologia das Paisagens e da Teoria Geossistêmica**. Fortaleza: Edições UFC, 2013.

SANTOS, A. L. C.; SANTOS, F. Mapeamento das classes de uso e cobertura do solo da bacia hidrográfica do rio Vaza-Barris, Sergipe. **Revista Multidisciplinar Da Uniesp**: Saber Acadêmico, n º 10, 2010.

SOUZA, Yuri Gomes de. **O manguezal como indicador natural de mudanças de paisagens entre terra-mar: um estudo no complexo estuarino do Rio Piranhas-Açu (RN/Brasil)**. 2022. 137f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

TRAJANO, Tárcis dos Santos. **Geoecologia das paisagens aplicada a identificação de impactos ambientais no estuário do Rio Potengi-RN.** Dissertação (mestrado) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2022.

Aplicação de Geotecnologias para Análise do Uso e Ocupação da Terra no Município de Canguaretama (RN)

Application of Geotechnologies for the Analysis of Land Use and Occupation in the Municipality of Canguaretama (RN)

Luana de Holanda Viana Barros
Universidade Federal do Rio grande do Norte
Identificador Orcid: 0009-0004-4129-4428
luana.barros.093@ufrn,edu.br

Adriano Lima Troleis
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
adriano.troleis@ufrn.br

Juliana Felipe Farias
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0000-0002-0185-2411
juliana.farias@ufrn.br

Larícia Gomes Soares
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0000-0001-8731-8780
laricia.gomes.121@ufrn.edu.br

Marlon Nelo de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0009-0002-5944-1145
marlonnelo282@gmail.com

Resumo: As geotecnologias desempenham papel essencial nas análises espaço-temporais pois permitem a identificação de padrões, tendências e relações dos tipos de uso e ocupação de determinados territórios fornecendo um quadro ambiental que contribui para subsidiar as ações de planejamento e ordenamento territorial. Nesse viés, o presente estudo tem como objetivo analisar as transformações na paisagem do município de Canguaretama, localizado no estado do Rio Grande do Norte, a partir da dinâmica de uso e ocupação da terra. A metodologia baseia-se em pesquisa bibliográfica e na confecção de material cartográfico dos condicionantes físico-ambientais e a utilização de imagens do MAPBIOMAS para os mapas de uso da terra. Os resultados indicam aumento significativo no desmatamento e expansão urbana, impulsionados principalmente pelas atividades agropecuárias, como o cultivo da cana-de-açúcar nas áreas de tabuleiros costeiros, e a carcinicultura nos estuários.

Palavras-chave: Paisagem, Cana-de-Açúcar, Carcinicultura.

Abstract: Geotechnologies play an essential role in space-time analyses, as they allow the identification of patterns, trends and relationships between the types of use and occupation of certain territories, helping to support planning and territorial organization actions. In this bias, the present study aims to analyze the transformations in the landscape of the municipality of Canguaretama, located in the state of Rio Grande do Norte, from the dynamics of land use and occupation. The methodology is based on bibliographical research and on the production of cartographic material of the physical and environmental conditions and the use of MAPBIOMAS images for the land use maps. The results indicate a significant increase in deforestation and urban expansion, driven mainly by agricultural activities, such as the cultivation of sugarcane in coastal tableland areas, and shrimp farming in estuaries.

Keywords: Landscape, Sugar Cane, Shrimp Farming.

Introdução

Ao longo dos anos, o processo de uso e ocupação da terra tem se desenvolvido de forma desordenada e sem uma adequada consideração do suporte físico do meio e seus recursos naturais. Desse modo, o crescimento urbano e a expansão das atividades humanas têm gerado consequências significativas para meio ambiente o que tem causado preocupação com a disponibilização dos recursos naturais, em decorrência da degradação dos ecossistemas.

Segundo Cavalcanti (2018) a sociedade busca sua realização tentando adequar seus interesses aos recursos disponíveis na paisagem, e muitas vezes essa relação é conflitante, gerando consequências indesejáveis, dado isso, nota-se a grande importância da Cartografia e dos meios de espacialização como ferramentas de suporte à decisão sobre o uso e ocupação.

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto, geoprocessamento e Sistema de Informação Geográfica (SIG), fornecem uma visão sinóptica (de conjunto) e multitemporal (da dinâmica) de extensas áreas da superfície terrestre. Possibilitando, assim, evidenciar as transformações que ocorreram em diversos ambientes ao longo do tempo, ressaltando os impactos de ordem natural e antrópica advindos do processo de uso e ocupação do solo (FLORENZANO, 2002).

As análises por meio de geotecnologias se mostram altamente eficazes e eficientes para a obtenção de informações espaciais atualizadas. Através do uso de imagens de satélite e técnicas de processamento de dados Geoespaciais, por meio de arquivos disponibilizados por várias iniciativas públicas e privadas, é possível identificar e classificar diferentes tipos de cobertura do solo, como áreas urbanas, rurais, vegetação, corpos d'água e áreas degradadas. Segundo Lombardo e Machado (1996) apud Ramos et al (2015), essa união de ferramentas permite uma melhor tomada de decisões em diferentes níveis de pesquisas.

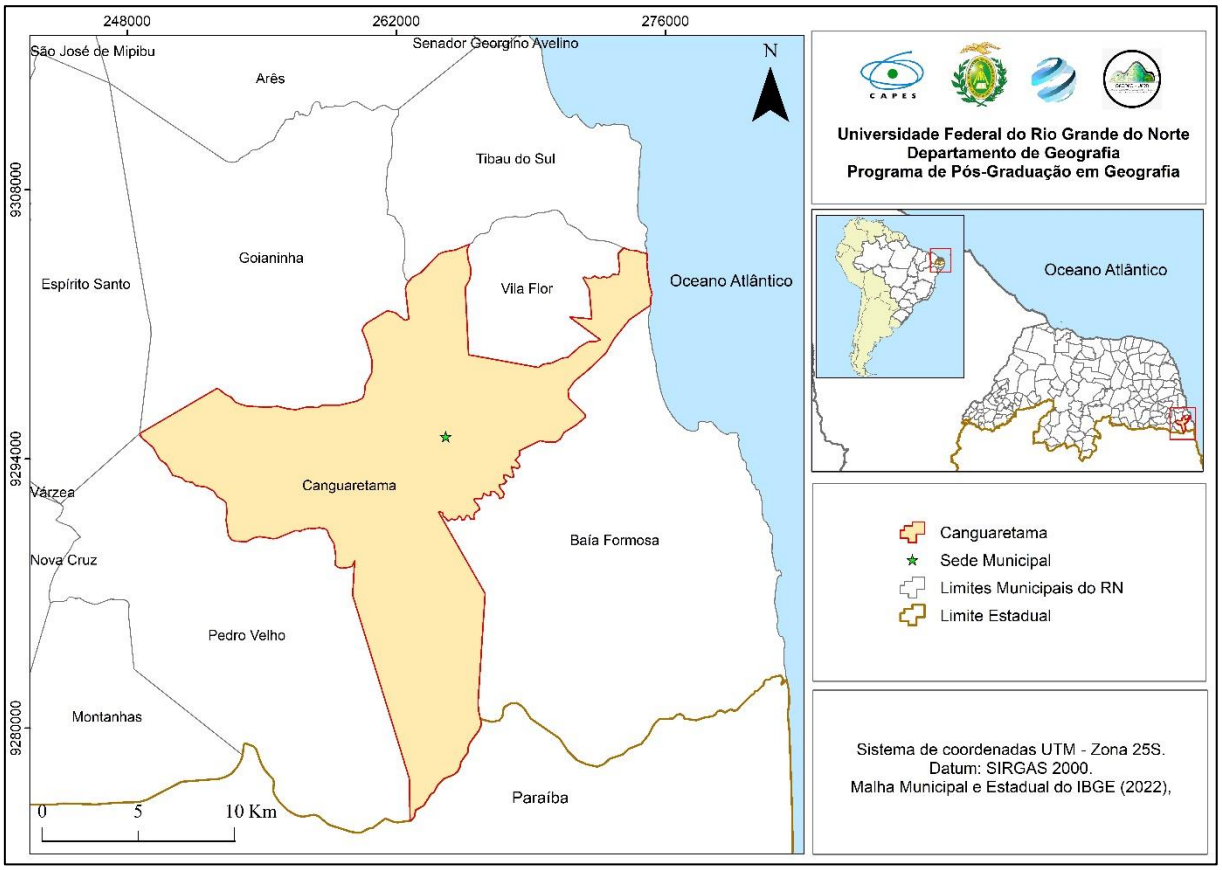
Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo analisar por meio das geotecnologias as transformações ocorridas na paisagem a partir da dinâmica de uso e ocupação do solo no município de Canguaretama (RN). Dessa forma, a escolha do município como área de estudo se justifica pelo rápido crescimento urbano, a presença expressiva da indústria canavieira, atividades de aquicultura e as pressões ambientais que o acompanham. E nesse viés, a partir da análise da dinâmica física e antrópica, é possível realizar uma análise espaço-temporal para mensurar as interferências no meio ambiente ao longo de um determinado período, sendo essas análises importantes para fornecer subsídios ao planejamento ambiental.

Material e Métodos

Caracterização do Município

O município de Canguaretama (Figura 1) está localizado no Estado do Rio Grande do Norte, litoral sul, a 76 km da capital, Natal, e possui área territorial de 245,485 km2 conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

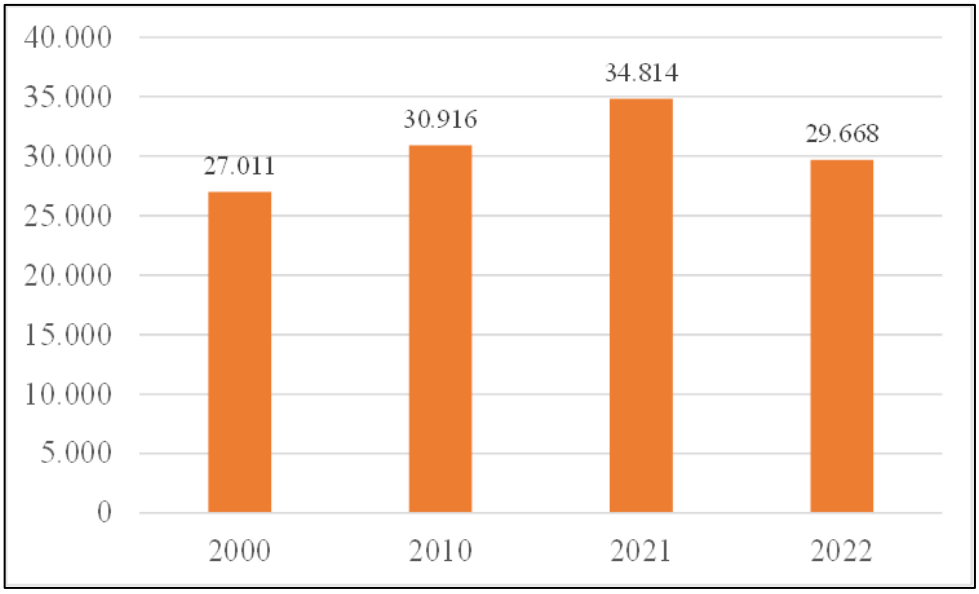
Figura 1 – Mapa de localização do município de Canguaretama (RN).



Fonte: IBGE (2022), elaborado pelos autores (2023).

As principais atividades econômicas desenvolvidas no município de Canguaretama são a agropecuária, a carcinicultura, o comércio e o turismo. Acerca da população residente no município de Canguaretama, de acordo com os três últimos censos demográficos realizados pelo IBGE, verifica-se uma oscilação. No ano 2000 a população era de 27011 habitantes, em 2010 passou para 30916 habitantes, em 2021, conforme estimativa do instituto, passou para 34814 e com a realização do censo demográfico de 2022 os dados foram atualizados. Dessa forma, é observado que houve uma redução da população passando para 29668 habitantes, conforme a Figura 2.

Figura 2 – Evolução populacional do município de Canguaretama (RN).



Fonte: Censos IBGE (2000, 2010 e 2022 e estimativa 2021), elaborado pelos autores (2023).

Quanto aos aspectos físico-ambientais, nota-se que geologicamente, o município está inserido na Província Borborema, que é uma estrutura geológica significativa da plataforma sul-americana, formada durante o ciclo Brasiliano-Panafricano. A Província Borborema apresenta uma variedade de características geológicas, como complexos terrenos, eventos sequenciais, blocos falhados, magmatismos e metamorfismos, que ocorreram ao longo do tempo. Essa diversidade geológica resulta na presença de diferentes tipos de terrenos, como planícies, serras, chapadas, vales e formações de falésias. Essas formas foram moldadas por processos como deformações, falhas, dissecação e deposição (CPRM, 2014).

No município de Canguaretama, é encontrado doze unidades litoestratigráficas distintas conforme a Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) que são: o Grupo Barreiras, que apresentam uma variedade de tipos, incluindo argilas, arenitos, arenitos conglomerados, siltitos, arenitos caulínicos, além de sedimentos inconsolidados e pouco selecionados. A Unidade de Depósitos Arenosos e Areno-argiloso que é caracterizada por depósitos predominantemente residuais de areia. (CPRM, 2014).

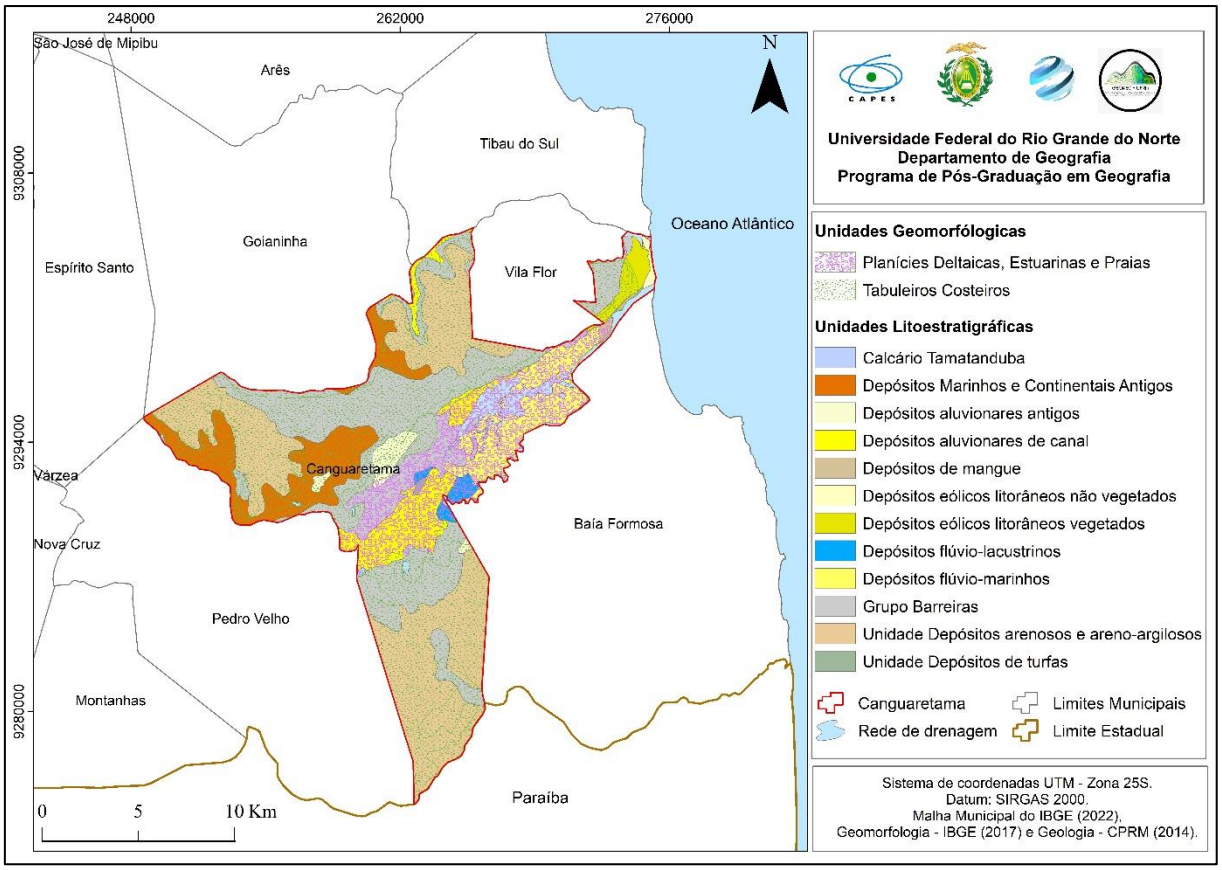
Os Depósitos Marinhos e Continentais Antigos que são caracterizados por arenitos de grão fino a grosso, com grânulos dispersos, matriz areno-argilosa e coloração creme amarelada. Os Depósitos Aluvionares Antigos, os quais contêm conglomerados, arenitos conglomeráticos, arenitos e, em menor quantidade, finas camadas de argilitos pouco compactados, com fragmentos de crosta laterítica, arenitos, gnaisses, pegmatitos, quartzitos e quartzo dispersos nos níveis conglomeráticos. Os Depósitos Aluvionares de Canal, compostos por areias quartzosas médias a grossas, ocasionalmente com seixos

(principalmente de quartzo), estratificações cruzadas e camadas descontínuas de sedimentos mais finos, como síltico-argilosos (CPRM, 2014).

Nota-se também os Depósitos de mangue, apresentando siltes e argilas de coloração negra associados com matéria orgânica (viva e biodetrítica) fortemente bioturbada. Os Depósitos eólicos litorâneos não vegetados, que possuem areias quartzosas esbranquiçadas, de granulometria fina a média, bem selecionadas e grãos arredondados. Os Depósitos eólicos litorâneos vegetados, formados por areias quartzosas avermelhadas a amareladas. Os Depósitos flúvio-lacustrinos com a presença de sedimentos finos (areias finas, siltes e argilas) escuros, contendo matéria orgânica vegetal decomposta e, ocasionalmente, areias grossas em algumas lagoas. Além dos Depósitos flúvio-marinhos que apresentam areias finas a médias, siltes e argilas laminados, ricos em matéria orgânica com ocorrência de bioturbações. E por fim, a Unidade Depósitos de turfas que são formações heterogêneas com turfas cinza escuras a preta, intercaladas ou misturadas com areia, silte e argila (CPRM, 2014).

Em relação às Unidades Geomorfológicas, conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio do Manual de Geomorfologia de 2009, o município de Canguaretama está inserido em duas unidades geomorfológicas, que são as Planícies Deltaicas, Estuarinas e Praias que ocorrem na faixa estreita ao longo do litoral, desaparecendo em alguns trechos, sendo substituídas por falésias vivas esculturadas em sedimentos da Formação Barreiras. E os Tabuleiros Costeiros que são conjuntos de formas de relevo de topo plano, elaboradas em rochas sedimentares, em geral limitadas por escarpas, dessa forma os tabuleiros apresentam altitudes relativamente baixas. O mapa das unidades litoestratigráficas e unidades geomorfológicas do município podem ser visualizados na Figura 3.

Figura 3 – Mapa Geológico e Geomorfológico do município de Canguaretama (RN).



Fonte: CPRM (2014), IBGE (2022), elaborado pelos autores (2023).

Os tipos de solo e vegetação do município, área de nosso estudo, por estar inserido na Província Borborema, apresenta-se com uma variedade, devido à diversidade geológica e geomorfológica da região. No município de Canguaretama são encontradas oito classes de solos conforme o IBGE (2009) e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2018): o Neossolo Quartzarênico Órtico que são solos que possuem pouca evolução nos processos pedogenéticos ou ação dos fatores de formação. São solos jovens, constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura. O Latossolo Amarelo Distrófico que apresenta sedimentos altamente intemperizados e sem a presença de argila em determinados tipos de profundidade.

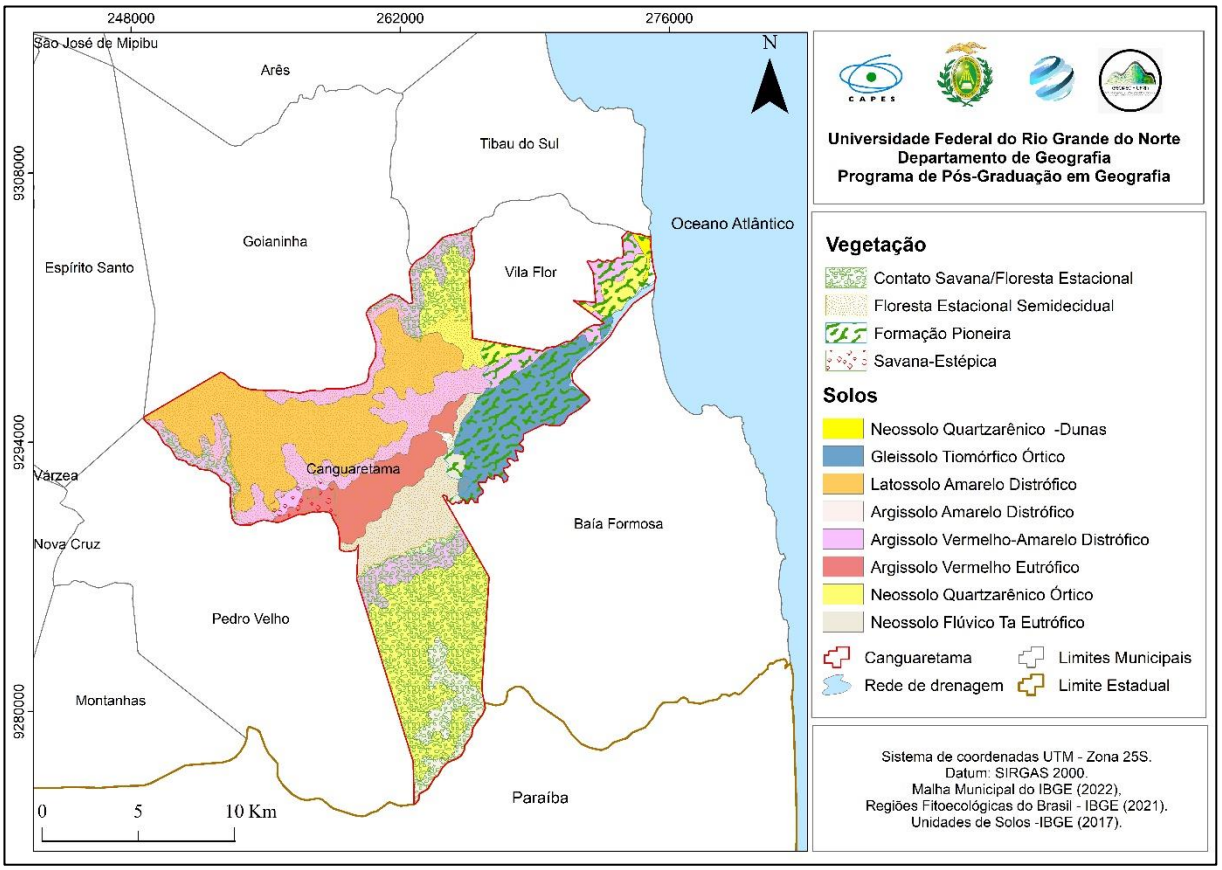
O Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico são solos desenvolvidos do Grupo Barreiras a partir das rochas cristalinas ou sob influência destas. O Gleissolo Tiomórfico Órtico são solos de baixadas litorâneas com pH muito baixo, sofrendo influências da maré. O Neossolo Flúvico Ta Eutrófico é um tipo de solo que apresenta argila de atividade alta e saturação por bases altas (V ≥ 50 %), ambas na maior parte do horizonte C dentro de 120 cm a partir da superfície do solo. O Argissolo Vermelho Eutrófico possui cores vermelhas acentuadas em decorrência do mineral ferro.

O Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, são solos identificados pelo alto teor de argila nos horizontes subsuperficiais em relação aos superficiais, que caracterizam um gradiente textural ao longo do perfil. Já os neossolos quartzarênicos, que constitui as Dunas, estas ligadas aos ambientes de praias e são classificadas como terreno por apresentarem pouco ou nenhuma formação de solo natural. Já que seu processo é movido pela ação dos ventos, deslocando os sedimentos, por vezes não possibilita sua fixação para desenvolvimento do solo.

Considerando a vegetação pretérita do município (antes da modificação antrópica), e as Regiões Fitoecológicas propostas pelo IBGE (2012), é possível observar a presença das seguintes vegetações que corresponde às Regiões Fitoecológicas: Contato Savana/Floresta Estacional que é uma formação encontrada frequentemente revestindo tabuleiros do Pliopleistoceno do Grupo Barreiras, desde o sul da cidade de Natal (RN) até o norte do Estado do Rio de Janeiro, bem como até as proximidades do Município de Cabo Frio, aí então já em terreno quaternário. A Floresta Estacional Semidecidual é um tipo de vegetação encontrada no bioma Mata Atlântica e está adaptada a um padrão climático de duas estações distintas: uma estação com chuvas intensas durante o verão, seguida por um período de estiagem.

A Formação Pioneira são vegetações de primeira ocupação que se estabelecem em áreas com solos instáveis, sujeitas a deposição constante de sedimentos. Elas são compostas principalmente por espécies pioneiras que são capazes de se desenvolver nessas condições. As áreas propícias para formações pioneiras incluem a orla marinha, as margens dos rios e os arredores de pântanos, lagos e lagoas. E a Savana-Estépica que corresponde a um tipo de vegetação tropical constituída por gramíneas, pequenas árvores e arbustos. As ocupações das classes de solos e as fitoclasses do município podem ser visualizadas na Figura 4.

Figura 4 – Mapa Pedológico e de Vegetação do município de Canguaretama (RN)

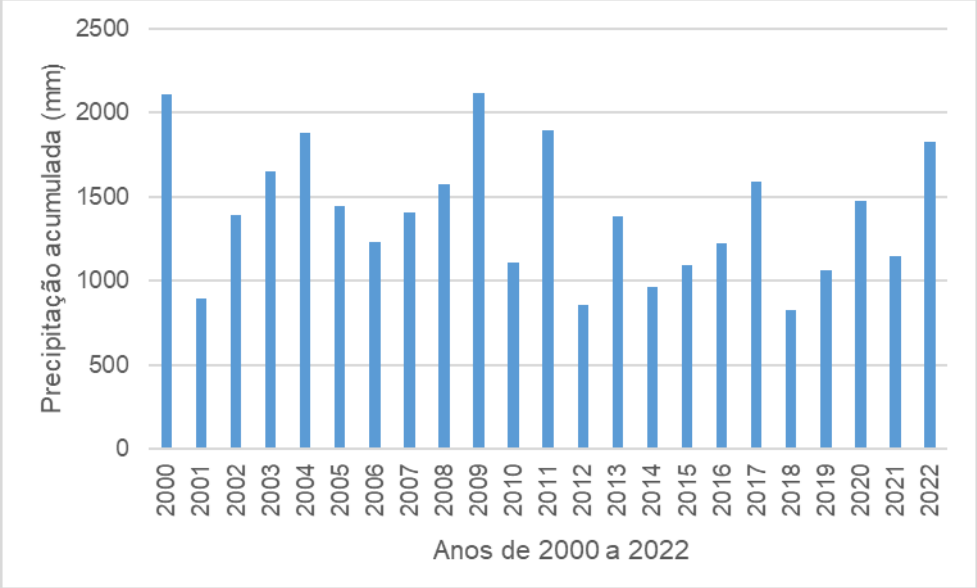


Fonte: IBGE (2017 e 2020), elaborado pelos autores (2023).

Do ponto de vista climático, o município de Canguaretama possui influência dos sistemas atmosféricos Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), das Ondulatórias no Campo dos Alísios (POA) e das Circulações Orográficas devido a sua proximidade com o oceano atlântico onde há os maiores índices pluviométricos. A classificação Climática do município de Canguaretama possui clima semiúmido, período chuvoso entre abril e maio, período seco de 4 a 5 meses e temperaturas médias anuais: máxima: 33,0 °C, média: 25,6 °C e mínima: 21,0 °C moderado (IDEMA, 2008).

A Figura 5 apresenta a precipitação acumulada entre os anos de 2000 até 2022, podemos visualizar como ocorreu a distribuição de chuvas no período de 22 anos e a distribuição das precipitações de forma diferenciada. Sendo que em alguns anos os índices pluviométricos apresentaram precipitações acima de 2000 mm, como no ano de 2000 e 2009 passando dos 2000 mm de chuva e nos anos subsequentes decaindo para um pouco menos de 2000 mm de chuva.

Figura 5 - Precipitação acumulada (mm) do município de Canguaretama (RN)



Fonte: EMPARN (2000 - 2022), dados organizados pelos autores.

No tocante a hidrologia, o município de Canguaretama está inserido em maior parte na bacia hidrográfica do Rio Curimataú, outra parte na bacia do Rio Catu e uma pequena parte nos domínios da bacia hidrográfica do Rio Guajú. Desse modo, o município de Canguaretama está inserido em dois domínios hidrogeológicos: O Domínio Intersticial que é composto de rochas sedimentares do Grupo Barreiras, Depósitos Colúvio-eluviais, Depósitos Flúvio-lagunares, Depósitos Flúvio-marinhos, Depósitos Aluvionares e das Dunas Inativas. E no Domínio Hidrogeológico Fissural que é constituído de rochas do embasamento cristalino que engloba o sub-domínio rochas metamórficas da Unidade Canindé (CPRM, 2005).

Procedimentos metodológicos

A fase preliminar do artigo baseou-se em análise bibliográfica acerca dos temas pesquisados e na realização do material cartográfico, buscando-se, assim, integrar as informações de forma sistêmica. Foi utilizada a base cartográfica e manuais disponibilizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) para elaboração dos mapas de localização, geologia, geomorfologia, pedologia e vegetação. Além dos dados hidrológicos da CPRM, dados meteorológicos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN).

Nesse viés, foi criado um banco de dados no Arcgis versão 10.8 desktop. Foram utilizados os arquivos vetoriais (shapefile) dos atributos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e de vegetação. Os arquivos utilizados foram recortados com a área de interesse,

o município de Canguaretama, e projetado no sistema de coordenadas planas na Zona UTM 25S.

Para elaboração do mapa geológico do município utilizou-se os arquivos vetoriais disponibilizados pela CPRM através do banco de dados (Geobank). Em ambiente SIG, foi utilizado o polígono do município para delimitação das feições geológicas, na qual foi recortado o arquivo vetorial através da ferramenta clip, sendo assim extraídos os dados da área de interesse. Os arquivos vetoriais geomorfológicos foram a partir carta SB25 da Sudene que foi atualizada pelo IBGE.

Para a confecção do mapa pedológico do município foram utilizados os arquivos vetoriais do IBGE, e a ferramenta Clip com os limites do município para delimitar as classes de solo. A identificação das formações vegetais pretéritas do município, foram provenientes dos arquivos vetoriais do IBGE (2021), no qual dispõem da Regiões Fitoecológicas.

O mapa de uso e ocupação da terra do município de Canguaretama foi elaborado a partir das imagens raster disponibilizadas pelo Projeto de Mapeamento Anual do Uso e Cobertura da Terra no Brasil- MAPBIOMAS. O projeto MapBiomas utiliza imagens do satélite Landsat com resolução espacial de 30 metros e com uma série temporal de mais de 30 anos. A metodologia inclui aquisição de dados, pré-processamento das imagens, classificação pixel a pixel, validação, consolidação dos resultados e disseminação gratuita das informações.

Para isso foram selecionadas três imagens raster no MapBiomas, dos anos 2000, 2010 e 2021, para que assim fossem identificadas as mudanças no uso e cobertura do da terra no município de Canguaretama. Os processamentos dos dados foram realizados através de nuvem na plataforma Google Earth Engine, que geram informações históricas através de mapas anuais de uso e cobertura da terra do Brasil. Em ambiente SIG, o raster foi projetado na Zona UTM 25S, e foi feito o recorte do raster com os limites do município utilizando a ferramenta Clip. A legenda foi realizada utilizando a paleta de cores a RGB disponibilizadas também pelo MapBiomas.

Para compor a análise do uso e ocupação da terra no município de Canguaretama esses três recortes espaciais de análises basearam-se nos censos demográficos de 2000 e 2010 e o ano de 2021. Nesse contexto, os dados do censo compreendem um conjunto de informações estatísticas sobre os habitantes de todo Brasil, e serviram para melhor entender a dinâmica da cobertura e uso da terra em associação com os dados urbanos desdobrados das imagens de satélite do projeto MAPBIOMAS.

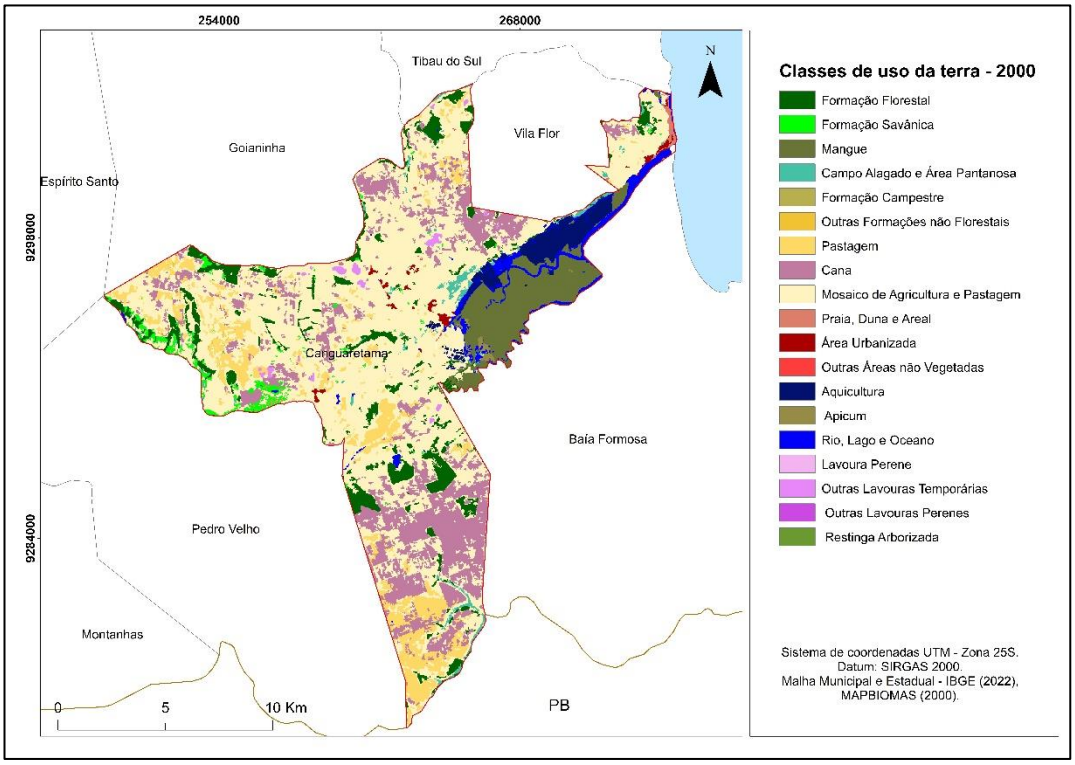
Assim, a produção do material cartográfico possibilita a análise das informações acerca dos componentes naturais e de uso e ocupação da terra do município avaliando a percepção sobre a importância desses elementos para a compreensão das transformações

na paisagem do município e a importância da utilização de técnicas de geoprocessamento como subsídio para o planejamento ambiental.

Resultados e discussão

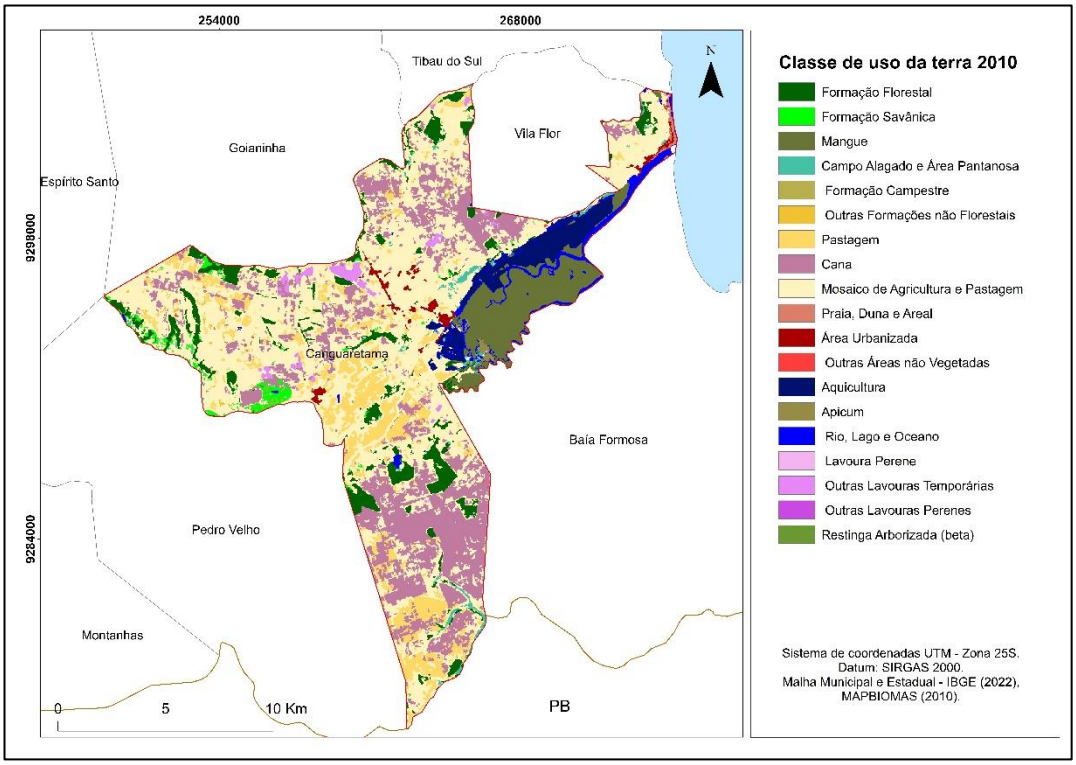
A partir da análise do mapeamento da cobertura e uso da terra para os anos de 2000, 2010, e 2021 das classes do Mapbiomas (Figuras 6, 7 e 8) indica que durante os 21 anos compreendidos nesta análise, houve um intenso processo de desmatamento e expansão urbana em decorrência das principais atividades econômicas desenvolvidas no município que são: agropecuária, carcinicultura, comércio e turismo.

Figura 6 – Mapa de uso e ocupação da terra no município de Canguaretama (RN) 2000



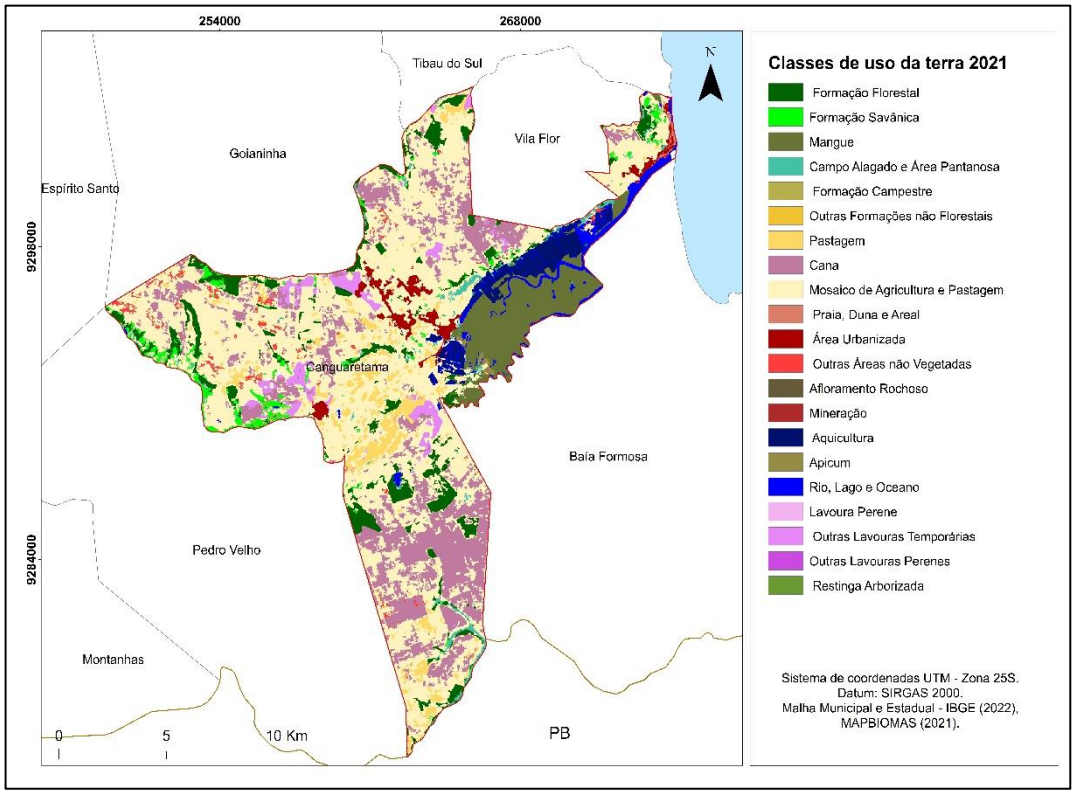
Fonte: IBGE, MAPBIOMAS (2000), elaborado pelos autores (2023).

Figura 7- Mapa de uso e ocupação da terra no município de Canguaretama (RN) 2010



Fonte: IBGE, MAPBIOMAS (2010), elaborado pelos autores (2023).

Figura 8 - Mapa de uso e ocupação da terra no município de Canguaretama (RN) 2021



Fonte: IBGE, MAPBIOMAS (2021), elaborado pelos autores (2023).

No tocante às atividades antrópicas, nota-se que esse conjunto de ações humanas têm modificado a configuração da paisagem no município de Canguaretama. Nos anos 2000

parte considerável da cobertura da terra era destinado a agricultura e pastagem, em especial a do cultivo da cana de açúcar. É observado ainda remanescentes de vegetação nativa em algumas localidades. No ano de 2010, há um aumento de outras lavouras temporárias, maior intensificação da cana de açúcar, e incremento da aquicultura. Comparando os 21 anos, é visto que o uso do solo foi muito modificado em decorrência das atividades antrópicas. A Tabela 1 mostra a quantificação da cobertura e uso da terra para os anos de 2000 a 2021.

Tabela 1: Quantificação da cobertura e uso da terra e estatística para os anos 2000 – 2021

	2000		2010		2021		Mudança Relativa
Classes de uso e cobertura da terra	Km2	%	Km2	%	Km2	%	2000-2021%
Formação Florestal	17,32	7,01	16,63	6,74	17,54	7,1	1,3
Formação Savânica	3,65	1,46	2,96	1,18	5,00	2,01	37,2
Mangue	17,13	6,98	16,85	6,87	17,14	6,99	0,1
Campo Alagado e Área Pantanosa	3,16	1,26	2,55	1,02	3,28	1,32	3,9
Formação Campestre	0,17	0,07	0,17	0,06	0,17	0,07	-2,6
Outras Formações não Florestais	0,28	0,1	0,53	0,2	0,06	0,02	-77,2
Pastagem	21,60	8,76	25,67	10,39	12,83	5,16	-40,6
Cana	40,01	16,26	49,15	20	41,19	16,72	2,9
Mosaiso de Agricultura e Pastagem	126,01	51,53	110,80	45,32	121,36	49,64	-3,7
Praia, Duna e Areal	0,55	0,22	0,51	0,2	0,33	0,13	-39,6
Área Urbana	1,28	0,52	2,27	0,92	4,66	1,9	265,2
Outras Áreas não Vegetadas	0,12	0,04	0,32	0,12	2,59	1,02	2.138
Aquicultura	6,35	2,56	8,47	3,47	6,65	2,72	4,7
Apicum	0,58	0,24	0,55	0,22	0,48	0,2	-16,0
Rio, Lago e Oceano	6,02	2,43	5,47	2,2	5,97	2,41	-0,9
Outras Lavouras Temporárias	1,32	0,53	2,65	1,05	6,28	2,55	374,5
Outras Lavouras Perenes	0,08	0,03	0,09	0,04	0,10	0,04	13,8
Restinga Arborizada	0,01	0	0,01	0	0,01	0	-12,5
Total	**245,636**	**100**	**245,636**	**100**	**245,636**	**100**	

Fonte: MAPBIOMAS (2000 – 2021), elaborado pelos autores (2023).

A partir da Tabela 1 é visto que Outras Áreas não Vegetadas, que conforme a descrição do Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2006), são referentes às áreas construídas, caracterizadas pela existência de empreendimentos e pelos processos de expansão urbana, em 2000 passaram de 0,12 km2 (0,04%) para 2,59 km2 (1,02%) em 2021, e a mudança relativa desse período foi de 2138 %. Como observado na Tabela 2, é visto o crescimento da lavoura temporária que teve uma crescente de 374,5% em um período de 21 anos. E as áreas urbanas durante esse período expandiram-se, passando de 1,28 km2 (0,52%) em 2000 para 4,66 km2 (1,9%) em 2021, correspondendo a uma mudança de 265,2% da área, em função do processo de crescimento da população.

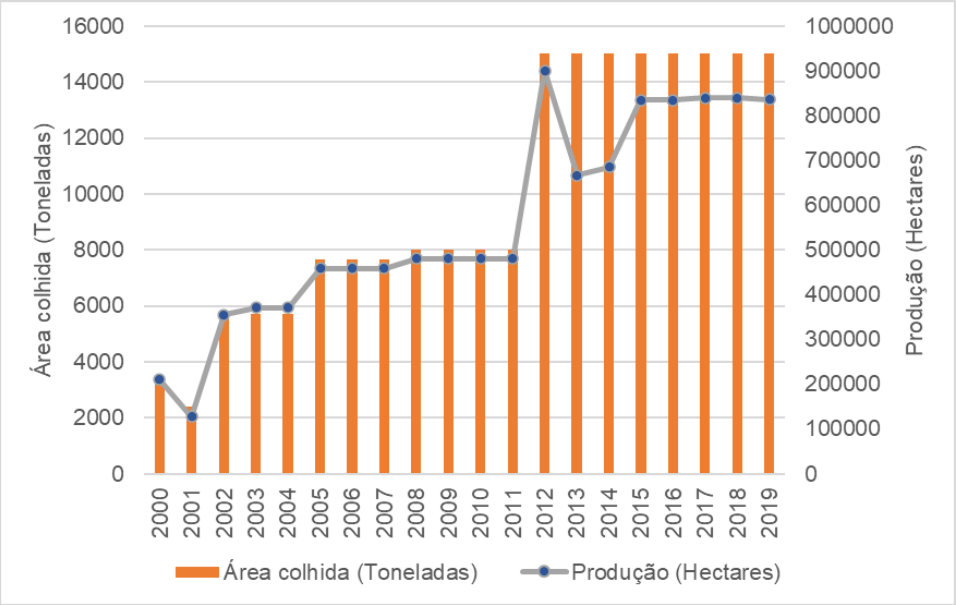
Desse modo, também são verificados pequeno crescimento das áreas de Formação Florestal que aumentou de 17,32 km² (7,01%) de 2000 para 17,54 km² (7,1%) em 2021, que corresponde a um aumento de 1,3% da área. A Formação Savânica passou de 3,65 km2 (1,46%) para 5,00 km2 (2,01%) e a mudança relativa de 37,2%. O mangue passou de 17,13 km2 (6,98%) para 17,14 km2 (6,99%) e a mudança relativa de 0,1%. O Campo Alagado e Área Pantanosa passou de 3,16 km2 (1,26%) para 3,28 km2(1,32%) e a mudança relativa de

3,9%. A cana cresceu de 40,01 km2 (16,26%) para 41,19 km2 (16,72%) e a mudança relativa de 2,9 %.

A Pastagem diminuiu de 21,60 km2 (8,76%) para 12,83 km2 (5,16%) e a mudança relativa de -40,61%. O Mosaico de Agricultura e Pastagem diminuiu de 126,01 km2 (51,53%) para 121,36 km2(49,64%) e a mudança relativa de -3,7%. E a Praia, Duna e Areal passaram de 0,55 km2 (0,22%) para 0,33 km2 (0,13%) e a mudança relativa de -39,6%. Outras Formações não Florestais passaram de 0,28 km2 (0,1%) para 0,06 km2 (0,02%) e mudança relativa de 77,2%.

Nesse viés, é observado que a agricultura corresponde a uma das principais atividades econômicas desenvolvidas em Canguaretama, seja na lavoura permanente ou temporária, com destaque para o cultivo e produção de cana-de-açúcar. Com base nos dados do Censo Agropecuário do IBGE (2017), foi produzido um gráfico da quantidade de hectares plantados e área colhida de cana-de-açúcar nos municípios durante uma série de 19 anos, mostrando como esse plantio foi sendo destacado (Figura 8).

Figura 8 – Área plantada e produção da cana-de-açúcar em Canguaretama (2000 – 2019)



Fonte: IBGE - Produção Agrícola Municipal, organizado pelos autores (2023).

A partir da Figura 8, é observado a crescente de área plantada e quantidade colhida da cana-de-açúcar no município de Canguaretama, tendo seus índices mais elevados desde 2012. Quanto aos impactos ambientais acarretados por essa cultura permanente podem ser observados desde o plantio, com a substituição da floresta por áreas de pastagem, até a grande quantidade de água utilizada para a fabricação do álcool e açúcar, subprodutos da cana. Ademais, outra questão merece destaque, a poluição gerada pela queima da cana-de-açúcar, composta por uma fuligem com diversos componentes que são lançados para a atmosfera.

Nesse viés, outra atividade de destaque no município é a pecuária possuindo um papel fundamental na economia de Canguaretama, sendo notáveis as atividades de aquicultura, pesca artesanal, criação de gado, cavalos, aves, produção de mel, ovelhas e suínos. Além do destaque da carcinicultura, que é bem representativa no município devido às condições favoráveis de clima e ambiente.

Conforme dados do IBGE (2016), no tocante a aquicultura, o estado do Rio Grande do Norte é o segundo maior produtor de camarão do país com 28% da produção, ficando atrás apenas do estado do Ceará com 49%. E o município de Canguaretama é o principal produtor de larvas e pós-larvas de camarão, representando 23,8% da produção nacional (IBGE, 2016). Em Canguaretama, há uma intensa produção voltada para a aquicultura, que é realizada em áreas de estuários. No entanto, essa atividade traz consigo preocupações relacionadas aos impactos ambientais decorrentes da degradação dos ecossistemas causada pela intervenção antrópica. E diante disso, é crucial destacar a preocupação com os impactos negativos da carcinicultura, que abrangem desde a destruição de manguezais até a contaminação das fontes de água devido ao descarte de substâncias tóxicas. Esses impactos representam riscos e incertezas quanto à sustentabilidade dessa atividade (DA SILVA, 2014).

Nesse sentido, conforme Ferreira *et al* (2008), o distrito de Barra do Cunhaú, que pertencente ao município de Canguaretama (RN), congrega estas duas atividades tipicamente costeiras: carcinicultura e pesca artesanal. O desenvolvimento da carcinicultura é realizado em áreas de mangues, o que ocasiona impactos como a supressão da vegetação de manguezais e a contaminação dos corpos hídricos devido ao aporte de matéria orgânica e medicamentos necessários ao manejo dos animais (FERREIRA *et al.,* 2008). Nas margens do estuário do rio Curimataú/Cunhaú é observado que há uma degradação devido aos tipos de atividades econômicas desenvolvidas e pelo avanço da especulação imobiliária (SILVA, 2004).

Nesse sentido, o turismo corresponde a outra atividade econômica desenvolvida no município que tem aumentado nas últimas décadas, o que gera vários tipos impactos ambientais que vão desde a construção de infraestruturas turísticas próximas à costa marítima o que pode contribuir para a erosão costeira, causando perda de praias e danos aos ecossistemas marinhos, o aumento do turismo pode resultar em maior produção de lixo e resíduos sólidos, bem como na geração de poluição sonora, visual, atmosférica e descarte inadequado de resíduos pode contaminar solos e corpos d'água. E nesse sentido, é visto que para mitigar esses impactos, é essencial a adoção de práticas de turismo sustentável e consciente.

É importante ressaltar que as ações humanas têm alterado a dinâmica natural do município, acelerando processos de degradação e modificando a paisagem. Essas

interferências geram diversos impactos ao meio ambiente, como desmatamento, poluição do ar, água e solo, exploração excessiva de recursos naturais e perda de habitat devido à expansão agropecuária, resultando na diminuição da biodiversidade e declínio de espécies nativas. Além disso, a ocupação de áreas inadequadas também contribui para problemas ambientais e sociais, como ocupações irregulares nos leitos e margens de rios. Embora a ampliação urbana, seja um reflexo do crescimento populacional e desenvolvimento econômico, pode estar associada a uma série de problemas e desafios.

Portanto, a identificação e quantificação das alterações ocorridas no período analisado são de suma importância para a elaboração de cenários paisagísticos, que evidenciam as condições ambientais do município. Desse modo, essas ações são primordiais para elaboração de propostas de planejamento ambiental e ordenamento territorial, auxiliando na tomada de decisão de forma mais efetiva e sustentável.

Considerações Finais

A partir da análise espaço temporal do município de Canguaretama (RN) foi possível entender a dinâmica espacial na qual a área de estudo está caracterizada. Foi verificado aumento significativo de solos expostos devido a expansão urbana. Desse modo, o aumento da população e o consequente aumento das áreas destinadas à agricultura, com o cultivo e produção da cana-de-açúcar, além das atividades inerentes à carcinicultura, são as grandes expressões desse processo de transformação da paisagem no município em questão.

Nesse viés, alguns efeitos do crescimento desordenado no meio ambiente causam degradação ambiental, perda de biodiversidade, poluição, esgotamento de recursos naturais, aumento das emissões de gases de efeito estufa, riscos de desastres naturais, e impactos negativos na qualidade de vida das pessoas. A adoção de práticas sustentáveis e um planejamento urbano adequado são essenciais para minimizar esses efeitos e promover o equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental.

As geotecnologias são imprescindíveis nas análises espaço-temporais pois permitem monitorar e avaliar mudanças em ecossistemas, cobertura vegetal, uso do solo ao longo do tempo e em diferentes regiões geográficas. Além de fornecer um quadro da paisagem, prevê cenários e direcionamentos socioeconômicos e ambientais, sendo fundamentais para compreender a dinâmica dos fenômenos geográficos ao longo do tempo e contribuem para um planejamento e ordenamento territorial mais eficiente e sustentável.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de Mestrado; a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); ao Laboratório de Geografia Física (Lab Geo Fís) e ao Grupo de Pesquisas em Geoecologia das Paisagens, Educação Ambiental e Cartografia Social (GEOPEC).

Referências

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. Cartografia de Paisagens: fundamentos. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

CPRM, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea no estado do Rio Grande Do Norte: Diagnóstico do município de Canguaretama. 2005. Disponível em: http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/16918/rel_canguaretama.pdf?sequenc=1. Acesso em: 22 abr. 2023.

DA SILVA, A. P. Pesca artesanal brasileira: aspectos conceituais, históricos, institucionais e prospectivos. Embrapa Pesca e Aquicultura-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2014.

DINIZ, Marco Túlio Mendonça; PEREIRA, Vítor Hugo Campelo. Climatologia do Estado do Rio Grande Do Norte, Brasil: Sistemas Atmosféricos Atuantes e Mapeamento e Tipos de Clima. 2015. 11 p. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, [S.l.], 2015. Disponível em: http://file:///G:/geografias/climatologia/3%C2%BA%20unidade/38839-163408-2-PB%20(1).pdf. Acesso em: 10 jun. 2023.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – SiBCS. 2018. Disponível em: https://www.embrapa.br/solos/sibcs. Acesso em: 5 jun. 2023.

EMPARN, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte - Meteorologia EMPARN. Disponível em: http://meteorologia.emparn.rn.gov.br:8181/. Acesso em: 06 jun. 2023.

FERREIRA, Douglisnilson de Moraes. et al. INFLUÊNCIA DA CARCINICULTURA SOBRE A SALINIZAÇÃO DO SOLO EM ÁREAS DO MUNICÍPIO DE GUAMARÉ/RN. Holos, [S.L.], v. 2, p. 72, 17 nov. 2008. Instituto Federal de Educacao, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN). http://dx.doi.org/10.15628/holos.2008.171

FLORENZANO, Teresa Gallotti. Iniciação ao Sensoriamento Remoto. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011. 128 p.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Manual Técnico de Pedologia. 2015. Disponível em:https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv95017.pdf. Acesso em: 22 abr. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Manual Técnico de Geomorfologia. 2009. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv66620.pdf. Acesso em: 23 abr. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da Pecuária Municipal. Rio de Janeiro- Rj: IBGE, 2016. 44 v. Disponível em:

https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/84/ppm_2016_v44_br.pdf. Acesso em: 6 jun. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Manual Técnico de Geologia. 1998. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv7919.pdf. Acesso em: 23 abr. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Manual Técnico de Vegetação. 2012. Disponível em:https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv63011.pdf. Acesso em: 23 abr. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2006). Manual Técnico de Uso da Terra. Rio de Janeiro: IBGE, 91 p.

IDEMA, Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte - Perfil do Seu Município. 2008. Disponível em: http://adcon.rn.gov.br/ACERVO/idema/DOC/DOC000000000016645.PDF. Acesso em: 23 abri. 2023.

RAMOS, Renilson Pinto da Silva; DEUS, Rodolfo Alexandre da Silva Gomes de; COSTA, Samuel Othon de Souza; GOMES, Daniel Dantas Moreira. O Sensoriamento Remoto aplicado ao mapeamento, identificação e análise do uso do solo do Município de Garanhuns-PE. 2015. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br. Acesso em: 01 jul. 2023.

Recuperação de áreas degradadas no Seridó Potiguar: o caso do extrativismo mineral do município da Cidade de Equador/RN

Recuperation of degraded areas in the Potiguar Seridó: the case of mineral extraction in the municipality of Equador/RN

Zenon Sabino de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande
Orcid: 0000-0001-5354-0236
zenonsabino@hotmail.com

Isabel Lausanne Fontgalland
Universidade Federal de Campina Grande
Orcid: 0000-0002-0087-2840
isabelfontgalland@gmail.com

Resumo: Sabe-se que as atividades do extrativismo, geralmente envolvem vários fatores, levando-se em conta o minerador, o poder público, a comunidade e o proprietário das áreas de ocorrências minerais. Os quatro agentes, imprimem ações de ajustamentos ou de impacto predatório, em cada um de seus *stakes*, imprimindo uma marca na comunidade. Usualmente, as áreas de atividade mineradora apresentam impactos do ponto de vista negativos que são instituídos como permanentes, conforme as condições topográficas do relevo, que na maioria das vezes, não retornam às suas configurações originais. Dessa forma, a composição da possível reabilitação da área explorada, torna-se imprescindível segundo um plano de recuperação através da formação dos *stakeholders* e das organizações envolvidas. Logo, é condição que as ações de recuperação sejam conjuntas consoantes ao mérito do desgaste dessas áreas em observância. Os impactos resultantes, justificam-se pela degradação ocasionadas sobretudo, na formação geomorfológica da Serra das Queimadas, onde se extraem através dos bolsões de pegmatitos, uma gama significativa de minerais nesse espaço.

Palavras-chave: Mineração; Áreas Degradadas; Impactos Ambientais.

Abstract: It is known that extractivism activities usually involve several factors, taking into account the miner, the public power, the community and the owner of the mineral occurrence areas. The four agents imprint actions of adjustments or predatory impact on each of their stakes, imprinting a mark on the community. Usually, areas of mining activity have impacts from a negative point of view that are established as permanent, according to the topographical conditions of the relief, which, in most cases, do not return to their original configurations. In this way, the composition of the possible rehabilitation of the exploited area becomes essential according to a recovery plan through the training of stakeholders and organizations involved. Therefore, it is a condition that the recovery actions are joint according to the merit of the wear and tear of these areas in compliance. The resulting impacts are justified by the degradation caused mainly in the geomorphological formation of Serra das Queimadas, where a significant range of minerals are extracted through pockets of pegmatites.

Keywords: Mining; Degraded areas; Environmental impacts.

Introdução

Sabe-se que qualquer atividade antrópica provoca degradação ambiental, com resultados contínuos em deterioração da qualidade ambiental, levando-se em conta os elementos da água, do ar e do solo. Com as atividades do extrativismo mineral, não é

diferente, pois estas provocam degradação do meio ambiente, e comprometem, muitas vezes em caráter intermitente, o futuro das novas gerações. Por outro lado, paradoxalmente, são atividades essenciais, pois geram emprego e renda e não forçam, portanto, a busca por atividades de substituição, no curto prazo.

A atividade de mineração constitui a movimentação de uma grande quantidade de terra, deixando o solo exposto e de certa forma desestabilizado, sujeitando a vários impactos ao longo da sua cadeia produtiva. Dessa forma, o surgimento de áreas degradadas leva o ser humano a conviver com as consequências oriundas do impacto ambiental que acaba prejudicando sua saúde, seu ambiente e, consequentemente, sua qualidade de vida.

O Seridó Potiguar é marcado, desde a sua colonização, pelo desenvolvimento socioeconômico, principalmente pela prática da mineração, atingindo gravemente os recursos ecossistêmicos do bioma da Caatinga. A área de estudo compreende o município de Equador-RN, delimitado pelas coordenadas geográficas, latitude 06° 47' 00" a 06° 59' 00" S e longitude 036º 46' 00" a 036º 33' 00" W Gr., perfazendo uma área de 264,985 Km^2, estando situado na Mesorregião Central Potiguar, Microrregião do Seridó Oriental. Distante, aproximadamente, 270 km de Natal, Capital do Estado. O município de Equador, limita-se com os municípios de Parelhas-RN, Santana do Seridó-RN, São José do Sabugi-PB, Junco do Seridó-PB e Tenório-PB, Figura 1, e está contida na Folha Geomorfológica Jardim do Seridó (SB.24-Z-B-V) na escala 1:100.000, editada pela Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE.

Figura 1- Localização de Equador/RN

Fonte: Google Earth, 2021.

Na região do Seridó Potiguar, compreendendo o município da cidade de Equador/RN, os impactos ambientais deixados pelo extrativismo mineral são alarmantes e remontam às

décadas passadas, tendo contribuído significativamente para a degradação do meio ambiente natural. Não resta dúvidas que a atividade de mineração e garimpeira na região trouxe significativo desenvolvimento econômico para os agentes envolvidos com esse processo. Por outro lado, os impactos deixados por essas atividades refletem num significativo impacto ambiental. À medida que as jazidas dos pegmatitos vão se esgotando, essas deixam para trás, um grande passivo ambiental como depósitos de rejeitos deixados aleatoriamente ao longo da cadeia produtiva, pilhas de gangas e bocas de túneis e galerias abertas, ocasionando um perigo iminente aos que trafegam por esses locais, constituindo numa degradação ambiental de proporções significativas.

Para se chegar ao jazimento do veio do caulim, são retirados os capeamentos superficiais do solo e da rocha encaixante, ocasionando um sério impacto, de acordo com a Foto 1. Antes esse material era extraído por atividades garimpeira, onde esses escavavam túneis artesanais e abriam *chafts* (abertura vertical de chaminés), para a retirada do material escavado no subsolo. Hoje, praticamente toda essa atividade é realizada através de maquinários especializados, onde predomina um aumento significante da cadeia produtiva e consequentemente de um maior impacto ambiental, com área degradada necessitando de uma recuperação em todo o seu ciclo.

Foto 1- Retirada do capeamento e extração da jazida de caulim

Fonte: Autores, 2022.

Outra forma de impacto ambiental presente na área, diz respeito à retirada da vegetação desse bioma, ocasionando um processo de desertificação, já constatado em diversos artigos e pesquisas científicas, constituindo-se em um dos núcleos em processos ativo e intenso de desertificação do espaço brasileiro, sendo esse Bioma da Caatinga conhecido como Núcleo Seridó Potiguar. Através da Foto 2, é possível verificar-se que boa parte da formação geomorfológica da Serra das Queimadas, onde temos a rocha encaixante do Quartzito Equador, que aprisiona os pegmatitos mineralizados, sendo impactado pela retirada da vegetação original da Caatinga, ficando esse espaço desnudo em muitos trechos desse bioma.

Foto 2- Retirada da vegetação original do Bioma da Caatinga

Fonte: Autores, 2022.

Conjectura Contemporânea Sobre Áreas Degradadas

O processo de recuperação de áreas degradadas está previsto de acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/1981) e suas alterações. Além disso, o artigo 225 da Constituição Federal deixa claro que “a conduta e as atividades consideradas nocivas ao meio ambiente sujeitará os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar o dano”. O Guia de Recuperação de Áreas Degradadas - SABESP (2003) define a degradação ambiental como

“as mudanças impostas pela sociedade aos ecossistemas naturais alterando (degradando) as características físicas, químicas e biológicas, comprometendo assim a qualidade de vida dos seres humanos”.

Para Eggert (2000), é teoricamente simples pensar em sustentabilidade em relação aos recursos renováveis, mas é mais complexo para o caso de recursos que existem em quantidades fixas. Assim, o conceito de desenvolvimento sustentável aparentemente é conflitante com a atividade de mineração que, por definição, é baseada em recursos não renováveis. Para alcançar um desenvolvimento sustentável, Tilton (1996) afirma que o padrão atual de consumo de recursos esgotáveis não pode impor redução do padrão de vida às gerações futuras. No entanto, nem todas as relações entre mineração e recuperação se enquadram nessa categoria. Este estudo apresenta outra relação entre a mineração e a recuperação da área degradada.

O Manual de Recuperação de Áreas Degradadas do IBAMA traz um conceito de degradação relacionada à “alteração do equilíbrio do solo” ou uma “redução [...] da qualidade do solo no desempenho de suas funções básicas”. Especificamente em relação às atividades de mineração, Williams et al. (1990) afirmam que a degradação ambiental “ocorre quando há perda de adaptação às características físicas, químicas e biológicas e inviabiliza o desenvolvimento socioeconômico”.

Em particular, as áreas de mineração se transformarão em áreas degradadas em um determinado momento após intensificarem-se as extrações. Inevitavelmente, a mineração causará degradação ambiental, e os *stakeholders*[6] devem promover a recuperação de áreas degradadas, em muitos casos obrigatória por força da lei. A recuperação ambiental de uma determinada área resultará de uma série de medidas que resultarão em uma solução para cada atividade de mineração potencialmente impactante ou poluente, onde para tantos e observa as ações dos *stakeholders*.

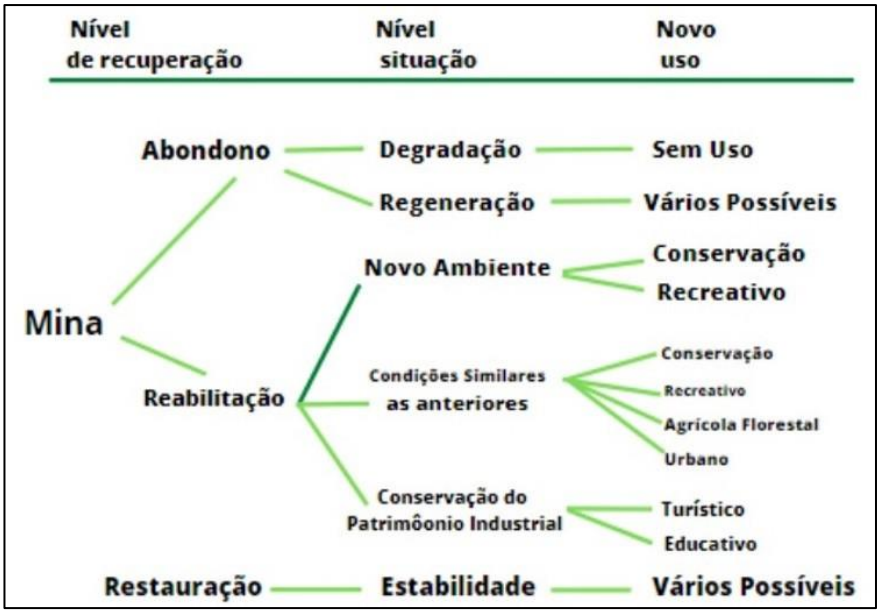
Griffith (1995) estabelece alguns princípios para que essa recuperação (ideal) seja bem-sucedida. O primeiro princípio está relacionado ao plano de recuperação, o segundo está relacionado ao fato de a prática ser sinérgica em um esforço interdisciplinar e o terceiro está relacionado ao planejamento de mudanças sistemáticas. Ao empregar o termo “pegada ecológica” e utilizá-lo nos casos de áreas de degradação, entende-se a área recuperada como uma tentativa de “apagar” as marcas deixadas na área minerada. Evidentemente, enquanto as “pegadas” deixadas pelo homem não podem ser simplesmente apagadas, elas podem ser minimizadas ou mitigadas.

Dessa forma, a recuperação de áreas degradadas é entendida como uma “aplicação de técnicas de manejo para fazer um ambiente degradado se adequar a um novo, desde que

[6] Mineradores, agentes públicos e órgãos de defesa.

haja uso produtivo sustentável" (SÁNCHES, 2006). No entanto, "a reabilitação [...] é o modo mais frequente de recuperação". E, "no caso das atividades de mineração", é a "modalidade [...] exigida pelo regulador" (SÁNCHES, 2006). Conforme definido em lei, no artigo 3º do Decreto Federal 97.632/1989, o conceito de Recuperação é a "devolução da terra degradada a uma forma de uso, segundo um plano predeterminado de uso do solo, a fim de obter um desenvolvimento sustentável". As técnicas utilizadas para assegurar o uso adequado do solo são numerosas, mas no geral todas compreendem as seguintes etapas: desmatamento, remoção e estocagem do capeamento do solo, remodelagem final da área e revegetação, logo a Figura 2 representa:

Figura 2- Estágios de recuperação das áreas degradadas



Fonte adaptada de Sánches, 2006.

O caso mais particular de recuperação de área é a recuperação que melhora a condição inicial. Aqui, a condição inicial é entendida como uma condição anterior. Por exemplo, áreas de mineração degradadas onde a condição atual seria pós-minério de interesse de mineração, ou após a degradação da área de mineração, e a condição inicial seria aquela anterior à condição atual. Isso nos leva à condição de não interferência humana, dificultando bastante a obtenção dessa recuperação, principalmente em áreas degradadas pela mineração.

Levando-se em consideração as definições de recuperação de áreas degradadas, em última análise, a recuperação será a recuperação do solo. Dada a própria natureza da atividade de mineração, a recuperação de áreas degradadas pela mineração é uma tentativa de dar um novo uso (sustentável) à área após a cessação das atividades de mineração.

O conceito de área degradada ou de paisagens degradadas pode ser compreendido como locais onde existem (ou existiram) processos causadores de danos ao meio ambiente, pelos quais se perdem ou se reduzem algumas de suas propriedades, tais como a qualidade produtiva dos recursos naturais (DECRETO FEDERAL 97.632/89). Botelho (2007) refere que um ecossistema degradado é aquele que após distúrbios, teve eliminados, com a vegetação, os seus meios de regeneração biótica. Seu retorno ao estado anterior pode não ocorrer ou ser bastante lento. Nesse caso, a ação antrópica é necessária para a sua regeneração em curto prazo.

Nascimento (2007) inclui a degradação ambiental como consequência das atividades que direta ou indiretamente prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; afetem desfavoravelmente os fatores bióticos; afetem as condições estéticas ou sanitárias do Meio Ambiente e lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

De acordo com Boels (1982 apud BORTOT, 2002, p. 45), “a degradação física do solo é definida como uma mudança de suas prioridades físicas a qual influi negativamente sobre a capacidade de regeneração do solo”.

Segundo Rocha (1997), o termo degradação vem sendo usado erroneamente. O termo adequado para indicar um grau de poluição para qualquer recurso natural é Deterioração, que segundo o mesmo autor é usado em diversos idiomas.

A degradação das terras envolve a redução dos potenciais recursos renováveis por uma combinação de processos agindo sobre a terra. Tal redução, levando ao abandono ou “desertificação” da terra, pode ser por processos naturais, tais como o ressecamento do clima atmosférico, processos naturais de erosão, alguns outros de formação do solo ou uma invasão natural de plantas ou animais nocivos. Pode também ocorrer por ações antrópicas diretamente sobre o terreno ou indiretamente em razão das mudanças climáticas adversas induzidas pelo homem (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2005, p. 19).

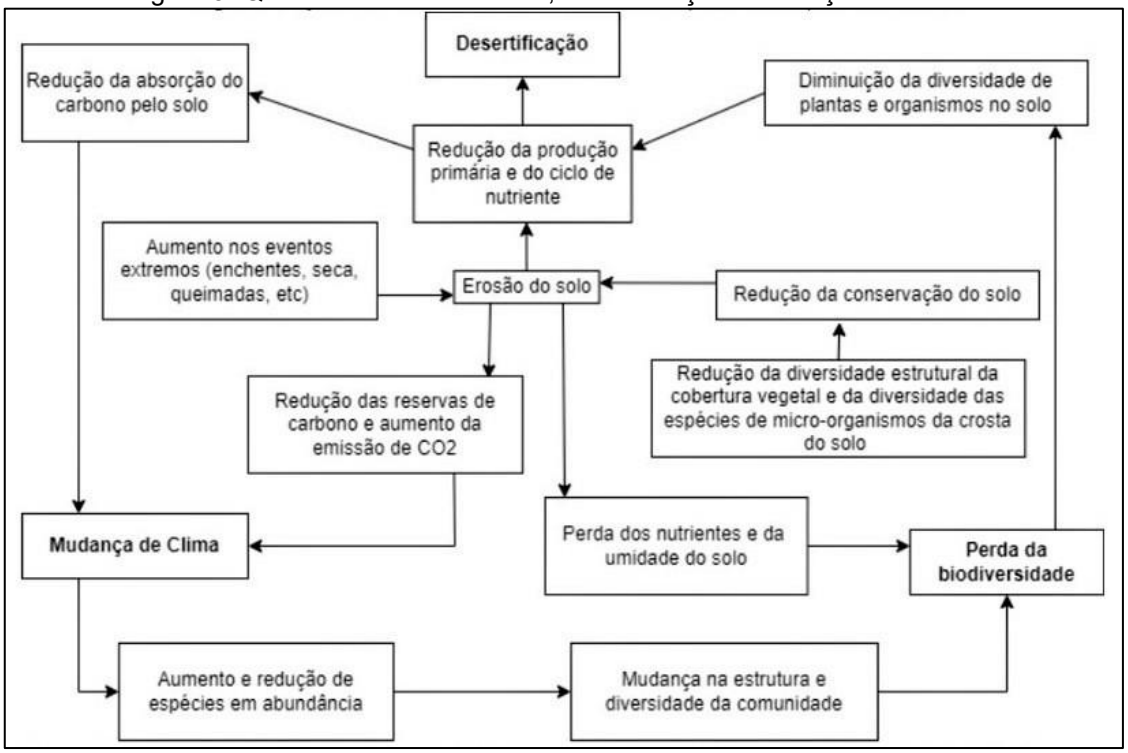
De acordo com Sánchez (1992), essa perda pode ser vista sob quatro perspectivas: perda de capital ou patrimônio natural, perda de funções ambientais, perda da saúde ou segurança do homem e até perda da qualidade da paisagem.

A Lei da Política Nacional do Meio Ambiente no seu art. 3° § II define Degradação da Qualidade Ambiental como sendo a “alteração adversa das características do meio A negativa”. Seu uso está quase sempre ligado a “uma mudança artificial ou perturbação de causa humana é uma redução ambiental"(BRASIL, 1981).

Degradação ambiental é um termo de conotação não percebida das condições naturais ou do estado de um ambiente” (JOHNSON et al., 1997 apud SÁNCHES, 2006, p. 26).

Os problemas da perda de biodiversidade, desertificação e alterações climáticas estão intimamente interligados, como ilustrado na Figura 3.

Figura 3- Quadro da biodiversidade, desertificação e alterações climáticas



Fonte: Stringer; Scrieciu; Reed, 2009.

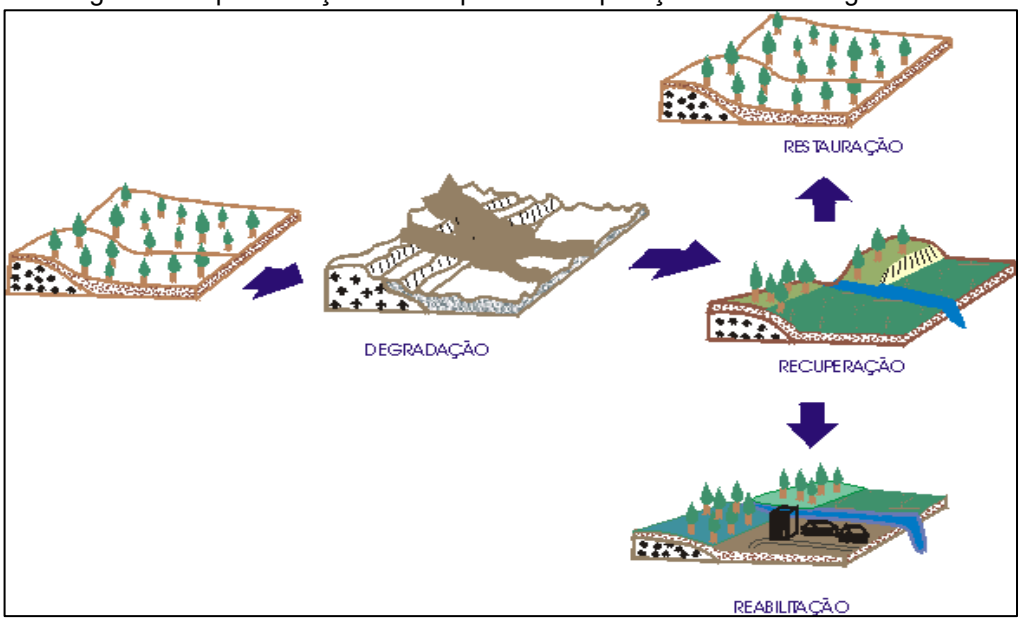
Do mesmo modo, as soluções para estes problemas que envolvem uma mudança no uso do solo prevalecente podem ter impactos sobre outros problemas ambientais, e não apenas a questão alvo a ser abordada através da intervenção (no nosso caso, terra degradada). A florestação e reflorestação de áreas degradadas pode ter benefícios ambientais mais amplos do que a estabilização de solos soltos dando à terra degradada um valor produtivo. A florestação pode também aumentar as reservas de carbono do solo, em grande parte através do aumento da adição de matéria orgânica do solo (MACEDO et al., 2007). Isto tem implicações importantes para as alterações climáticas globais e os objetivos da UNFCCC, uma vez que a matéria orgânica do solo representa o terceiro maior reservatório terrestre de carbono, com um total global estimado de 1550 Pg C (LAL et al., 2004).

A silvicultura também pode aumentar os *stocks* de biomassa (PAUL; POLGLASE; NYAKUENGAMA; KHANNA, 2002), enquanto a plantação de espécies nativas pode ajudar a aumentar a diversidade de habitats e promover o regresso, a sobrevivência expansão das populações nativas de plantas e animais (COWIE; SCHNEIDER; MONTANARELLA, 2007), contribuindo assim para os objetivos do UNCBD (United Nations Convention on Biological Diversity).

Francis e Read (1994) sugerem que o aumento do azoto do solo produzido pela plantação de algumas espécies pode aumentar a capacidade do sistema para apoiar uma comunidade mais complexa. Além disso, a plantação de novas florestas pode ajudar a reduzir a pressão sobre as florestas naturais mais antigas, servindo como novas fontes alternativas de produtos florestais. De fato, as áreas florestadas ou reflorestadas podem contribuir para satisfazer a procura local de lenha, poderia ter impactos positivos na paisagem mais vasta, reduzindo a pressão sobre as florestas de outras regiões.

Ainda de acordo com Sánches (2006, p. 26), a degradação de um objeto ou de um sistema associa-se a perda de qualidade. Degradação ambiental seria então uma perda ou deterioração da qualidade ambiental. Barbosa et al. (1992) recomendam para os trabalhos de recuperação os seguintes passos: pré-planejamento, desmatamento, remoção e estocagem do capeamento do solo, obras de engenharia na recuperação, manejo de solo orgânico, preparação do local para plantio, seleção de espécies de plantas, propagação de espécies, plantio e acompanhamento. De acordo com a Figura 4, pode-se perceber a recuperação por etapas das áreas degradadas.

Figura 4- Representação das Etapas da recuperação de áreas degradadas



Fonte: Bitar; Braga, 1995.

Observando-se a Foto 3, verifica-se que a grande quantidade de material estéril (ganga), depositado aleatoriamente próximo às mineradoras, além de provocar uma poluição visual, esse material provoca também um processo de desertificação, tornando o solo infértil para as pequenas atividades agrícolas, ocasionando pela sua acidez desse material, um dos processos de desertificação no espaço estudado.

Foto 3- Material de rejeito do caulim depositado pelas mineradoras

Fonte: Autores, 2022.

Considerações Finais

É inegável como a paisagem de exploração mineral na Província Borborema, no Seridó Potiguar, localizada no município da cidade de Equador/RN, vem constituindo num espaço em que se torna necessário e urgente uma recuperação em áreas degradadas. A pouca fiscalização por parte do IDEMA e IBAMA e poder público faz com que essa atividade polui e degrada o meio ambiente, sem qualquer preocupação com aqueles que estão envolvidos com o extrativismo mineral.

A aprovação do EIA/RIMA que é o requisito básico para que a empresa de mineração possa pleitear o Licenciamento Ambiental do seu projeto de mineração, praticamente inexiste no âmbito dessa atividade. Nota-se uma falta de uma real integração intergovernamental e, também, um entrosamento com a sociedade civil para a elaboração e estabelecer parâmetros e critérios para o desenvolvimento sustentável da atividade mineral, garantindo a sua permanência e continuidade face a seu papel exercido na construção da sociedade, dentro de normas e condições que permitam a preservação do meio ambiente.

Em geral, a mineração provoca um conjunto de efeitos não desejados que podem ser denominados de externalidades. Algumas dessas externalidades são: alterações ambientais, conflitos de uso do solo, depreciação de imóveis circunvizinhos, geração de áreas degradadas e transtornos ao tráfego urbano. Estas externalidades geram conflitos com a comunidade, que

normalmente têm origem quando da implantação do empreendimento, pois o empreendedor não se informa sobre as expectativas, anseios e preocupações da comunidade que vive nas proximidades da empresa de mineração (BITAR, 1997).

Dessa forma, a recuperação dessa área degradada, vai ter como objetivo oferecer ao ambiente degradado, condições favoráveis à reestruturação dos aspectos relacionados à biodiversidade, levando-se em conta as condições físicas, químicas e biológicas do espaço regenerar-se por conta própria. Então é imprescindível um estudo sistemático, através de dados coletados em campo, para uma recuperação dessa área dos pegmatitos da cidade de Equador, para mitigar ou haver recuperação permanente nessa área em foco.

Referências

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão de áreas degradadas.** Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 320 p.

BARBOSA, J. M. et al. Recuperação de áreas degradadas de mata ciliar a partir de sementes. São Paulo, **Revista do Instituto Florestal,** São Paulo, 1992.

BITAR, O. Y. **Avaliação da recuperação de áreas degradadas por mineração na região metropolitana de São Paulo.** 1997. (Tese de Doutorado) - Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 1997. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3134/tde-25102001-165349/. Acesso em: 27 jul. 2023.

BITAR, O. Y.; BRAGA, T. O. O meio físico na recuperação de áreas degradadas. In: BITAR, O. Y. (Coord.). **Curso de Geologia Aplicada ao Meio Ambiente.** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE) e Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1995.

BORTOT, A. **O cadastro técnico multifinalitário na avaliação de impactos ambientais na gestão ambiental na atividade de mineração.** Criciúma: Ed. do Autor, 2002. p. 45.

BOTELHO, S. A. et al. Avaliação do crescimento do estrato arbóreo de área degradada revegetada à margem do Rio Grande, na usina hidrelétrica de Camargos, MG. **Revista Árvore,** v. 31, 2007.

BRASIL. **Constituição Federal de 1988.** Brasília, 1988.

BRASIL. **Decreto n. 97.632** de 10 abr. 1989. Dispõe sobre a regulamentação do Artigo 2., inciso VIII, da Lei n. 6.938, de 31 de agosto de 1981, e dá outras providências. Brasília, 1989.

BRASIL. **Lei n. 6.938** de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação e dá outras providências. Brasília: DF D.O.U. - Diário Oficial da União, 02 de set. 1981.

COWIE, A.; SCHNEIDER, U. A.; MONTANARELLA, L. 2007. **Possíveis sinergias entre os acordos ambientais multilaterais existentes na implementação do Uso da Terra, Mudança do Uso da Terra e Atividades Florestais.** Documentos de Trabalho FNU-123, Unidade de Pesquisa em Sustentabilidade e Mudança Global, Hamburgo University, revisado em janeiro de 2007.

EGGERT, R. G. In: OTTO, J. M.; CORDE, J. (Ed.). **Sustainable development and the future of mineral investment.** Paris: United Nations Environment Programmed Sustainable development and the mineral industry, 2000.

FIGURA. **Localização de Equador/RN.** Disponível em: Google Earth. Acesso em: 25 abr. 2023.

GRIFFITH, J. J. Introdução a práticas de recuperação ambiental. In: Workshop Internacional sobre Recuperação de Recursos Naturais Degradados pela Mineração. **Anais.** Brasília: IBAMA, 1995.

ISHISAKI, M. A.; LEINFELDER, R. R.; LEMOS, R. A. A. **Recuperação de Áreas Degradadas na Mineração.** EPUSP, 2008 (Trabalho de Conclusão de Curso do MBA em Gestão e Tecnologias Ambientais).

LAL, R. et al. **Soil Carbon Sequestration Impacts on Global Climate Change and Food Security Science 304,** 1623 (2004).

NASCIMENTO, W. M. Planejamento básico para recuperação de área degradada em ambiente urbano. **Espacio y Desarrollo,** n. 19, 2007. Disponível em: http///revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/10641/11112. Acesso em: 10 fev. 2022.

PAUL, K. I.; POLGLASE, P. J.; NYAKUENGAMA, J. G.; KHANNA, P. K. Mudança no carbono do solo após o reflorestamento. **Ecologia e Manejo Florestal.** 2002; 168:241-257. Disponível em: http://hdl.handle.net/102.100.100/198705?index=1. Acesso em: 29 jun. 2023.

ROCHA, J. S. M. **Manual de Projetos Ambientais.** Santa Maria-RS: Imprensa Universitária, 1997. 423 p.

SABESP. **Guia de Recuperação de Áreas Degradadas.** São Paulo: Cadernos Ligação, 2003.

SÁNCHES, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental Conceitos e Métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 495 p.

STRINGER, L. C.; SCRIECIU, S. S.; REED, M. (2009). Biodiversidade, degradação da terra e mudança climática: planejamento participativo na Romênia. **Geografia Aplicada,** 29 (1), 77-90. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2008.07.008. Acesso em: 26 jun. 2023.

TILTON, J. E. Exhaustible resources and sustainable development, **Resources Policy,** v. 22, n. 01/02, 1996.

WILLIAMS, D. D.; BUGIN, A.; REIS, J. L. B. C. (Coord.). **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração:** técnicas de revegetação. Brasília: IBAMA, 1990. 96 p.

Análise Quantitativa de Desmatamento no Município de Balsas – MA, nos Períodos de 2002-2006, 2008-2012 e 2013-2017

Quantitative Analysis of Deforestation in the Municipality of Balsas - MA, in the Periods 2002-2006, 2008-2012 and 2013-2017

Kevin Vinícius Lobato Soeiro
Universidade Estadual do Maranhão
0009-0006-7128-4153
kevin.vinicius83@gmail.com

Pâmela Rebeca Lima Oliveira Araújo
Universidade Estadual do Maranhão
0009-0003-4842-729X
pamelaprlo.oliveira@gmail.com

Alyce Martins Lopes
Universidade Estadual do Maranhão
0009-0001-2864-6706
alycee1999@outlook.com

Karina Vieira de Govêa
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0003-3970-944X
Kvieira532@gmail.com

Fabrício Sousa da Silva
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0001-6895-6496
professorfabriciosousa@gmail.com

Resumo: Este artigo trata-se de uma análise quantitativa do desmatamento no município de Balsas, localizado no Cerrado maranhense e que apresenta relevante destaque econômico em decorrência da grande produção de grãos. O principal objetivo deste artigo é analisar a dinâmica de desmatamento multitemporal (2002-2006, 2008-2012 e de 2013-2017) e sua relação com o agronegócio. Os procedimentos metodológicos consistiram em levantamentos bibliográficos e cartográficos em diferentes fontes, destacando-se a captação de dados das bases do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o processamento de tais em ambiente QGIS. Os resultados mostram que no período de 2002-2006 foram registrados os maiores quantitativos de desmatamento e coincidem com a expansão do agronegócio local.

Palavras-chave: Balsas; Desmatamento; Cerrado; Agronegócio.

Abstract: This article is a quantitative analysis of deforestation in the municipality of Balsas, located in the Maranhão Cerrado and which has relevant economic prominence due to the large grain production. The main objective of this article is to analyze the dynamics of multitemporal deforestation (2002-2006, 2008-2012 and 2013-2017) and its relationship with agribusiness. The methodological procedures consisted of bibliographic and cartographic surveys in different sources, highlighting the capture of data from the bases of the National Institute for Space Research (INPE) and the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE) and the processing of such in QGIS environment. The results show that the highest deforestation rates were recorded in the period 2002-2006 and coincide with the expansion of local agribusiness.

Keywords: Balsas; Deforestation; Cerrado; Agribusiness.

Introdução

O desmatamento, configura-se como uma das principais ameaças a biodiversidade, este pode ser definido como uma alteração feita em uma área florestada por meio de ações antrópicas transformando tal área em área não florestada (FALCÃO E NOA, 2016).

Diferentes objetivos favorecem o desmatamento, entre os quais estão, a expansão do agronegócio, a extração da madeira para fins comerciais, mineração, queimadas, expansão da malha urbana entre outros, promovendo muitas vezes a devastação de grandes áreas que na maioria das vezes não são reflorestadas.

No Brasil, alguns biomas vêm sendo afetados de forma significativa com o desmatamento e no estado do Maranhão, promovido principalmente pela expansão do agronegócio no sul do estado, as consequências do desmatamento vêm causando danos ao cerrado, trazendo fragmentação de habitats, desequilíbrio no ciclo do carbono, degradação dos ecossistemas etc. (KLINK E MACHADO, 2005).

No contexto das dinâmicas de alteração do cerrado maranhense localiza-se a região de análise, onde alterações da cobertura vegetal vêm sendo observadas de modo concentrado no município de Balsas. Tal área está localizada na Mesorregião Sul do estado do Maranhão, inserido totalmente no bioma cerrado e tendo o seu acesso através das rodovias que são: a MA 140, BR 230, e as transamazônicas BR 330 e BR 324, tonando-se assim um município com uma localização estratégica.

Sua localização também explica esse município ter um grande potencial agrícola, especialmente a mecanizada, que podemos observar atualmente, porém traz consigo grandes problemas para o bioma local como é o caso do desmatamento em grande porcentagem. Segundo o IBGE, em seu contexto histórico, o porto de caibras, que fica no rio de Balsas, era o melhor ponto de acesso para as fazendas de Riachão. Isso fez com que acontecesse um movimento contínuo de viajantes, que se interessaram pelo local, fazendo com que houvesse migrações para Balsas.

Entretanto, essas migrações se intensificaram com avanço das tecnologias e da modernização da agricultura no cultivo de soja, as quais estavam sendo inseridas no município de Balsas comandadas por políticas públicas. O cultivo da planta baseado em tecnologias modernas de alta produtividade, que se iniciou nos anos 1970 no sul do Brasil, expandiu-se em direção às demais regiões do país, ocupou áreas do Cerrado e da pré-Amazônia (TERRA, 2019).

A escolha dos períodos das análises do desmatamento em Balsas, justifica-se devido à ausência de dados para determinados anos na plataforma PRODES Cerrado (Projeto de Monitoramento de Desmatamento no Cerrado) sendo este um projeto desenvolvido pelo Instituto nacional de pesquisa espaciais (INPE) para monitoramento sistemático e

determinação do incremento anual de área desmatada para o cerrado. Desta forma, a escolha foi feita para melhor desenvolvimento da pesquisa.

Os ciclos foram escolhidos pela ausência de dados anuais de desmatamentos no bioma cerrado pela plataforma PRODES, portanto os dados foram unidos em um ciclo de cinco em cinco anos a partir do ano de 2002 a 2017, na qual se tem o primeiro ciclo de 2002-2006, o segundo ciclo de 2008-2012 e o terceiro ciclo de 2013-2017 na qual esses anos foram os únicos que demonstram o desmatamento e o avanço do mesmo na região de balsas.

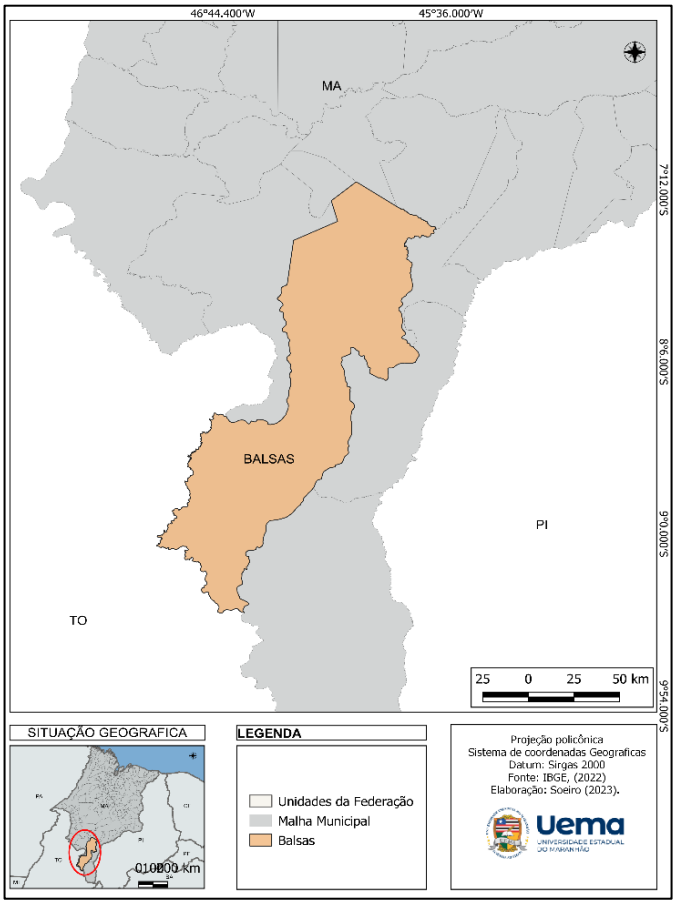
Diante deste contexto, o presente artigo tem como objetivo geral compreender o desmatamento ao longo dos períodos de 2002-2006, 2008-2012 e de 2013-2017 no município de Balsas – MA e sua relação com o agronegócio, utilizando Geotecnologias que trabalhem como ferramentas na Identificar a perda da vegetação ao longo dos períodos de 2002-2006, 2008-2012 e de 2013-2017 no município de Balsas – MA utilizando o Geoprocessamento como ferramenta.

Assim como observar se há relação entre a perda da vegetação e o avanço do agronegócio e seus meios de retirada da vegetação ao longo dos períodos de 2002-2006, 2008-2012 e de 2013-2017 no município de Balsas – MA. E por fim, apontador em qual período o município de Balsas apresentou maior quantitativo de desmatamento dentre os anos delimitados na pesquisa.

Caracterização da Área de Estudo

O município de Balsas fica localizado na Mesorregião sul maranhense, essa região se estende por 13.141,7 km2, onde, de acordo com o último censo demográfico, possuí 94.887 habitantes. Detém as seguintes coordenadas geográficas segundo o Google Earth Pro, é de 7°32’00.52’’ S 46°02’26.41 O e elevação de 218m. Entretanto, o município de Balsas na qual possui o bioma cerrado, tem uma localização geográfica estratégica, pois, é cortada por cinco rodovias, sendo elas; a transamazônica, BR 320, BR 240, MA 140 e BR 324; além disso, fica entre dois estados que é o de Tocantins e Piauí como se pode observar na figura 1 abaixo, que é o mapa de localização desse estudo e fica a 848,2 km de distância de São Luís que é a capital do estado do Maranhão.

Figura 1 - Mapa de Localização do Município de Balsas.



Fonte: dos autores (2023).

Contudo, para o IBGE, a história de Balsas começou no porto de caibras, que fica no rio de Balsas, na qual era o melhor ponto de acesso para as fazendas de Riachão fazendo com que houvesse movimentação contínua de viajantes, e consequentemente, que que houvesse o interesse pelo local, fazendo com que houvesse migrações para Balsas. Todavia, a ocupação da região de Balsas ocorreu em um primeiro momento pela procura de terras disponíveis para a criação de gado solto e foi só a partir 1970 que o município teve algumas transformações.

As transformações que ocorreram no município de Balsas, foram os incentivos governamentais de ocupação da fronteira agrícola, devido a esse incentivo governamental pode-se constatar fluxos migratórios, na qual segundo Gomes Rocha (2009) os principais migrantes para as terras de balsas eram os sulistas e traziam consigo novas formas de trabalhar com a terra pois era baseadas em novas tecnologias avançadas e com isso, culminando no processo de agricultura moderna. O avanço tecnológico e a modernização da agricultura, nos anos 1970, tornaram o Cerrado e a Amazônia Legal maranhenses atrativos às novas frentes de expansão agrícola, em detrimento das populações tradicionais (TERRA,2019 p.171).

Entretanto, o cultivo de grãos teve um grande destaque na produção de soja, na qual se expandiu rapidamente, esse efeito de expansão foi devido aos incentivos governamentais sendo eles indiretos ou diretos. Sendo assim:

> Especialmente no que se refere a investimentos, e as parcerias estabelecidas entre o Estado e a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e a Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), visando ao desenvolvimento de novas variedades de cultivares de soja adaptadas às condições da região e à utilização da Estrada Ferroviária de Carajás (EFC) no escoamento da produção através do Porto de Itaqui, o que colocou a região em destaque na sojicultura (TERRA, 2019, p.171).

Consequentemente, Balsas é o terceiro município do estado do Maranhão que possui a maior extensão territorial do estado, na qual, se concentra um grande número de empreendimentos fazendo com que haja uma maior territorialização e espacialização do agronegócio. No entanto, a modernização juntamente com agronegócio no município já exposto anteriormente, trouxe consigo grandes consequências como o aumento da violência; a expulsão de camponeses; conflitos entre supostos donos das terras; desmatamentos; queimadas e a degradação do bioma cerrado.

Além disso, o processo de modernização trouxe alguns benefícios voltados para economia do país e acabou se expandindo para os demais estados do Nordeste. Com isso:

> O cultivo da planta baseado em tecnologias modernas, se iniciou nos anos 1970 no sul do Brasil, expandiu-se em direção às demais regiões do país, ocupou áreas do cerrado e da pré-Amazônia, dando continuidade ao que se chamou a marcha da soja (TERRA, 2019, p.175).

Outrossim, o município de Balsas, faz parte do MATOPIBA que é uma fronteira agrícola na qual engloba áreas formadas pelo cerrado, nos estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, um dos indicadores para a delimitação do MATOPIBA, foi a presença dos chapadões tropicais com cerrados, mata de galeria e os solos ácidos; além disso, as características dessa pratica agrícola são os insumos químicos; o maquinário tecnológico; monocultura extensas e outros.

Segundo BOTELHO (2021, p.8) “A microrregião Gerais de Balsas foi o primeiro subespaço do Maranhão a cultivar a soja nos moldes da agricultura científica globalizada e assumiu o protagonismo no processo de regionalização produtiva.”

Nesta conjuntura, o município de Balsas é uma das cidades principais do MATOPIBA, na qual a sua principal produção é pautada na soja de produção nacional, e logo atrás vem o milho e o algodão, sendo o maior produtor de grãos do estado do Maranhão e pelo MATOPIBA o estado do Maranhão ocupa a terceira posição.

Procedimentos Metodológicos

Levantamento bibliográficos e cartográficos

Foram realizados levantamentos em diferentes portais eletrônicos para fundamentação teórica, além de teses, livros, dissertações, monografias e revistas relacionados ao tema proposto.

Mapeamento

A captação de dados que compõem esse projeto se transcorre a partir das bases do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais o INPE, sendo a principal fonte de dados a plataforma TerrasBrasilis, que é responsável por constituir, organizar e apresentar o acesso de dados geográficos gerados por monitoramento e sensoriamento remoto. Foram utilizados dados da plataforma PRODES Cerrado, que é responsável por espacializar dados de desmatamento no cerrado brasileiro. Para a confecção de mapas utilizou-se o software Quantum Gis (*Qgis*) versão 3.16.12.

Esta pesquisa considerou ainda os dados do Programa de Monitoramento do uso e Cobertura da Terra do IBGE, que compreende uma série histórica de 2000 à 2020 e que demonstra os principais usos da terra. Tal informação subsidia a identificação de um novo uso da terra em detrimento de uma supressão vegetal.

Análise comparativa

Foram elaborados tabelas e mapas que estão neste trabalho com o intuito de cumprir o último objetivo da pesquisa, que consiste em apontar em qual período o município de Balsas apresentou maior índice de desmatamento dentre os anos delimitados na pesquisa.

Resultados e Discussões

O desmatamento tem sido o principal causador da devastação de boa parte das florestas no Brasil e no mundo. Segundo o Instituto Nacional de Pesquisa Espacial (INPE), o desmatamento em áreas como a Amazônia Legal cresce em média cerca de 20.000 km por ano, configurando-se uma das duas principais ameaças a biodiversidade.

No Brasil, a expansão da malha urbana, a exploração da madeira, as queimadas e o aumento do agronegócio têm colaborado de maneira significativa para o aumento dos indicies de desmatamento nos últimos anos.

Diante dessas problemáticas é de suma importância o debate sobre tais fatores e as consequências disso em todas as escalas (ARRAES, MARIANO e SIMONASSI, 2012). Mesmo com diversas políticas de preservação ambiental, o Brasil ainda é destaque quando o

assunto é degradação ambiental, isso pode ser explicado pelo fato de tais políticas serem negligenciadas pelo poder público.

No Maranhão, o bioma cerrado vem sendo afetado em larga escala como desmatamento em função da expansão do plantio de grãos em especial da soja no município de Balsas.

Balsas é um dos municípios que mais exportam soja, para atender tal demanda, os produtores tem aumentado suas áreas de cultivo nos últimos anos, colaborando de forma significativa com o PIB local, no entanto, o aumento da produção deste e outros grãos tem trazido consigo um aumento nos indicies de desmatamento de grandes áreas do cerrado maranhense. As consequências do desmatamento vêm causando danos ao cerrado, trazendo fragmentação de habitats, desequilíbrio no ciclo do carbono e degradação dos ecossistemas.

Ciclo de 2002 - 2006

Compondo o primeiro ciclo das análises do desmatamento no município Maranhense de Balsas, os anos de 2002 - 2006 apresentam um panorama vasto de usos que determinaram de forma expoente os índices de desmatamento quantificados. Neste sentido, leva-se em consideração toda a conjuntura agroindustrial em que o município de Balsas está integrado, e por isso considera-se uma diversidade de aspectos que relacionam ao desmatamento iniciado no final do século XX.

A partir da década de 70, o cerrado brasileiro passou a ser alvo direto de exploração agrícola devido à necessidade de uma maior produção por conta do aumento das exportações agrícolas, que se tornou um dos maiores motivos para expansão do agronegócio no país e consequentemente, do aumento do desmatamento no cerrado (PRODES, 2019).

Nesta conjuntura, a percepção do quantitativo produzido dos produtos da cultura agrícola apresentam índices expoentes que apresentados na figura 2**.**

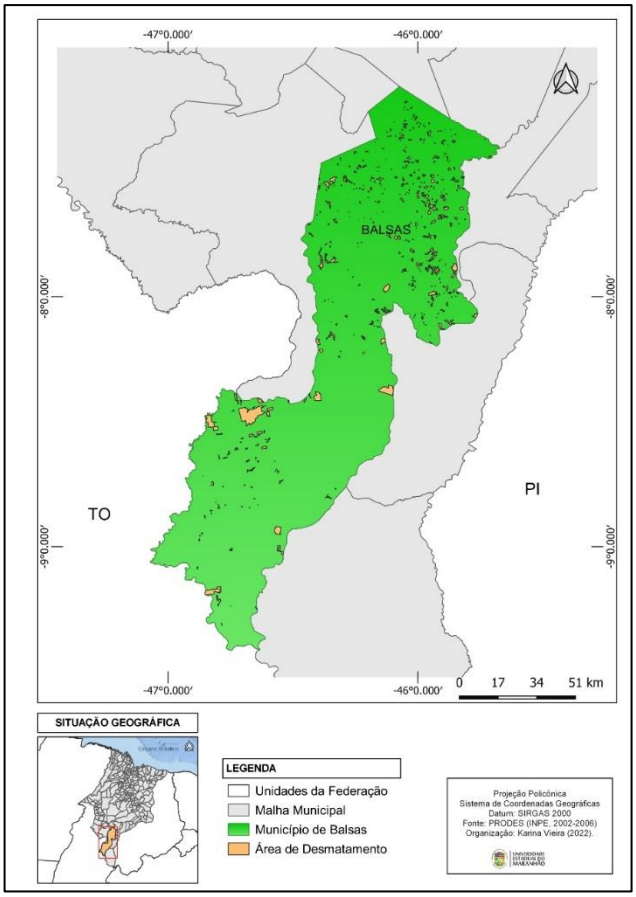
Segundo dados da plataforma TerraBrasilis, o ano de maior média anual deste ciclo quantitativo por área desmatada é o ano de 2004 com uma média anual de 232,53 km², sendo principal causador a expansão da produção das commodities agrícolas, inicializado em Balsas ao final da década de 90.

Contudo, a principal commodity produzida na região é a soja, onde sua quantidade produzida é de 1.201.442 neste primeiro ciclo da pesquisa, além de uma área de soja colhida de 479.637 por hectare o que compõe o maior índice de área desmatada dentro dos ciclos estabelecidos na pesquisa com um total de 98.864,67 km².

Entretanto, o processo de monitoramento do cerrado se demonstra deficitário desde sua captação até a disponibilidade de seus dados, onde o primeiro ano de monitoramento do cerrado, segundo o INPE (2018) é iniciado em 1985, mas a disponibilidade de tais dados só

acontece pela primeira vez no ano de 2002, o que dificulta todo o processo de análise e apresenta uma configuração inadequada do quantitativo necessário para as análises do desmatamento do bioma Cerrado.

Figura 2 - Mapa de Desmatamento em Balsas no ciclo de 2002 a 2006.



Fonte: Dos autores (2022).

Ciclo de 2008 - 2012

Compondo o segundo ciclo, a maior média anual de desmatamento está para o ano de 2008 com uma média de 144,28 km² dado que demonstra uma diminuição pertinente por área desmatada, segundo dados da plataforma TerraBrasilis.

O panorama do desmatamento no município de Balsas apresenta índices menos preponderantes, relacionado a fatores como a não necessidade de desmatar novamente, visto que outrora já esteve degradada para a produção da soja, principal commodity produzida com um quantitativo de 1.845.064 neste ciclo, fator crucial na percepção da diminuição por área desmatada que chega a seu menor índice com uma área de 54.876,65 km² apresentado na figura 3.

Entretanto, esta percepção pode ser equivocada quando espacializada no mapa, visto uma fragmentação grande relacionada ao desmatamento neste ciclo. Com isso, a dificuldade

do monitoramento dos dados no Cerrado é um dos principais fatores, além da falta de disponibilidade dos dados de desmatamento pelo INPE por um ciclo de três anos.

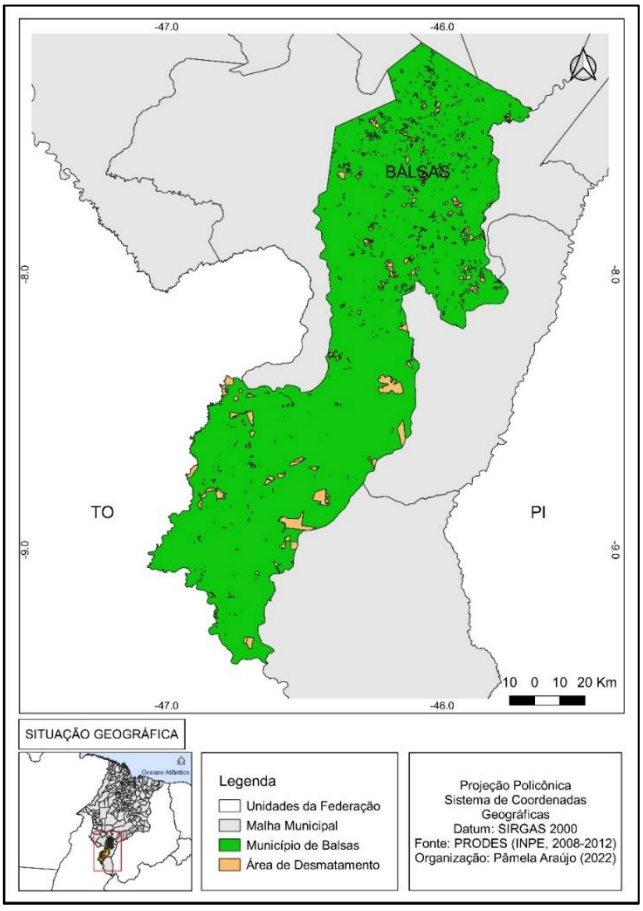
Todavia, a introdução de programas de combate ao desmatamento também é um dos fatores que justifiquem quantitativos menores, um deles é o PPCerrado (Plano de ação para a prevenção e controle do desmatamento e das queimadas). Iniciado em 2009 foi um projeto de fiscalização ao bioma que trabalhou com as devidas punições a crimes no cerrado, além de trazer a inicialização da cultura do manejo adequado a bioma.

Em 2009, o desmatamento no cerrado foi de 7.637 km², o que representa uma redução de 46,1%, e, em 2010, foi de 6.469 km², reduzindo mais 15,3% (MMA, 2010).

Entretanto, esses quantitativos não representam diminuição no estado do Maranhão sendo o estado que mais desmatou neste ciclo além do município de Balsas possuir grande influência, fazendo o caminho contrário a redução dos outros estados que compõem o bioma.

Portanto, entende-se que este ciclo passa por diversas alterações, porém a dificuldade no monitoramento é um dos principais fatores de distorção na proporção do ciclo preterido, constatando um mapa divergente da possível realidade do desmatamento no município de Balsas dentre os anos de 2008 a 2012.

Figura 3 – Mapa de desmatamento em Balsas no ciclo de 2008 a 2012.



Fonte: Dos autores (2022).

Ciclo de 2013 - 2017

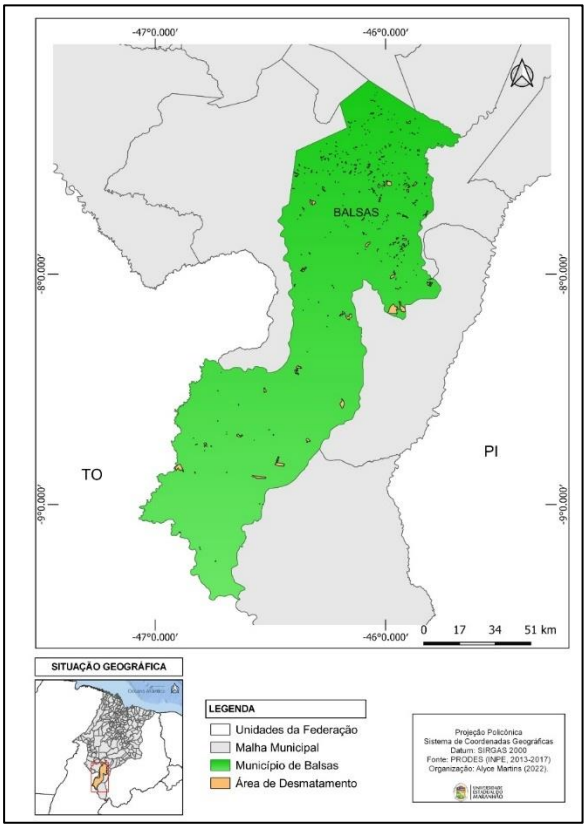
Compondo o terceiro ciclo, a maior média anual do desmatamento no município de Balsa dentre os anos de 2013 - 2017 é o ano de 2014, com uma média de 201,81 km² segundo o incremento anual da plataforma TerraBrasilis.

Neste sentido, o mapa da figura 4 apresenta um quantitativo menor de fragmentação do desmatamento, percepção que pode ser atrelada ao quantitativo de produção da soja deste ciclo, chegando ao seu maior índice com o total de 2.085.404 hectares, mas o quantitativo do desmatamento se manteve estável com uma área aproximada de 61.163,76 km².

Medidas que trabalham a promoção do manejo sustentável e atividades agropecuárias sustentáveis foram implantadas como projetos do plano de ação para prevenção e controle do desmatamento neste ciclo, o que trouxe desenvolvimento sustentável a diversas proporções do cerrado (MMA, 2016).

Relacionado aos usos no município, segundo dados do IBGE, o final da década de 2010 apresenta um crescimento exponencial nas pastagens com manejo e crescimento da silvicultura, fatores que determinaram uma diminuição no desmatamento na região, uma vez que essas áreas já foram desmatadas e não precisam de um novo desflorestamento.

Figura 4 – Mapa de desmatamento em Balsas no ciclo de 2013 a 2017.



Fonte: dos autores (2022).

Nesta conjuntura, se observou que o quantitativo por área desmatada no município de Balsas oscilou durante os ciclos analisados. Neste sentido, o primeiro apresenta uma alta

expoente, sendo reflexo dos usos durante as últimas décadas na região. Já para o ciclo seguinte se observou uma baixa expressiva e por fim um pequeno aumento de área desmatada, de acordo com PRODES Cerrado (2023). Podendo ser acompanhado no quadro 1.

Quadro 1 – Quantitativo de área desmatada por ciclo.

ÁREA DESMATADA EM BALSAS – MA		
2002 – 2006	**2008 – 2012**	**2013 – 2017**
98.864,62 km²	54.876,65 km²	61.163,76 km²

Fonte: PRODES Cerrado (2023).

Consideração Finais

Durante o início da realização da pesquisa, a obtenção de dados demonstrou-se como um problema a ser superado, com o processo de aquisição de dados, verificou-se que o PRODES, que foi a principal plataforma utilizada para a elaboração dos mapas, não apresentava informações dos anos de 2003, 2005, 2007 e 2011, interferindo diretamente na analise a ser desenvolvida durante a pesquisa e atrasando o processo de elaboração dos mapas aqui apresentados.

Mesmo diante de tais problemas, de acordo com os intervalos escolhidos para a análise da pesquisa, foi possível identificar que os maiores quantitativos de desmatamento foram o ciclo de 2002 a 2006. Onde, o baixo percentual nos outros períodos pode ser explicado principalmente pela falta de dados neste intervalo.

Concluísse que os processos que desenvolveram o desmatamento no município de Balsas, estão majoritariamente ligados a expansão do agronegócio na região. Dando destaque para a produção de soja no município, este que possui a terceira posição de maior produtor de grãos do MATOPIBA e um dos maiores em desmatamento e degradação do bioma Cerrado no estado do Maranhão.

Com isso, se observa que a expansão de uma das principais fronteiras agrícolas brasileiras, desenvolveu ao longo de décadas grandes processos de desenvolvimento econômico para o estado do Maranhão. Porém, todo esse desenvolvimento agroexportador, traz consigo toda uma estrutura de transformação dos usos da terra.

Nesta conjuntura, se percebe que o desenvolvimento de usos como pastagem, área agrícola, área artificial e silvicultura se comportam como as principais classes que se expandiram e retiraram a cobertura vegetal do bioma Cerrado no município de Balsas, condicionando graduais processos de desmatamento.

Agradecimentos

A Universidade Estadual do Maranhão pela estrutura e suporte necessário ao aprimoramento e desenvolvimento desta pesquisa. A todos os envolvidos no desenvolvimento deste trabalho em especial as coautoras: Pamela Araújo, Alyce Martins e Karina Vieira. E por fim, ao prof. Me. Fabrício Silva e a Mestranda Juciana Souza, pelo suporte e apoio ao desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

ARRAES, Ronaldo de Albuquerque e, MARIANO, Francisca Zilania e SIMONASSI, Andrei Gomes Causas do desmatamento no Brasil e seu ordenamento no contexto mundial. Revista de Economia e Sociologia Rural[online], v. 50, n. 1, pp. 119-140, 2012.

Assis, L. F. F. G.; Ferreira, K. R.; Vinhas, L.; Maurano, L.; Almeida, C.; Carvalho, A.; Rodrigues, J.; Maciel, A.; Camargo, C. **TerraBrasilis: A Spatial Data Analytics Infrastructure for Large-Scale Thematic Mapping**. ISPRS International Journal of Geo-Information. 8, 513, 2019. DOI: 10.3390/ijgi8110513

BOTELHO, Ricardo; Agronegócio globalizado no MATOPIBA maranhense: análise da especialização regional produtiva da soja. **Espaço e Economia. Revista brasileira de geografia econômica**, n.21,2021.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado: 1ª fase (2010-2011) – PPCerrado. Brasília: MMA, 2010.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado: 2ª fase (2014-2015) – PPCerrado. Brasília: MMA, 2014.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Plano de ação para prevenção e controle do desmatamento e das queimadas no Cerrado: 3ª fase (2016-2020) – PPCerrado. Brasília: MMA, 2016.

CÂMARA, Gilberto. DAVIS, Clodoveu. MONTEIRO, Antônio M. V. Introdução à Ciência da Geoinformação. INPE-10506-RPQ/249, São José dos Campos, 2001.

DE: **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE)**, 2017. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/balsas/historico. Acesso: 29/09/2022.

Especial: G1 refaz a rota de "Bye Bye Brasil" - Balsas (MA). Globo.com. Disponível em:<http://g1.globo.com/brasil/caminhos-do-brasil-caravana-g1/balsas/platb/>.Acesso em: 25 nov. 2022.

FALCÃO, Mário P.; NOA, Micas. Definição de Florestas, Desmatamento e Degradação Florestal no âmbito do REDD+. 2016.

FAVERIN, Victor. **Reis do Matopiba: quais municípios mais produzem sojana região?** Canal Rural. Disponível em:<https://www.canalrural.com.br/projeto-soja brasil/municipiosmaisproduzemsojamatopiba/#:~:text=Neste%20rol%2C%20a%20Bahia%20lidera,entre%20um%20ciclo%20e%20outro.>. Acesso em: 26 nov. 2022.

Globo.com G1 Maranhão, 2022. Disponível em: https://g1.globo.com/ma/maranhao/noticia/2022/01/07/balsaseomunicipiodomaranhao-que-mais-desmatou-o-cerrado-no-ultimo-anoapontaipam.ghtml. Acesso:29/09/2022.

GOMES ROCHA, Brasil. Boletim Goiano de Geografia. v. 29, n. 1, p. 73–86,2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3371/337127151006.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2022.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-Ibge.gov.br. Disponível em:< https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/balsas/historico>. Acesso em: 26 nov.2022.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. COORDENAÇÃO GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA. PRODES – Incremento anual de área desmatada no Cerrado Brasileiro. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/cerrado. Acesso em: 18 jul. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. COORDENAÇÃO GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA. TerraBrasilis. Disponível em: http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/. Acesso em: 18 jul. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. COORDENAÇÃO GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA. DETER – Alertas de desmatamento no Cerrado Brasileiro. Disponível em: http://www.obt.inpe.br/cerrado. Acesso em: 18 jul. 2023.

Jr. Davis, C. A. **Geoprocessamento: dez anos de transformações.** Granemann, E. Z. (editor) Geoinformação: Passado, Presente, Futuro. Editora Espaço Geo, Curitiba (PR), 2001.

KLINK, Carlos A.; MACHADO, Ricardo B. A conservação do Cerrado brasileiro. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 147-155, 2005.

LIMA, Elaine Carvalho de; LIMA. Érica Priscilla Carvalho de; EVAS. Inauro Mano; SANTOS. Vinicius Gonçalves Dos. Impacto do mercado de soja nos municípios de Formosa do Rio Preto (BA), Balsas (MA) e Uruçuí (PI). Revista de Economia da UEG. Vol. 13, N.º 1, jan/jun. 2017.

MAURANO, Luís Eduardo P.; DE ALMEIDA, Cláudio Aparecido; MEIRA, Maurício Braga. Monitoramento do desmatamento do cerrado brasileiro por satélite PRODES, cerrado. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,** p. 191-194, 2019.

MMA, O Bioma Cerrado. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado/>. Acesso em: 14 dez. 2022.

MONITORAMENTO da cobertura e uso da terra do Brasil: 2018/2020 /IBGE, Coordenação de Meio Ambiente. - Rio de Janeiro: IBGE, 2022. 39 p.: il. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura-e-uso-da-terra/15831-cobertura-e-uso-da-terra-do-brasil.html?=&t=publicacoes Acesso:08/11/2022.

PRODES. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Coordenação Geral de Observação da Terra. PRODES, 2019:incremento anual de área desmatada no Cerrado Brasileiro. 2019.Disponível em: http://www.obt.inpe.br/cerrado. Acesso em: 18 jul. 2023.

SILVA, Dievan M. Geoprocessamento Aplicado ao Desmatamento: Uma Análise Temporal do Desflorestamento no Município de Oeiras do Pará de 2000 a 2016 e a Relação com os casos de Malária, UFPA, Oeiras do Pará, 2018.

SPRING - DPI/INPE, Manuais: tutorial de Geoprocessamento – 2006. Disponível em:http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/tutorial/introducao_geo.html Acesso: 02/11/2022.

Terra, Ademir. A Disputa pelo Território: Agricultura Camponesa Versus Agronegócio no Município de Balsas Maranhão. Universidade Estadual do Maranhão. Bol. Geogr., Maringá, v. 37, n. 3, p. 170-187, 2019.

Vista do A DISPUTA PELO TERRITÓRIO: AGRICULTURA CAMPONESAVERSUS AGRONEGÓCIO NO MUNICÍPIO DE BALSAS MARANHÃO. Periodicos.uem.br.Disponível em:<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGe ogr/article/view/43625/751375150287>. Acesso em: 26 nov. 2022.

Usos da terra e conservação da biodiversidade na Bacia Hidrográfica do Rio Goitá–PE

Land uses and biodiversity conservation in the Goitá River Basin - PE

Deyse Ferreira da Silva
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
https://orcid.org/0000-0002-3671-2072
deyse.fsilva@ufpe.br

Osvaldo Girão da Silva
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
https://orcid.org/0000-0002-5797-4450
osvaldo.girao@ufpe.br

Vitória Cezário Borges dos Santos
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
https://orcid.org/0000-0002-7566-291X
vitoria.borges@ufpe.br

Deivid Damião Roque de Souza
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
https://orcid.org/0000-0003-1370-3787
deivid.roque@ufpe.br

Resumo: O uso insustentável da terra tem sido elencado como um dos principais fatores para diminuição da biodiversidade, causando consequências irreversíveis ao redor do globo. O objetivo do estudo é analisar a dinâmica da biodiversidade e sua possível conservação a partir dos usos da terra na bacia hidrográfica do rio Goitá (BHRG) – PE. Para isso foi feito um mapa de cobertura e uso da terra utilizando a base de dados de usos da terra do MapBiomas Brasil, e feito o tratamento desses dados, através do software de geoprocessamento Qgis, por meio de informações adquiridas de imagens do satélite Landsat 8. O resultado aponta que a BHRG possui usos com grande potencial de causar impactos na manutenção da biodiversidade, ocupando uma área muito superior à de cobertura vegetal natural. Tais usos que, se não manejados corretamente, oferecem grande risco de causar impactos significantes à biota da BHRG.

Palavras-chave: Diversidade biológica. Atividades antrópicas. Bacia Hidrográfica do rio Goitá-PE.

Abstract: Unsustainable land use has been listed as one of the main factors for biodiversity decrease, causing irreversible consequences around the globe. The objective of the study is to analyze the dynamics of biodiversity and its possible conservation from land uses in the Goitá River basin - PE. For this, a map of land cover and land use of the basin was made, using the MapBiomas Brazil land use database, and the treatment of these data was done, through the Qgis geoprocessing software, using information acquired from Landsat 8 satellite images. The result shows that the basin has uses with great potential to impact the maintenance of biodiversity, occupying an area much larger than the natural cover. Such uses, if not properly managed, pose a great risk of causing significant impacts to the biota of the basin.

Keywords: Biological diversity. Anthropic activities. Hydrographic basin of the river Goitá-PE.

Introdução

O conceito de cobertura da terra está relacionado ao biofísico da superfície terrestre e seu subsolo imediato, e é definido como o conjunto de elementos na natureza: a vegetação, água, gelo, rocha, areia etc. (Von Ahan, Santos e Simon, 2016). Já o termo uso da terra está

relacionado às atividades realizadas pelo ser humano e é definido como: intervenções antrópicas em um determinado tipo de cobertura terrestre para nele realizar modificações, produzir ou manter seu estado (Souza, 2010). Ainda segundo a autora, as atividades antrópicas sob a cobertura do solo geram inúmeros impactos, desde a qualidade do solo, à biodiversidade em si.

Os diferentes usos da terra podem causar diferentes impactos na biodiversidade. A primeira Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros ocorreu entre 1998 e 2000 na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), o documento possui a identificação das áreas prioritárias para conservação e avaliação dos fatores que condicionam, para assim traçar planos que conduzam a melhor utilização da diversidade biológica brasileira (Coelho et al., 2018).

De acordo com Lima et al (2011), o uso e ocupação da terra tem ligação direta com a manutenção da biodiversidade. A história do território brasileiro é pautada no processo de colonização exploratória de seus recursos naturais, o que afeta desde então gravemente a qualidade e disponibilidade dos mesmos. Essa exploração predatória, principalmente no litoral do país, resultou em problemas ambientais, como a extinção de espécies da fauna e da flora.

No estudo a respeito da conservação das paisagens de uma área é necessário levar em conta alguns aspectos importantes para preservação dos processos geradores e mantedores da biodiversidade: conhecimento humano sobre a utilização das espécies; as experiências de uso da terra; a perturbação antrópica dos ecossistemas, e o processo histórico que é responsável pelas características atuais das paisagens (Bensuan, 2006). Para Von Ahan et al. (2016), existe um consenso de que as alterações provocadas pelo uso da terra são as principais causadoras de mudanças ambientais locais, regionais e globais.

Tais consequências supracitadas têm alterado não só a biota, mas também o clima e a geodiversidade, pois o uso insustentável da terra tem causado mudanças rápidas em cerca de 60% do ecossistema global e como consequência a biodiversidade está sendo afetada em ritmo acelerado, com perdas irreversíveis (Santos, 2011).

Pesquisas em conservação vem produzindo um acervo importante de conhecimentos a respeito dos efeitos dos diferentes usos da terra em volta do globo. As florestas tropicais são afetadas pela exploração dos recursos como a madeira, construção de estradas e rodovias, expansão das fronteiras agrícolas, o que acarreta da perda e fragmentação de habitats, reduzindo drasticamente o tamanho das populações de espécies vegetais e animais (Tabarelli e Gascon, 2005).

O termo bacia hidrográfica é definido como uma área natural de captação da chuva, composta por um conjunto de vertentes e uma rede de drenagem que converge para um único

ponto de saída: o exutório (Porto e Porto, 2008). A compreensão das bacias hidrográficas como agente importante na proteção da biodiversidade é fundamental para manutenção do ecossistema (Molisani et al., 2019), pois trata-se de um ente sistêmico que engloba um cenário de grande fluxos e interações entre clima, solo, topografia, vegetação, material geológico, fauna etc.

Bacias hidrográficas são consideradas como uma unidade do ecossistema onde podem ser observadas relações entre fatores bióticos e abióticos, e que qualquer perturbação nesse sistema aberto, pode acarretar em impactos que podem comprometer essa dinâmica de funcionamento (Teodoro et al., 2007; Santos et al., 2019; Lima et al., 2011; Cazula e Mirandola, 2010). Como área de análise, as bacias podem oferecer essa vantagem, uma vez que podem ser analisadas sob uma ótica em que todos os elementos da paisagem são integrantes e interagem entre si (Souza, 2019).

A lei brasileira de n° 9.433, chamada Lei das Águas, de 1997, institui a bacia hidrográfica como unidade de planejamento territorial para a gestão dos recursos hídricos, se restringindo apenas às questões da água (Lengler, 2012), entretanto o uso inadequado dos recursos naturais dentro do compartimento da bacia hidrográfica tem causado complicações para o meio ambiente e para a sociedade, provocando alterações na biodiversidade e não só da água (Lima et al., 2011).

A Bacia Hidrográfica do rio Goitá (BHRG) é um importante tributário do rio Capibaribe. Seus recursos hídricos possuem grande importância socioeconômica, sendo responsável por abastecer as principais fontes de água potável para as comunidades dos municípios em que perpassa (Silva, 2003; Santos et al, 2018). Compreendendo a bacia como um sistema ambiental, é de suma importância uma análise dos usos da terra em interface com a biodiversidade, por meio de uma análise bibliográfica.

Diante disso, o objetivo geral do estudo em tela é analisar a dinâmica da biodiversidade e sua possível conservação a partir dos usos da terra na bacia hidrográfica do rio Goitá – PE. São objetivos específicos: Realizar um mapeamento da cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do Rio Goitá-PE; e discutir como os usos da terra podem ou não afetar a conservação da biodiversidade da área de estudo.

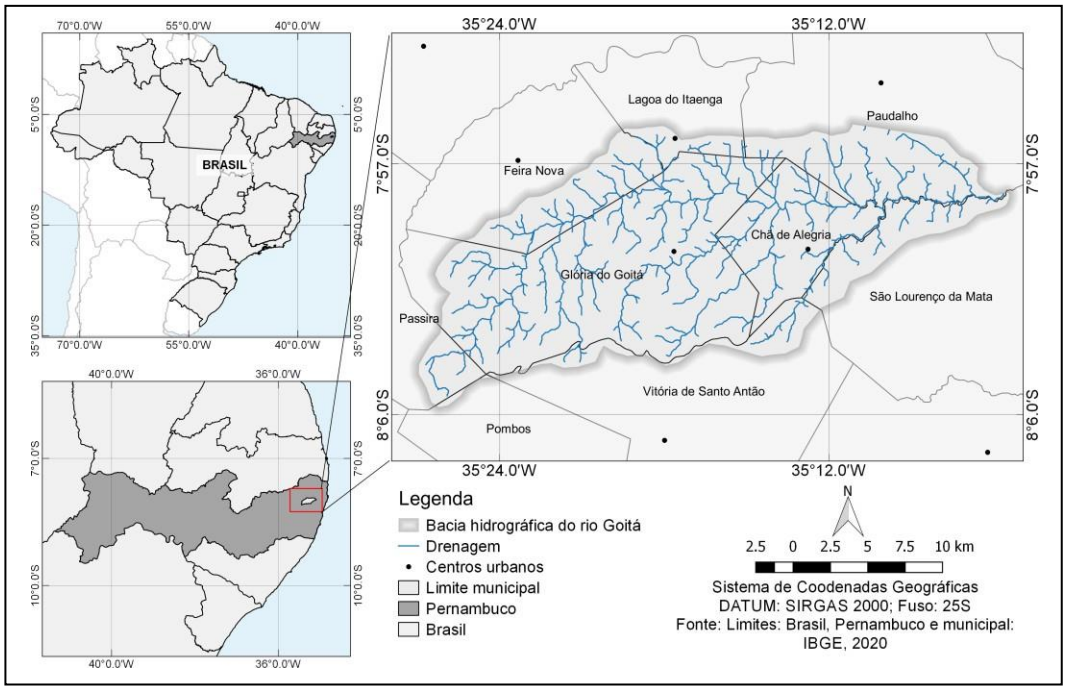
Material e métodos

Caracterização da área de estudo

A BHRG (Figura 1) drena uma área em torno de 418 km2, sendo uma das maiores sub-bacias na margem direita do rio Capibaribe, estando inserido em sua totalidade em território pernambucano. Tem sua nascente no município de Passira, nas coordenadas geográficas: -35º25’55.200’’ e -8º5’20.400’’ a aproximadamente 300 metros de altitude e

deságua no rio Capibaribe nas coordenadas -35º5’38.400’’ e -7º58’4.800’’ no município de Paudalho.

Figura 1 - Mapa de localização da Bacia Hidrográfica do rio Goitá – PE.



Fonte: Os autores (2023).

A BHRG abrange os municípios de: Glória do Goitá (197 km2), Chã de Alegria (58 km2), Paudalho (54 km2), Lagoa de Itaenga (10 km2), Feira Nova (38 km2), Pombos (1 km2), Vitória de Santo Antão (18 km2), Passira (12 km2) e São Lourenço da Mata (30 km2). Estes municípios encontram-se nas mesorregiões da Metropolitana do Recife, a do Agreste de Pernambuco e a da Zona da Mata de Pernambuco, estando sob influência de diferentes tipos de domínios climáticos, mas predominantemente sob domínio As’, Clima tropical quente e úmido, com chuvas de inverno antecipadas no outono, segundo a classificação de Köppen (Medeiros et al., 2021).

Segundo dados do Zoneamento Agroecológico de Pernambuco (ZAPE, 2001) os solos predominantes na área em estudo são: Argissolos vermelhos e amarelos, Gleissolos, Latossolos vermelhos e amarelos, Luvissolos e Planossolos. De acordo com a última atualização do MapBiomas (2020), o uso e cobertura da terra na área da BHRG é, predominantemente, de lavoura temporária, pastagem e cultivo de cana-de-açúcar, e outros demais: floresta (Mata atlântica), formação savânica, corpos d’água e áreas urbanas.

Os recursos hídricos presentes na BHRG possuem grande importância socioeconômica, sendo responsáveis por abastecer as principais fontes de água potável para as comunidades dos municípios em que perpassam, como a barragem Goitá, localizada no

município de Glória do Goitá, com capacidade total avaliada em 35.380.000 m3 (Silva, 2003; Santos et al., 2018). Além de abastecimento, os seus recursos hídricos possuem papel importante na irrigação, cultivo da mandioca e da macaxeira (aipim), da cana-de-açúcar, seguido por outras culturas como feijão, milho, inhame, frutíferas, horticultura, além de áreas de pastagem (Pimentel e Vital, 2008). Todavia, a agricultura e ocupação desordenada das terras se deu à custa de intensas modificações na paisagem natural nos territórios municipais e, por conseguinte, da área da bacia hidrográfica, com desmatamento expansivo da vegetação natural (Gambá, 2012).

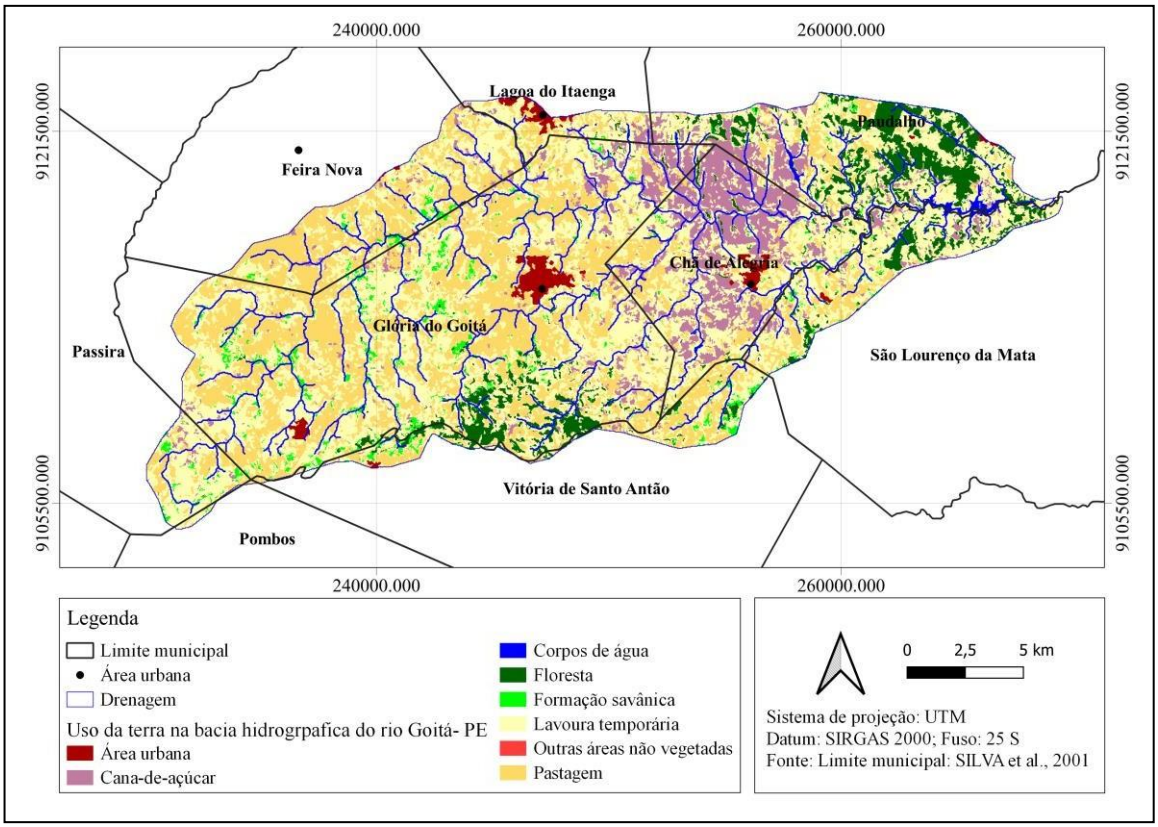
Metodologia

Para realização do mapeamento de cobertura e uso da terra da BHRG foi utilizado a base de dados de cobertura e usos da terra do MapBiomas Brasil (2020) (https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR) e por meio da ferramenta de pesquisa no portal Earth Explorer (https://earthexplorer.usgs.gov/), foram selecionados os municípios em que a bacia perpassa e feito o download da shapefile. Os mapas do MapBiomas têm escalas de até 1:100.000 e são gerados a partir de imagens do satélite LANDSAT 8, com resolução espacial de 30 metros. Assim, cada pixel das imagens é classificado, entre 27 classes de uso da terra. Após o download, todo o processo de tratamento destes dados fora executado através do software de geoprocessamento gratuito Qgis, onde foi feito o recorte da área da bacia dentro da shape dos municípios, obtendo assim os dados estatísticos em forma valores das áreas para cada classe existente na área de estudo. Os valores correspondentes foram interpretados na legenda que o próprio MapBiomas disponibiliza na plataforma e por fim nomeado as classes de uso e cobertura do solo para a BHRG.

Resultados e discussão

Observou-se na BHRG (Figura 2) os seguintes tipos de cobertura e uso da terra: Corpos d’água, Formação savânica, Floresta, Área urbana, Cana-de-açúcar, Lavoura temporária e pastagem; descritas conforme Belmonte (2018) na Tabela 1.

Figura 2 – Cobertura e uso da terra na Bacia Hidrográfica do rio Goitá – PE.



Fonte: os autores (2023).

Tabela 1 – Cobertura e uso da terra na Bacia Hidrográfica do Rio Goitá – PE.

Cobertura e uso da terra	Área (km²)	(%)	Descrição
Corpos de água	2	0,5	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.
Formação savânica	11	3	Estrato arbóreo e arbustivo-herbáceo definidos (Cerrado sentido restrito, denso, típico, ralo, rupestre e parque cerrado).
Floresta	31	7,5	Vegetação com predominância de espécies arbóreas, comformação de dossel contínuo (Mata ciliar, Mata de Galeria,Mata Seca e Cerradão), além de florestas estacionais e semidecíduas.
Área urbana	6	1,5	Vias, estradas e construções.
Cana-de-açúcar	43	10	Cultivo de cana-de-açúcar
Lavoura temporária	186	44,5	Áreas cultivadas com cultura de soja, milho, inhame, mandioca ou outras culturas de curta ou média duração.
Pastagem	139	33	Pastagem naturais ou plantadas, ligadas a atividadesagropecuárias.

Fonte: Adaptado de Belmonte (2023).

A classe de uso da terra de maior incidência foi a de lavoura temporária, ocupando 44,5 % da área total, seguida por pastagem com 33%, cana-de-açúcar com 10% e área urbana com 1,5%. Já de cobertura da terra, temos floresta com 7,5 % da área, formação savânica com 3% e corpos d'água com 0.5 %. Observa-se que usos da terra estão em maioria na bacia, com 89% do total da área, indicando uma intensa degradação ambiental e alteração da biodiversidade devido às ações antrópicas serem predominantes à cobertura da terra.

Pode-se observar na figura 2 que quase não existe fragmentos de mata ciliar e o que resta de floresta está no médio e baixo curso da BHRG, havendo apenas pequenas porções de formações savânicas espalhadas em toda área. A pequena porcentagem da somatória de floresta e formação savânica exemplifica a degradação da cobertura vegetal (Santos et al., 2020; Batista, 2022). Um dos motivos para a diminuição da cobertura vegetal é o processo de crescimento urbano que, apesar de pequeno na área de estudo, o uso de área urbana contribui no aumento da utilização de materiais naturais para expansão das cidades, retirada da vegetação e, consequentemente, diminuição da biota.

De acordo com Overbeck et al. (2015), a Mata Atlântica fornece serviços ecossistêmicos essenciais por abrigar alta biodiversidade, essencialmente por muitas das espécies serem endêmicas. A preservação dela é de suma importância, pois ela possui um papel de manter e preservar os recursos ecológicos, conservação da biodiversidade ao abrigo e proteção de espécies nativas (Oliveira e Wolski, 2012). A não preservação destes ambientes implica pôr em risco essas espécies endêmicas e a biodiversidade da região. Segundo Almeida (2016), baseado nos atuais níveis de degradação desse ecossistema, acredita-se que sua biodiversidade já está comprometida, onde certamente muitas espécies já foram extintas antes mesmo de serem catalogadas. Todavia, mesmo reduzida à área atual, a Mata Atlântica colabora em muito para que o Brasil seja considerado um país de mega biodiversidade.

As formações savânicas também foram afetadas, pois a área na bacia possui apenas 3% com essa cobertura vegetal (Figura 2). O maior risco que esse bioma tem enfrentado é o da expansão agrícola e pecuária, como se pode notar na figura 2, que os poucos resquícios de formações savânicas que ainda permanecem na bacia estão circundadas por lavoura temporária e ou pastagem (Tisott e Schmidt, 2021).

O elevado índice de lavoura temporária (Figura 2) é outro uso alarmante à biota da bacia. O rio Goitá é muito importante para economia dos nove municípios que engloba, pois fornece água para criação de animais e para irrigação de agricultura, tendo o cultivo da mandioca como sendo o principal. Além da mandioca, os recursos hídricos da BHRG sustentam a irrigação de outras culturas, tais como: cana-de-açúcar, coqueiro, feijão, banana, batata doce, abacaxi, milho, algodão e agricultura de subsistência. Essa variedade de cultivos

e a ocupação desordenada das terras se deu à custa de intensas modificações na paisagem natural, com destruição da vegetação nativa (Santos et al., 2018; CPRM, 2005).

A expansão e intensificação da produção agrícola estão sempre associadas a efeitos ambientais negativos, incluindo desflorestamento, perda da biodiversidade, poluição de águas subterrâneas e erosão do solo (FAO, 2013). Assim, a sociedade enfrenta o desafio de desenvolver estratégias que reduzam os impactos ambientais negativos do uso da terra em vários serviços e escalas, mantendo os benefícios sociais e econômicos (Foley et al., 2005).

Com o uso da terra com lavouras temporárias sendo 44,5 % do território da bacia (Figura 2), o maior dentre eles, entende-se que o espaço que era originalmente coberto por florestas, cedera ao desmatamento, sendo substituídas por plantações (Santos, Piroli e Gouveia, 2021).

O cultivo de cana-de-açúcar também é bastante expressivo na bacia, com 10% da área (Figura 2), sendo ainda pior por se caracterizar como monocultura. Esse cultivo é bem marcante desde o processo de colonização do Brasil. Grande parte do litoral brasileiro foi desmatado e substituído a vegetação nativa por cana-de-açúcar. Assim se iniciou o processo de fragmentação e redução da Mata Atlântica. Ainda hoje, esse processo continua atuante; dados recentes apontam uma constante redução da cobertura florestal no litoral brasileiro (Paniazza, Rocha e Dantas, 2009).

Ainda no contexto Brasil colônia, outro ciclo econômico que corroborou ao desmatamento da floresta foi o do gado com a prática da queima de áreas de floresta para ampliação das pastagens (Pereira et al., 2016). Diferente da cana-de-açúcar, a agropecuária se estabeleceu mais ao interior no país, que, de acordo com Young (2006), no período de 1985/96 foi responsável por mais de um milhão de hectares de áreas desmatadas. O que está altamente associado a outro uso frequente na área de estudo, o de pastagem, que cobre cerca de 33% (Figura 2), o segundo maior uso dentro do território da bacia. Para Sambuichi et al. (2012), por utilizar principalmente a terra e os recursos naturais em seus processos produtivos, a agropecuária impacta consideravelmente o meio ambiente, afetando direta ou indiretamente o ciclo hidrológico, o clima e a qualidade dos recursos disponíveis e consequentemente a biodiversidade.

Considerações finais

O mapeamento da cobertura e uso da terra da bacia hidrográfica do rio Goitá – PE nos mostra que a bacia possui 3 coberturas da terra: Corpos d'água (0,5 %), formação savânica (10%) e Mata Atlântica (7,5%), e de uso da terra encontra-se: Área urbana (1,5%), cana-de-açúcar (10%), lavoura temporária (44,5%) e pastagem (33%).

A partir da análise dos usos da terra da bacia hidrográfica do rio Goitá-PE é possível identificar que os usos da terra possuem elevado potencial de aceleração do processo de diminuição da biodiversidade.

Observa-se que usos da terra estão em maioria na bacia, com 89% do total da área, indicando uma intensa degradação ambiental pelas ações antrópicas e consequentemente, provocando alteração e/ou diminuição da biodiversidade.

Observa-se que são nos 18% de coberturas do solo na BHRG, que está conservado a biodiversidade, uma vez que são nessas áreas que estão preservadas as condições naturais, sem usos antrópicos que possam gerar impactos à biodiversidade em si.

Agradecimentos

Os autores Deyse Ferreira da Silva, Deivid Damião Roque de Souza e Vitória Cezário Borges dos Santos agradece à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão da bolsa de mestrado.

Referências

ALMEIDA, D. S. de; Recuperação ambiental da Mata Atlântica. Editus – Editora da UESC, Ilhéus – Bahia, 2016.

BATISTA, V. A. B. Da colonização a contemporaneidade – a exploração da Mata Atlântica: uma análise da exploração econômica e uma proposta de minimização dos impactos ambientais pelo ecoturismo. 2022. 150f. Dissertação de Mestrado - Universidade Nova de Lisboa, Portugal, 2022.

BENSUSAN, N. Conservação da biodiversidade em áreas protegidas. Editora FGV, Rio de Janeiro, 2006.

CAZULA, L. P.; MIRANDOLA, P. H. Bacia hidrográfica – conceitos e importância como unidade de planejamento: um exemplo aplicado na bacia hidrográfica do Ribeirão Lajedo/SP

– Brasil. Revista Eletrônica da Associação dos Geógrafos Brasileiros – Seção Três Lagos/MS, v. 12, n. 7, p. 101-124, 2010.

COELHO, A. S.; TOLEDO, P. M.; VIEIRA, I. C. G.; CANTO, O.; ADAMI, M.; GOMES, A. R.;

NARVAES, I. S. Impactos das mudanças de uso da terra nas áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no nordeste do estado do Pará, Brasil. Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais, v. 13, n. 1, p. 107-120, 2018.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Glória do Goitá, estado de Pernambuco.

MASCARENHAS, J. C. et al. (Orgs). Recife, CPRM/PRODEEM, 2005.

EARTH EXPLORER. Disponível em: https://earthexplorer.usgs.gov/. Acesso em: 04 de Jun. 2022.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO

statistical yearbook 2013. FAO, Roma, 2013.

FOLEY, J. A.; DEFRIES, R. ASNER, G. P.; BARFORD, C.; CARPENTER, S. R.; CHAPIN, F. S.; COE, M. T.; DAILY, G. C.; GIBBS, H. K.; HELKOWSKI, J. H.; HOLLOWAY, T.; HOWARD,

E. A.; KUCHARIK, C. J.; MONFREDA, C. PATZ, J. A.; PRENTICE, C.; RAMANKUTTY, N.; SNYDER, P. Global consequences of land use. Science, v. 309, n.5734, p.570-574, 2005.

LENGLER, C.; STAMM, C. Bacia hidrográfica como Unidade de Planejamento: uma questão conceitual ou legal. Informe Gepec, v. 16, n.1, p. 60-75, 2012.

LIMA, J. A.; FAVA, R. C.; CHECOLI, C. H. B.; MARCHETTO, M. Abordagem

morfopedológica como subsídio ao entendimento da dinâmica hídrica de nascentes de cabeceira: Revisão de Literatura. Anais XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, Maceió, AL, Brasil, ABRHidro. p. 1-12, 2011.

MAPBIOMAS BRASIL. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em: 04 de jun. 2022.

MEDEIROS, R. M.; HOLANDA, R. M.; FRANÇA, M. V.; SABOYA, L. M. F.; ROLIM NETO, F.

C.; ARAÚJO, W. R.; PEREIRA, M. L. F. Classificação climática de Köppen na Zona da Mata Pernambucana – Brasil. Revista Científica Multidisciplinar, v. 2, n.5, p.1-22, 2021.

MOLISANI, M.; GUIMARÃES, L.; PETRY, A.; GONÇALVES, P.; CARAMASCHI, E.;

RANGEL, J.; FARIAS, R. ESTEVES, F. Bacia hidrográfica na interface coma proteção da biodiversidade. In: Philipi Jr, A.; Sobral, M. C. (org.). Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade. Editora Manole, 1 ed., p. 314-341, 2019.

OLIVEIRA, T. DE; WOLSKI, M. S. Importância da reserva legal para a preservação da biodiversidade. Vivências, v.8, n.15, p.40-52, 2012.

OVERBECK, G. E.; VÉLEZ-MARTIN, E.; SCARANO, F. R.; LEWINSOHN, T. M.; FONSECA,

C. R.; MEYER, S. T.; MÜLLER, S. C.; CEOTTO, P.; DADALT, L.; DURIGAN, G.; GANADE, G.; GOSSNER, M. M.; GUADAGNIN, D. L.; LORENZEN, K.; JACOBI, C. M.; WEISSER, W. W.; PILLAR, V. D. Conservation in Brazil needs to include non-forest ecosystems. Diversity and Distributions, v. 21, p. 1455-1460, 2015.

PANIAZZA, A. C; ROCHA, Y. T.; DANTAS, A. O litoral brasileiro: exploração, ocupação e preservação - um estudo comparativo entre regiões litorâneas dos estados de São Paulo e Rio Grande do Norte. Revista Ra'ega, v. 17, p.7-16, 2009.

PEREIRA, B. W. F.; MACIEL, M. N. M.; OLIVEIRA, F. A.; ALVES, M. A. M. S.; RIBEIRO, A.

M.; FERREIRA, B. M.; RIBEIRO, E. G. P. Uso da terra e degradação na qualidade da água na bacia hidrográfica do rio Peixe-Boi, PA, Brasil. Revista Ambiente & Água, v.11, n.2, p. 472-485, 2016.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. Gestão de bacias hidrográficas. USP Estudos Avançados, v. 22, n. 63, p.43-60, 2008.

SAMBUICHI, R. H. R.; OLIVEIRA, M. A. C. de; SILVA, A. P. M. DA; LUEDEMANN, G. A sustentabilidade ambienta da agropecuária brasileira: impactos, políticas públicas e desafios. Ipea, Rio de Janeiro. 53p, 2012.

SANTOS, D. S.; SCHLINDWEIN, S. L.; FANTINI, A. C.; HENKES, J. A.; BELDERRAIN, M. C. N. Dinâmica do desmatamento da Mata Atlântica: causas e consequências. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v.9, n.3, p.378-402, 2020.

SANTOS, L. B.; COELHO, A. S.; BARROS, M. N. R.; FENZL, N.; CANTO, O. VIEIRA, I. C.

G.; ADAMI, M.; GOMES, A. R. Usos da terra e conservação da biodiversidade na bacia hidrográfica do Rio Marapanim, Pará. Revista Brasileira de Geografia Física, v.12, n.3, p. 929-943, 2019.

SANTOS, L. S. dos. Estudo das alterações na cobertura vegetal ao longo de perfil topográfico, com ênfase em enclave de cerrado no Agreste Meridional de Pernambuco, Brasil. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, Brasil, 116p, 2014.

SANTOS, N. B. C; SANTOS, R. H. G. dos; SILVA, R. F. da. Aplicação da análise multivariada e da resolução CONAMA 357/2005 para análise da qualidade de água em rios de Pernambuco. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 11, n.5, p.1859-1875, 2018.

SANTOS, R. dos; PIROLLI, E. L.; GOUVEIA, I. C. M. C. Conflitos de uso da terra em áreas de preservação permanente no município de Presidente Epitácio, estado de São Paulo, Brasil. Boletim de Geografia, v. 39, p.178-194, 2021.

SANTOS, R. M. Padrão temporal e espacial das mudanças de usos da terra e cenários para a conservação da biodiversidade regional do município de São Félix do Araguaia, MT. Tese de Doutorado, Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Paulo, Brasil. 171p, 2011.

SOUZA, D. D. R de. Análise espaço-temporal do uso a terra da bacia hidrográfica do rio Jaboatão-PE. 2019. 54f. Dissertação de Trabalho de Conclusão de Curso, Instituto Federal de Pernambuco. Recife, Pernambuco, Brasil, 2019.

SOUZA, D. M. Proposta de um modelo de caracterização de impactos do uso da terra, segundo indicadores de biodiversidade, em AICV: cálculo de fatores de caracterização para ecorregiões brasileiras. 2010. 312f. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2010.

TABARELLI, M.; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. Megadiversidade, v. 1, n.1, p.181-188, 2005.

TEODORO, V. L. L.; TEIXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. Revista Brasileira Multidisciplinar, v.11, n.1, p.137-156, 2007.

VON AHAN, M. M.; SANTOS, F. C. A.; SIMON, A. L. Uso da terra, conflitos ambientais e a importância das relações entre geodiversidade e biodiversidade para a conservação da natureza. Geografia, v.41, n.1, p.131-146, 2016. https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/ageteo/article/view/11883/8177

YOUNG, C. E. F. Desmatamento e desemprego rural na Mata Atlântica. Revista Floresta e Ambiente, v.13, n.2, p. 75-88, 2006.

Assoreamento e Eutrofização do Rio Lucaia em Salvador, Bahia

Sedimentation and Eutrophication of the Lucaia River in Salvador, Bahia

Allan Sampaio Silva
Instituto Federal da Bahia - Salvador
allan_sampaio2006@hotmail.com

Resumo: O presente estudo aborda o intensificado processo de assoreamento e eutrofização do Rio Lucaia na cidade de Salvador/BA, decorrente das atividades humanas e da omissão do poder público no que tange ao correto tratamento do esgoto doméstico que é descartado diretamente nele. A população circundante convive com o mau cheiro e o risco iminente de contaminação uma vez que toda a extensão do seu leito apresenta elevados índices de coliformes fecais e elementos químicos como potássio, fósforo e nitrogênio, segundo levantamentos recentes do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Para este caso científico foi coletada uma amostra do Rio Lucaia, próximo a sua foz, contíguo ao Largo da Mariquita no bairro do Rio Vermelho, analisando essencialmente a coloração, a turbidez da água e partículas em suspensão, critérios que junto com outros são suficientes para mensurar o grau de eutrofização e a consequente poluição deste manancial hídrico.

Palavras-chave: Rio Lucaia. Assoreamento. Eutrofização. Impactos ambientais. Salvador.

Abstract: The present study addresses the intensified process of sedimentation and eutrophication in the Lucaia River in the city of Salvador, state of Bahia, resulting from human activities and the omission of the public authorities regarding the proper treatment of domestic sewage that is discharged directly into it. The surrounding population lives with the foul smell and the imminent risk of contamination, as the entire length of the river shows high levels of fecal coliforms and chemical elements such as potassium, phosphorus, and nitrogen, according to recent surveys conducted by the Institute of the Environment and Water Resources. For this scientific case, a sample of the Lucaia River was collected near its mouth, close to Largo da Mariquita in the Rio Vermelho neighborhood. The analysis focused mainly on water color, turbidity, and suspended particles, which, together with other criteria, are sufficient to assess the degree of eutrophication and the consequent pollution of this water source.

Keywords: Lucaia River. Sedimentation. Eutrophication. Environmental impacts. Salvador.

Introdução

A crescente urbanização da cidade de Salvador vem contribuindo para o aumento exponencial da degradação de seus mananciais hídricos, se perfazendo em ações como o descarte de lixo e efluentes, obras de pavimentação e infraestrutura urbana, tamponamento e alteração no curso de rios para atividades imobiliárias, bem como as atividades adjacentes como a emissão de particulados poluentes de veículos. Esse cenário nos conduz ao índice levantado pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), onde aponta que 80% dos mananciais hídricos de Salvador possuem qualidade da água de ruim a péssima.

Um desses corpos d'água afetados pelo recorrente despejo de matéria orgânica é o Rio Lucaia que nasce na Avenida Joana Angélica e deságua no mar do bairro do Rio Vermelho. A escolha deste manancial como objeto de estudo deve-se a grande extensão da sua área em torno de 14,74km² no total, percorrendo diversos pontos da cidade. Fazem parte desta bacia hidrográfica os bairros de: Tororó, Nazaré, Campo Grande, Garcia, Barris, Boa

Vista de Brotas, Engenho Velho de Brotas, Federação, Rio Vermelho, Chapada do Rio Vermelho, Itaigara, Santa Cruz, Candeal, Nordeste de Amaralina e Vale das Pedrinhas. São bairros que mesclam populações de diferentes faixas de renda. Outro ponto preponderante nesta escolha foi o fato da bacia do Rio Lucaia ser responsável pela drenagem de grande parte do esgoto doméstico da cidade de Salvador.

O depósito constante de matéria orgânica no leito deste rio causa a eutrofização que nada mais é do que elevadas taxas de nutrientes na água aumentando a concentração de fitoplâncton's (microrganismos fotossintetizantes). Estes possuem um ciclo de vida curto e o processo de sua decomposição é aeróbico, consumindo o oxigênio dissolvido na água. Esse cenário favorece a proliferação dos organismos anaeróbicos, ou seja, aqueles que não dependem do oxigênio para viver e o metabolismo destes seres liberam metano (CH_4) e compostos de enxofre (S) que possuem odor extremamente fétido.

Quando falamos de eutrofização, concomitantemente estamos nos referindo a poluição ambiental que por sua vez, perpassa por diversas esferas, desde a conscientização da população na preservação dos corpos d'água, bem como a gestão eficaz dos órgãos públicos na destinação correta dos resíduos industriais e rejeitos orgânicos. Tendo isto posto, torna-se necessária a discussão desta abordagem através deste estudo. As observações e coleta da amostra do Rio Lucaia foram feitas in loco, tendo a contribuição prévia dos levantamentos realizados pelo INEMA, como o Relatório Anual dos Rios de Salvador e Lauro de Freitas do ano de 2021.

Área de estudo

A figura 1, mostra na cor laranja o curso d'água da bacia hidrográfica do Rio Lucaia da sua nascente à sua foz. Os pontos L01, L02, L03 foram as áreas de estudo e correspondem aos locais onde a pesquisa se transcorreu, no ponto L03 foi realizada a coleta da amostra.

Ponto L01 - Barris - Coordenadas: 12° 59' 19.50" S | 38° 30' 49.60" W (Av. Vale dos Barris);

Ponto L02 - Federação - Coordenadas: 12° 59' 25" S | 38° 30' 23" W (Av. Anita Garibaldi); Ponto L03 - Rio Vermelho - Coordenadas: 13º 00' 46" S | 38° 29' 20" W (Rua Oswaldo Cruz).

Figura 1 - Curso d´água da bacia hidrográfica do Rio Lucaia, Salvador (BA).

Fonte: INEMA Relatório Anual dos Rios de Salvador e Lauro de Freitas do ano de 2021 - adaptado pelo autor.

Justificativa

O propósito deste estudo é promover uma reflexão acerca de um impacto ambiental cada vez mais comum nas grandes cidades, a poluição dos seus corpos d'água. Tomou-se aqui como objeto de estudo, o Rio Lucaia na cidade de Salvador/BA para evidenciar o problema da eutrofização, mas poderia ser qualquer outra bacia hidrográfica da cidade, pois todos os seus rios apresentam condições similares, ou ainda no âmbito nacional como a Lagoa da Pampulha em Minas Gerais e a Lagoa Rodrigo de Freitas no Rio de Janeiro que enfrentam a mesma situação. Portanto, fica evidente a necessidade de discutirmos a gênese deste problema que se manifesta em diferentes escalas para apresentarmos soluções mitigadoras como as que são levantadas aqui para o caso específico do Rio Lucaia.

Entender a gravidade de um problema a partir das suas consequências pode não parecer o ideal uma vez que ele já está instituído, mas infelizmente é o caso de grande parte dos mananciais hídricos que cortam a cidade de Salvador. No entanto, isto não significa que nada pode ser feito, pelo contrário. É através de projetos de pesquisa como este que podemos demonstrar a realidade e cobrar das autoridades responsáveis as devidas soluções, promovendo não só ações corretivas, mas preventivas, bem como a conscientização da população sobre o descarte correto do lixo orgânico que não deve ser feito de forma deliberada nos mananciais hídricos. A eutrofização compromete a biota aquática, favorece a concentração de substâncias que exalam mau-cheiro e o processo de recuperação pode ser bastante lento. Compreender que devemos preservar os corpos hídricos, permitindo que

esses desempenhem suas funções ambientais, sociais e culturais é um passo importante para reverter este quadro.

Metodologia

O grande desafio desta pesquisa foi delimitar as áreas de trabalho. Como dito anteriormente, a bacia hidrográfica do Rio Lucaia percorre diversos bairros da cidade, sendo este um atrativo para a pesquisa, pois a poluição ambiental, especificamente o processo de eutrofização tem como uma das causas, senão a principal delas, a atividade antrópica.

De início foi planejado realizar a coleta de três amostras do rio. Uma próxima a nascente, uma na metade de seu curso e outra já próxima a sua foz. Esses locais foram definidos de maneira prévia com base na leitura do Relatório Anual dos Rios de Salvador e Lauro de Freitas do ano de 2021. No entanto, em dois pontos (L01 próximo a nascente no Vale dos Barris e no ponto L02 na Avenida Garibaldi na Federação), foi constatado outros problemas. Em L01 ele estava completamente assoreado pela iniciativa privada — construção da megastore Ferreira Costa, no antigo endereço da Transalvador. No ponto L02, às margens do rio vivem muitos moradores de rua, pessoas em extrema situação de pobreza que fazem uso do mesmo para descartar suas necessidades fisiológicas, fato que foi observado no dia que seria feita a coleta. Pela condição adversa e para evitar uma exposição dessas pessoas não foi coletada amostra deste trecho nem mesmo foram tiradas fotos por parte do autor. A imagem representativa deste trecho no estudo foi capturada por satélite pelo Google Earth e anexada aqui.

No ponto L03, foi realizada a coleta da amostra do Rio Lucaia por meio de um artifício improvisado, feita observações quanto ao aspecto da água e registro de imagens. Em suma, todo o estudo se baseou em referencial teórico, observações e anotações, coleta de material, fotografias e vídeos.

Diagnóstico dos problemas no manancial

O problema macro a ser investigado consistia na eutrofização do Rio Lucaia, porém nas observações in loco outros aspectos também foram diagnosticados sendo apresentados a seguir:

Ponto L01 (Avenida Vale dos Barris) Trecho próximo a nascente - Dia: 02/12/2022.

Problema Principal: Assoreamento do leito do rio.

Figura 2 – Assoreamento do Rio Lucaia próximo a sua nascente.

Fonte: O autor (2022).

Figura 3 – Terraplanagem para construção de empreendimento às margens do rio.

Fonte: O autor (2022).

Foi verificado que o rio se encontra completamente assoreado neste trecho por conta da construção de um empreendimento comercial de grande porte. Uma parte da vegetação ciliar que existia em volta também foi comprometida. Nota-se pelas fotografias acima que este ponto do rio está completamente tomado formando um depósito de sedimentos. Este terreno pertencia à Prefeitura Municipal de Salvador e foi vendido ao Grupo Pernambucano Mavira

Participações que constrói nesta área uma nova filial da rede de materiais de construção e artigos domésticos Ferreira Costa.

Ponto L02 (Avenida Anita Garibaldi) Trecho no bairro da Federação - Dia: 02/12/2022. Problema Principal: Eutrofização, mau-cheiro, poluição intensa, margens do rio ocupadas por pessoas em situações de extrema vulnerabilidade social.

Figura 4 – Trecho do Rio Lucaia na Av. Anita Garibaldi.

Fonte: Captura de imagem de satélite - Google Earth (2022).

A observação deste trecho do Rio Lucaia teve uma peculiaridade. Para efeitos de comparação seria coletada uma amostra da água superficial, porém me abstive ao ver que um morador de rua fazia uso do rio para descarte de suas necessidades fisiológicas. Logo, nessa área não foi possível realizar a coleta da amostra nem mesmo tirar fotos para preservá-los. Também foi observado um outro morador lavando uma camisa no leito do rio, revelando a iminente contaminação na qual essas pessoas estão submetidas, uma vez que apenas pelo aspecto visual notamos claramente as graves condições sanitário-ambientais que este manancial se encontra. A figura 4, mostra que as margens do rio neste trecho são ocupadas por pessoas desabrigadas em condições de extrema pobreza e sem outras alternativas encontram nas águas poluídas do Rio Lucaia o meio necessário para algumas de suas atividades diárias. O odor é muito forte neste local e ainda assim é o principal recurso hídrico para esta população circundante às suas margens, refletindo um problema não só de ordem ambiental, mas social e que merece total atenção dos órgãos públicos em diversas esferas.

Ponto L03 (Rua Oswaldo Cruz) Trecho Largo da Mariquita bairro do Rio Vermelho - Dia: 02/12/2022. Problema Principal: Eutrofização, mau-cheiro, poluição.

No ponto L03, próximo a sua foz observa-se a péssima qualidade das águas superficiais do Rio Lucaia (figura 5). Mesmo sem instrumentos para mensurar a concentração

de substâncias no aspecto visual já foi possível notar a degradação do seu leito que decorre do lançamento de efluentes comprometendo as características físicas, químicas e biológicas.

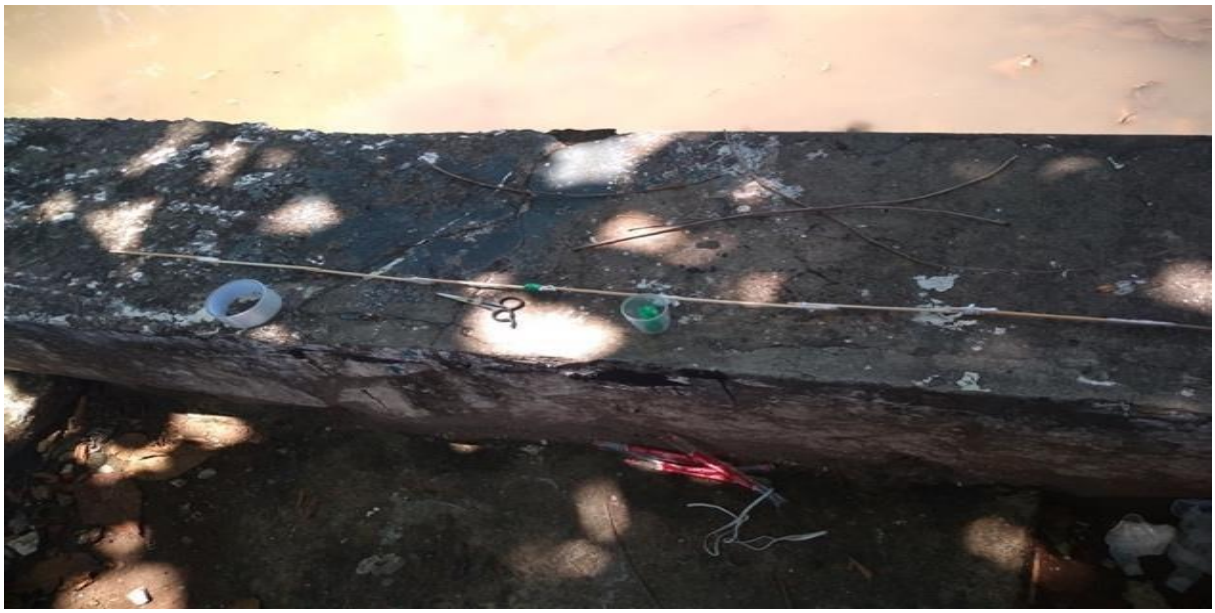
Figura 5: Rio Lucaia no trecho do Largo da Mariquita, bairro Rio Vermelho.

Fonte: O autor (2022).

É válido destacar que o rio deságua em mar aberto num local considerado ponto turístico da cidade. O bairro do Rio Vermelho também é conhecido pela sua intensa atividade noturna devido à presença de muitos bares e de vários estabelecidos comerciais instalados ali. Mas nem mesmo a relevância deste local para a economia do munícipio é suficiente para chamar a atenção dos órgãos públicos no sentido de promover uma revitalização do Rio Lucaia. Até o momento desta pesquisa (dezembro de 2022), não existia nenhum plano de recuperação do rio, mas as consequências deste descaso ambiental não passam despercebidas pela população que diariamente convive com esta paisagem.

Por meio de um artifício improvisado (figura 6) foi feita a coleta direta de uma amostra deste trecho percebendo uma grande quantidade de sólidos em suspensão (figura 7) indicando forte presença de coliformes fecais em conformidade com o relatório do INEMA de 2021 que descreve este mesmo trecho do rio com índice de estado trófico (IET) acima de 67, o suficiente para classificá-lo como supereutrófico. Essa escala mede a qualidade da água por meio da concentração por nutrientes, sendo apresentada no quadro 1. Esse índice é ainda pior no ponto L02, na Avenida Anita Garibaldi que nesta mesma escala obteve um índice de estado trófico de 72, sendo classificado como hipereutrófico.

Figura 6: Instrumento confeccionado em campo para recolher amostra do rio sem contato direto.



Fonte: O autor (2022).

Figura 7: Amostra coletada do Rio Lucaia - Trecho Largo da Mariquita.

Fonte: O autor (2022).

Quadro 1: Classificação do Índice do Estado Trófico - IET.

Ultraoligotrófico	Oligotrófico	Mesotrófico	Eutrófico	Supereutrófico	Hipereutrófico
IET ≤ 47	47 < IET ≤ 52	52 < IET ≤ 59	59 < IET≤ 63	63 < IET ≤ 67	IET > 67

Fonte: INEMA Relatório Anual dos Rios de Salvador e Lauro de Freitas do ano de 2021.

Propostas

A partir das análises realizadas com o estudo do Rio Lucaia e do levantamento dos problemas que este possui no seu curso, apresento algumas alternativas que podem de certa forma atenuá-los a medida em que esforços maiores possam ser direcionados a uma solução definitiva.

Para o ponto L01 especificamente onde encontramos o rio assoreado é necessária uma intervenção do poder público no que tange a fiscalização da obra que está causando impactos ambientais. O aplainamento do terreno para construção da loja comprometeu o leito do rio que está coberto de sedimentos. A vegetação que crescia envolta também foi em grande parte removida o que acaba contribuindo para o processo de assoreamento. É necessário responsabilizar a empresa pelas ações geradas garantindo que ela possa se comprometer a restaurar os danos causados ao leito do rio.

O ponto L02 apresenta graves problemas de natureza social, ambiental e de saúde pública. Como foi mencionando anteriormente muitas pessoas em condições vulneráveis vivem às margens do rio, fazendo uso do mesmo para o descarte de suas necessidades fisiológicas ou lavando as poucas peças de roupa que possuem diretamente nele. Estas duas situações foram observadas no período em que estive em campo neste trecho do Rio Lucaia. O viaduto ali próximo acaba servindo também de abrigo contra as intempéries para essas pessoas, e é onde alguns deles mantém barracas improvisadas servindo de moradia. Os órgãos públicos precisam voltar sua atenção para estas pessoas oferecendo acolhimento em locais onde eles pelo menos tenham a oportunidade de acesso a água potável.

O ponto L03 é um reflexo de todo o curso do rio. O mau-cheiro proveniente de organismos anaeróbicos, através do processo de eutrofização é intenso. As águas escuras e opacas, bem como a grande quantidade de matéria orgânica presente no leito do rio indicam que há muito a ser feito. É necessário um plano de esgotamento sanitário que realize o tratamento biológico do esgoto doméstico sem que este seja descartado diretamente no rio.

O plano de recuperação do Rio Lucaia deve envolver grandes esforços que partem do poder público em sinergia com a sociedade. Logo, também é necessário investir em políticas públicas nas escolas e nas comunidades que valorizem a preservação dos mananciais hídricos da cidade para que deles possamos extrair todas suas potencialidades sem comprometê-los com as nossas ações. As escolas devem incluir nos currículos atividades que fomentem práticas ecológicas, integração com as múltiplas disciplinas, aulas de campo para que os estudantes tenham um contato maior com os mananciais hídricos da sua cidade e interiorizem o desejo de preservá-los desde cedo.

Considerações Finais

Há muito a ser feito para corrigir os problemas dos rios em área urbana numa grande metrópole como Salvador, sabemos que não é uma situação irremediável, mas estamos falando de soluções à longo prazo. No entanto, o descaso do poder público inviabiliza a tomada de esforços efetivos para mitigar as raízes desses males tão visíveis que acabamos por banalizá-los de modo a aceitar a degradação dos mananciais hídricos como elementos constituintes de uma paisagem urbana.

O caso específico do Rio Lucaia nos revela uma série de desafios ao longo de todo o seu curso que perpassam por diversas instâncias nas dimensões ambientais, sociais, de infraestrutura e mobilidade urbana, haja vista que além dos problemas mencionados nesta pesquisa existem outros nesta bacia hidrográfica como o tamponamento para viabilizar obras públicas e privadas.

Ao longo de décadas o manejo de esgotos sanitários diretamente no Rio Lucaia contribuiu para tornar o que ele é hoje, um manancial hídrico de elevado potencial completamente degradado. Não podemos classificar as tratativas de reverter esse cenário como incipientes ou ineficazes por parte de quem exerce o poder para esta finalidade, pois elas simplesmente não existem. Tem se tornando mais viável encobrir os rios urbanos de Salvador a fim de esconder os rastros da negligência.

Os resultados desta pesquisa mostraram as condições que se encontram o Rio Lucaia, mas sem deixar de olhar para a perspectiva social, pois muitas pessoas ainda dependem das águas desse corpo hídrico e mesmo com elevados índices de poluição e eutrofização ainda é o meio para satisfazer necessidades fundamentais de muitas pessoas que vivem desabrigadas circundante às suas margens.

Referências

INEMA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Governo do Estado da Bahia. Relatório Técnico n° 011/2021. Diagnóstico da qualidade ambiental dos rios de Salvador e Lauro de Freitas, Bahia, Brasil. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/wp- content/uploads/2021/07/Relatório-Anual-Rios-de-Salvador-e-Lauro-de-Freitas_2020.pdf> Acesso em 25 de nov. 2022.

BARRETO, L. , Barros, F. , Bonomo, P. , Rocha, F. , & Amorim, J. (2013). Eutrofização em rios brasileiros. Enciclopédia biosfera, 9(16). Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/352> Acesso em 30 nov. 2022

SANTOS, E. et al. O caminho das águas em Salvador: Bacias Hidrográficas, Bairros e Fontes. Salvador: CIAGS/UFBA; SEMA, 2010. 486p. (Coleção Gestão Social). Acesso em 25 nov. 2022.

SEFAZ. Secretaria Municipal da Fazenda. Ferreira Costa Adquire Terreno da Prefeitura no Vale dos Barris. Disponível em: <https://www.sefaz.salvador.ba.gov.br/Noticias/Procurar/251#gsc.tab=0> Acesso em 02 dez. 2022

TUCCI, Carlos E. M. Água no meio urbano - Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Rio Grande do Sul, 1997. Acesso em 27 nov. 2022.

Área de Preservação Ambiental e Desafios no Uso da Terra
Environmental Preservation Area and Challenges in Land Use

Maria da Glória Vieira Anselmo
Universidade Federal de Pernambuco Identificador
0000-0003-4763-3457
gloria.anselmo@hotmail,com

Maria Fernanda Abrantes Torres
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0002-9184-3518
daetorres@hotmail.com

Resumo: A dinâmica entre sociedade e natureza é arraigada de atributos, dentre eles, o uso da terra é fundante. Contudo, há um contínuo de exploração que ameaça a vida na Terra para manutenção do status quo. O objetivo da pesquisa é compreender a dinâmica evolutiva do uso da terra na APA/ARIE da Barra do Mamanguape- PB e as demandas das comunidades locais. Para tal, a metodologia compreende um viés teórico e outro de campo através de conversas informais com moradores sobre a realidade e as mudanças ao longo do tempo, além da produção de mapa de uso da terra pra representar recortes temporais e identificar as diversas atividades ocorridas na referida APA. Foi possível destacar a atuação antropogênica e as atividades desenvolvidas, as quais substituíram as paisagens de matas, restingas e manguezais, sendo necessário, portanto, buscar maneiras sustentáveis de manutenção das áreas remanescentes e recuperação de áreas em processo de degradação.

Palavras-chave: Atividades Antropogênicas. Meio Ambiente. Comunidades Locais.

Abstract: The dynamic between society and nature is rooted in attributes, among them, land use is fundamental. However, there is a continuum of exploitation that threatens life on Earth to maintain the status quo. The objective of the research is to understand the evolutionary dynamics of land use in the APA/ARIE of Barra do Mamanguape-PB and the demands of local communities. To this end, the methodology comprises a theoretical bias and a field one through informal conversations with residents about reality and changes over time, in addition to the production of a land use map to represent temporal cuts and identify the various activities that took place in the area. mentioned APA. It was possible to highlight the anthropogenic performance and the activities carried out, which replaced the landscapes of forests, restingas and mangroves, being necessary, therefore, to seek sustainable ways of maintaining the remaining areas and recovering areas in the process of degradation.

Keywords: Anthropogenic Activities. Environment. Local Communities.

Introdução

O uso da terra ocorre desde os primórdios das civilizações, e de acordo com Lepsch (2010), as dinâmicas populacionais eram estabelecidas em concomitância com o potencial de fertilidade das terras e a disponibilidade de água para o desenvolvimento das atividades primárias. Assim, o solo e suas diversas possibilidades de uso constituem a dinâmica da sociedade ainda hoje. Contudo, estas finalidades de uso evoluíram exponencialmente ao passo que as atividades humanas se intensificaram e aderiram às técnicas mais sofisticadas, e todo esse processo emana uma forte exploração e em muitos episódios perdas de solo, fertilidade, erosão e até casos irreversíveis para o restabelecimento dos ecossistemas como

é a desertificação, arenização e outros processos intensificados pela ação antropogênica exacerbada.

Conforme IBGE (2013), o uso da terra está associado à distribuição geográfica, o que implica em associação às condições climáticas, relevo, tipos de solo e atividades humanas, onde é possível identificar diversidade de uso de acordo com a área representada e as potencialidades, seja em áreas remanescentes de floresta, desenvolvimento da agricultura, dinâmica urbana e industrial, turismo, entre outros.

Para o IBGE (2021), o uso da terra compreende o conjunto de informações referentes à classificação dos tipos de cobertura e uso da terra, os quais estão conectados à representação e análise da dinâmica do território quanto aos processos de ocupação, da utilização da terra e de suas transformações. Assim, para Rosa (2013), o termo “uso da terra ou uso do solo” diz respeito à maneira pela qual o espaço está sendo ocupado pelo ser humano. Diante de tamanha exploração faz-se necessário a realização de análises espaciais e mapeamentos do uso e cobertura da terra para então compreender o referido fenômeno capaz de transformar a dinâmica natural substituindo as paisagens por diversas atividades (FERREIRA et al., 2010).

Nesta perspectiva, a expansão das atividades humanas, sobretudo nas áreas costeiras, tem exigido maior empenho para o entendimento das dinâmicas deste espaço, buscando o conhecimento da realidade pautado no desenvolvimento das atividades antropogênicas, pois constituem importante ferramenta de planejamento e tomada de decisão (FERREIRA et al., 2010). Para conhecimento das transformações ocorridas no território, e dinâmicas das mudanças espaço-temporal, o estudo de uso e cobertura da terra é o que melhor representa.

A Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape e a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Manguezais da Foz do Rio Mamanguape, Paraíba, Nordeste do Brasil, foram instituídas em 1993, por meio do Decreto nº 924 de 10 de setembro, e em 1995, através do Decreto nº 91.890, respectivamente.

A referida APA/ARIE foi instituída com a finalidade de conservar o habitat do Peixe-boi Marinho (Trichechus manatus) que se encontra nos ecossistemas costeiros, os quais sofrem ameaças de perda da biodiversidade, desequilíbrio ambiental e extinção de espécies (BRASIL, 1993). Além de buscar viabilizar a qualidade de vida das populações locais e consolidar o turismo ecológico através da educação ambiental (BRASIL, 1993).

Deste modo, estudos de uso e cobertura da terra permitem a contextualização dos fenômenos numa ação transdisciplinar capazes de identificar as ações dos principais agentes modeladores da paisagem. O objetivo da pesquisa é compreender a dinâmica evolutiva do

uso da terra na APA/ARIE da Barra do Mamanguape - PB e as demandas das comunidades locais.

Histórico do uso e ocupação da terra

A relação entre seres humanos e natureza perpassou vários momentos históricos, um dos primeiros permeados pelas características míticas, onde a justificativa dos fenômenos da natureza era atrelada aos desígnios dos deuses. Em seguida, com as ideias de Aristóteles, se construiu uma antítese que argumentava por meio do racionalismo para justificar as dinâmicas entre plantas, animais e a atuação da natureza. Este pensamento se manteve até a Idade Média, onde a igreja passou a regulamentar e justificar todas as coisas a partir de um viés teológico e de valorização da vida agropastoril (SILVA, 2002).

No entanto, a partir de 1750 com a Primeira Revolução Industrial, a dinâmica entre os seres humanos e a natureza, bem como a relação campo/cidade ganham novas dimensões. Pautadas num modelo de indústria que condiciona o modo de vida e a visão para com a natureza, ao passo que a indústria demandava mão de obra e matéria-prima em grandes quantidades. Logo, surge a concentração populacional em áreas urbanas e a exploração dos recursos naturais para alavancar o modo de produção em larga escala.

O século XX, por sua vez, traz um arcabouço de mudanças em seu cerne como a tendência das ciências se configurando em prol da especialização de áreas, tornando mais desafiador realizar uma leitura dinâmica da ação humana e da paisagem, por conseguinte, do uso e ocupação das terras. Estas, em muitos ecossistemas vêm se degradando em decorrência das demandas de produtividade e ocupação sem precedentes.

Surge também, a química agrícola, no intuito de aumentar a produtividade baseando-se na utilização de fertilizantes minerais por meio de uma visão tão somente econômica, em detrimento das práticas camponesas que eram consideradas arcaicas (SILVA, 2002). Então, a partir de 1950, diante dos problemas ambientais, como catástrofes, acidentes químicos e o uso indiscriminado de agroquímico para aumentar a produtividade agrícola, principalmente os monocultivos, levou a sociedade civil a se mobilizar em defesa das causas ambientais. Neste cenário, pós Segunda Guerra Mundial, em 1962 a autora Rachel Carson denuncia os danos causados pela utilização dos agroquímicos em seu livro Primavera Silenciosa (OLIVEIRA e UHMANN, 2021).

Segundo Bonzi (2013), a abordagem da referida autora questiona as inovações do meio rural proveniente da Revolução Verde que tinha como objetivo desenvolver alta produtividade de alimentos e para tal investiu-se em sementes de alto rendimento, irrigação, mecanização e agroquímicos. Bonzi (2013) segue afirmando que a denúncia ocorreu a partir do uso de pesticidas nos EUA, e seu efeito nocivo às plantas, pois estes agroquímicos vinham

causando alterações significativas em processos celulares, consequentemente diminuindo as populações de pequenos animais, bem como deteriorando a saúde humana.

Contudo, vale salientar que Rachel Carson enfatiza a possibilidade de usufruir da natureza sem extingui-la e esta é a perspectiva posteriormente defendida com o desenvolvimento sustentável. Carson defende também a ideia de serviços ecossistêmicos atribuindo valor e importância aos recursos naturais que antes eram vistos de uma forma simplista, assim, Primavera Silenciosa é basilar para compreender os processos ambientais contemporâneos (BONZI, 2013).

Silva (2002) afirma, ainda, que nos dias atuais, em decorrência de muitos danos à natureza e aos recursos naturais, evidencia-se a importância da emancipação humana por meio da (auto) crítica e da criatividade, para o uso sustentável dos recursos naturais. Concomitante, as áreas litorâneas compostas por Mata Atlântica e associados passaram por um efetivo e degradante processo de exploração, alterando seus ecossistemas e degradando a paisagem. Andrade (1973) afirma que a faixa costeira nordestina foi a primeira a ser explorada pelos colonizadores, cujo objetivo era tão somente se beneficiar exportando as riquezas da terra.

O autor continua enfatizando que as condições climáticas e o solo, além da mão de obra indígena escravizada, proximidade aos rios de contato com o oceano Atlântico para escoar a produção, foram os elementos que os donatários das terras pernambucanas observaram para assim iniciarem a produção de cana-de-açúcar, pois o açúcar era um produto que movimentava o comércio europeu. Deste modo, as condições naturais que deram suporte à instalação do ciclo da cana-de-açúcar, paradoxalmente teve suas paisagens sendo substituídas pelos canaviais que requeriam estruturas diversas como: engenhos, casa-grande, senzala, áreas de plantio de policultura para se alimentarem, etc.

Nesta conjuntura, o uso e ocupação da terra estão intrinsecamente atrelados a uma demanda global e isso excede, em muitos momentos, a capacidade de equilíbrio natural e resulta em degradação. No entanto, o uso da terra pode ser realizado em concomitância à sustentabilidade e do desenvolvimento humano através de práticas conservacionistas.

Os aspectos do uso da terra no Brasil

No Brasil, o uso da terra remete ao passado explorador, desde a colonização e vem progredindo nos dias atuais, com agravantes como: a urbanização em áreas litorâneas, monocultivos, instalação de empreendimentos. Logo, é possível identificar exploração e degradação em todos os ecossistemas, principalmente na Mata Atlântica e associados.

Corroborando, Marino et al. (2016) afirmam que as extensões litorâneas, ocupadas desordenadamente, vêm sofrendo suscetibilidade à erosão, onde a ausência de fiscalização

referente ao uso e ocupação das terras dessas áreas costeiras resultam em desequilíbrio podendo chegar a casos irreversíveis como: a eliminação de fontes de reposição de sedimentos. São vários os fatores que contribuem para a exaustão destes recursos, a saber: o contingente populacional, as atividades industriais, o depósito de dejetos, poluição, (ABREU; VASCONCELOS; ALBUQUERQUE, 2017).

Dentre as atividades realizadas destacam-se extensões quilométricas de monocultura de cana-de-açúcar com uso de agrotóxico contaminando o solo, matando os microrganismos, alterando a qualidade das águas do lençol freático e dos rios, contaminando também espécies estuarinas. Tudo isso pode causar formações significativas nos ecossistemas, e através dos impactos é possível ocorrer danos à integridade dos ambientes e de suas populações (PAVANIN et al., 2016).

O uso da terra como dispositivo legal institucionalizado, no Brasil, se deu a partir da Lei de Terras, em 1850, que estabeleceu como dono aqueles que podiam pagar para adquirir terras e assim torná-las propriedade privada. A partir de então a terra pertencia aos grandes fazendeiros, e estes viam na mesma seu modo de enriquecer explorando matas nativas, proporcionando êxodo rural e ignorando a diversidade biológica na busca de produção dentro dos vários ciclos econômicos nacionais.

A área costeira, por sua vez, é altamente dinâmica e biodiversa, pois integra sistemas naturais constituintes da atmosfera, dos oceanos e da superfície terrestre e tem um papel basilar na formação e manutenção dos ecossistemas. Por isso o desmatamento, fator conectado à exploração destas áreas, é um dos principais eixos da degradação, o que proporciona maior vulnerabilidade e desequilíbrio ambiental.

Consequentemente, a paisagem costeira vem se transformando compondo então pequenos mosaicos de vegetação nativa remanescentes. Onde, muitas espécies que sequer foram catalogadas já não existem mais, além de espécies faunísticas e florísticas com risco de extinção. Por conseguinte, todos esses danos estão refletindo consideravelmente na qualidade de vida, bem como no equilíbrio ecológico, pois na natureza não há espaço reservado para os detritos, dejetos e resíduos sem que haja consequências, não há o “jogar fora” quando somos partes integrantes do todo.

Por muito tempo, o saber das comunidades rurais e tradicionais foi inferiorizado, assim como seus espaços invadidos. As comunidades que resistem ao tempo e ao processo de deterioração sofreram consideravelmente, mas vêem na terra e na natureza uma maneira de viver e lutar pelo equilíbrio do planeta através de suas práticas locais. Haja vista que dentro de sua dinâmica de vida primam pela biodiversidade, policultura, trato respeitoso com a natureza. Assim, demanda por uso da terra precisa estar em conformidade com o manejo sustentável, cujas ações devem minimizar os danos da rápida expansão urbana e demais

atividades exploratórias. Através de políticas públicas considerando interesses diversos como: o individual, empresarial e, sobretudo, dinâmicas sociais, culturais e ambientais existentes (FURTADO, et al., 2020).

No tocante à classificação da cobertura e uso da terra, o IBGE (2013) designa um sistema hierárquico, o qual corresponde a classes e subclasses, dentro de níveis de organização. Afirma, ainda, que o nível I contempla informações sensórias mais amplas, seja inter-regional ou nacional; o nível II tende para os dados mais regionais; por fim o nível III corresponde a unidades contemplando diretamente o uso da terra no âmbito local.

A terra não é apenas um substrato de sustentação, ela tem dinâmica e vida própria, seu uso não deve ser medido pela capacidade produtiva, mas pelas relações ecológicas, culturais e socioambientais. Partindo dessa premissa, reduz-se consideravelmente o abandono de terras exauridas pela exploração que resulta em degradação e inaptidão agrícola, por exemplo. A dinâmica não é extrair até se esgotar, mas cultivar de maneira sustentável para também atender às demandas das futuras gerações.

Assim, para Silva et al., (2016), é importante a identificação de todas estas mudanças na paisagem e competição por recursos naturais decorrente da ação antropogênica intensa. Segue enfatizando que a partir de tal investigação pode-se construir medidas de proteção dos ambientes ameaçados, além de ações que proporcionem o uso sustentável e a melhoria de vida das populações.

Nesta perspectiva, ao longo do tempo a zona costeira do Estado da Paraíba sofreu diversos e intensos processos exploratórios, problemas de ordem física e estrutural, os quais influenciaram os processos ecológicos e ambientais. Assim é certo que resultou em perdas, alteração e fragmentação dos ecossistemas costeiros e associados.

Deste modo, o estudo do uso e cobertura da terra possibilita identificar os usos e intensificações ocorridos na área ao longo do tempo, resultando em mudanças e alterações significativas que tendem atender às demandas contemporâneas da sociedade. A sustentabilidade, por sua vez, precisa permear todos os espaços sobre os quais alguma atividade de uso e ocupação da terra esteja sendo realizada, para o crescimento econômico não ter um fim em si mesmo, mas cumprir a responsabilidade socioambiental. Neste contexto, o manejo das atividades realizadas nesses ecossistemas deve contemplar as potencialidades e limitações, priorizando as funções ecossistêmicas, a biodiversidade e os processos ecológicos, bem como a vulnerabilidade.

Área de Preservação Ambiental - APA/ARIE da Barra de Mamanguape

É pertinente evidenciar a importância da APA/ARIE da Barra do Rio Mamanguape, pois comporta uma paisagem de mata atlântica, manguezais e restinga, com biodiversidade

de espécies endêmicas de flora e fauna em risco de extinção, além de relações próximas com comunidades rurais, tradicionais e indígenas tanto no interior da APA como nas suas adjacências, pertencentes aos municípios de Rio Tinto, Marcação, parte dos municípios de Baia da Traição e Lucena, estado da Paraíba, Nordeste do Brasil (EMBRAPA, 2008).

Estas áreas devem ser conservadas, pois é um direito constitucional que as assiste, em prol do equilíbrio ambiental e da manutenção da qualidade de vida das populações residentes. Assim, a Constituição Federal de 1988, artigo 225 § 4º assegura que "a Mata Atlântica e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais".

Como constituintes do bioma Mata Atlântica destacam-se os manguezais, as restingas, entre outros, de acordo com decreto nº 750 de 10 de fevereiro de 1993, reiterado pela lei 11.428 de 22 de dezembro de 2006. Em decorrência de muitas explorações desse bioma ao longo do tempo, atualmente, segundo ICMBIO (2014), a referida área de estudo é detentora de alta biodiversidade, concomitantemente elevado nível de exploração e ameaça que integra os denominados Hotspots da Mata Atlântica.

Conforme a Lei 9.985 de 2000, a qual estabelece o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), a APA da Barra do Rio Mamanguape e a ARIE Manguezais da Foz do Rio Mamanguape compõem o quadro das Unidades de Conservação de Uso Sustentável, que garante a utilização dos recursos naturais em consonância com a sustentabilidade da referida área.

A criação da Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape data 10 de setembro de 1993, conforme Decreto Nº 924, cujos objetivos de manejo são:

> I- garantir a conservação do habitat do Peixe-boi Marinho (Trichechus manatus);
> II- garantir a conservação de expressivos remanescentes de manguezal, Mata Atlântica e dos recursos hídricos ali existentes;
> III- proteger o Peixe-boi Marinho (Trichechus manatus) e outras espécies, ameaçadas de extinção no âmbito regional);
> IV- melhorar a qualidade de vida das populações residentes, mediante orientação e disciplina das atividades econômicas locais;
> V- fomentar o turismo ecológico e a educação ambiental.

Enquanto a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), conforme SNUC (2000):

> Art. 16. É uma área em geral de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana, com características naturais extraordinárias ou que abriga exemplares raros da biota regional, e tem como objetivo manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso

> admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza.

Assim, a Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Manguezais da Foz do Rio Mamanguape ARIE, em 05 de novembro de 1995, foi implantada através do Decreto Nº 91.890, tendo em vista sua relevância ambiental.

Segundo o ICMBIO (2014), as comunidades existentes na APA e nas adjacências são constituídas por várias comunidades pequenas, as quais foram formadas a partir do processo histórico de colonização, e como tal provocou uma miscigenação de povos indígenas, negros e brancos. Afirma, ainda, que as condições socioeconômicas são precárias como a falta de tratamento da água. Além disso, ainda há as condições precárias de moradia, onde muitos residem em casas de taipa, com cobertura de palha e chão batido, e essa é a realidade de muitos moradores das comunidades (CORTEZ, 2010).

Material e Métodos

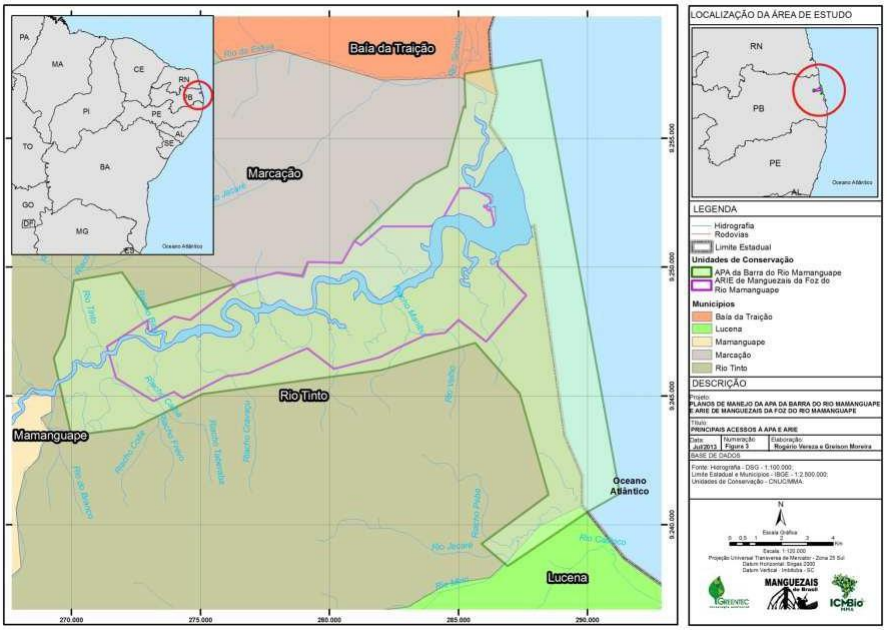
Área de Estudo

O estudo foi realizado na Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape e Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) dos Manguezais da Foz do Rio Mamanguape (Figura 1), que engloba a bacia do Rio Mamanguape, uma porção do extremo leste da Paraíba entre as latitudes 6°41’57'' e 7°15’58'' sul e longitudes 34°54’37'' e 36° a oeste de Greenwich.

Inicialmente, foi solicitado autorização para realizar a pesquisa ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), cuja autorização foi liberada em dezembro de 2022 através de número de protocolo (Número: 85964-1). A partir de então, começaram os primeiros contatos com os representantes do Instituto na sede de Barra de

Mamanguape -PB e, posteriormente, com os representantes e lideres comunitários. Nos meses de maio e junho do corrente ano ocorreram as conversas informais com os moradores, maiores de 18 anos, das comunidades de Barra de Mamanguape, Lagoa de Praia e Praia de Campina, as quais se encontram inseridas na referida APA.

Figura 1- Mapa de localização da APA/ARIE da Barra do Mamanguape – PB, Brasil.



Fonte: ICMBio, 2014.

Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos constaram de uma revisão bibliográfica, trabalho de campo e mapeamento espaço-temporal do uso e ocupação da terra. Inicialmente foi realizada pesquisa bibliográfica através de livros, periódicos científicos e sites oficiais para a revisão de literatura, considerando o processo evolutivo do uso da terra até os dias atuais e a importância da Área de Preservação Ambiental.

Na visita a campo, após os primeiros contatos com as comunidades foram realizadas observações quanto à dinâmica da paisagem e uso da terra. Em seguida, durantes os meses de maio e junho, foi feito contato com os residentes da comunidade que se dispusessem a responder. As perguntas realizadas foram voltadas à importância dos recursos naturais para a vida das comunidades, a mudança na paisagem ao longo do tempo, as atividades que mais ocasionaram mudanças e impactos, a convivência com os limites de uma área de proteção ambiental, as atividades desenvolvidas pelas comunidades e a importância da conservação dos biomas. Participaram 20 pessoas da comunidade de Barra de Mamanguape, 20 de Lagoa de Praia e 12 de Praia de Campina.

Para a classificação de uso da terra na APA foram consideradas as imagens Landsat através da coleção 6 do Map Biomas, em dois momentos, nos anos 1990 e 2021. Um intervalo de trinta e um anos permitiu fazer um comparativo sobre as condições atuais do uso da terra e os desafios a serem enfrentados. A referida classificação foi dividida em: Formação Florestal, Restinga, Mangue, Campo alagado e Área Pantanosa, Formação Campestre,

Outras Formações não Florestais, Pastagem, Cana, Mosaico de Agricultura e Pastagem, Praia e Duna, Infraestrutura Urbana, Outras áreas não Vegetais, Aquicultura, Apicum, Rio, Lago e Oceano, Outras Lavouras Temporais.

Resultados e Discussão

Como é sabido, o uso da terra se deu de maneira diferente ao longo do tempo, e atualmente as demandas nas florestas e vegetação nativa das zonas costeiras na Paraíba e na Área de Proteção Ambiental (APA) da Barra do Rio Mamanguape e na Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE) Manguezais da Foz do Rio vão além de caças e pescas artesanais, utilização secundaria de matéria-prima e uso medicinal. A relação com a terra é complexa e evasiva em decorrência de fatores como aumento do contingente populacional, técnicas avançadas de produção agrícola, principalmente na monocultura da cana-de- açúcar para o mercado consumidor, demanda imobiliária e turismo, deixando em déficit os recursos naturais existentes.

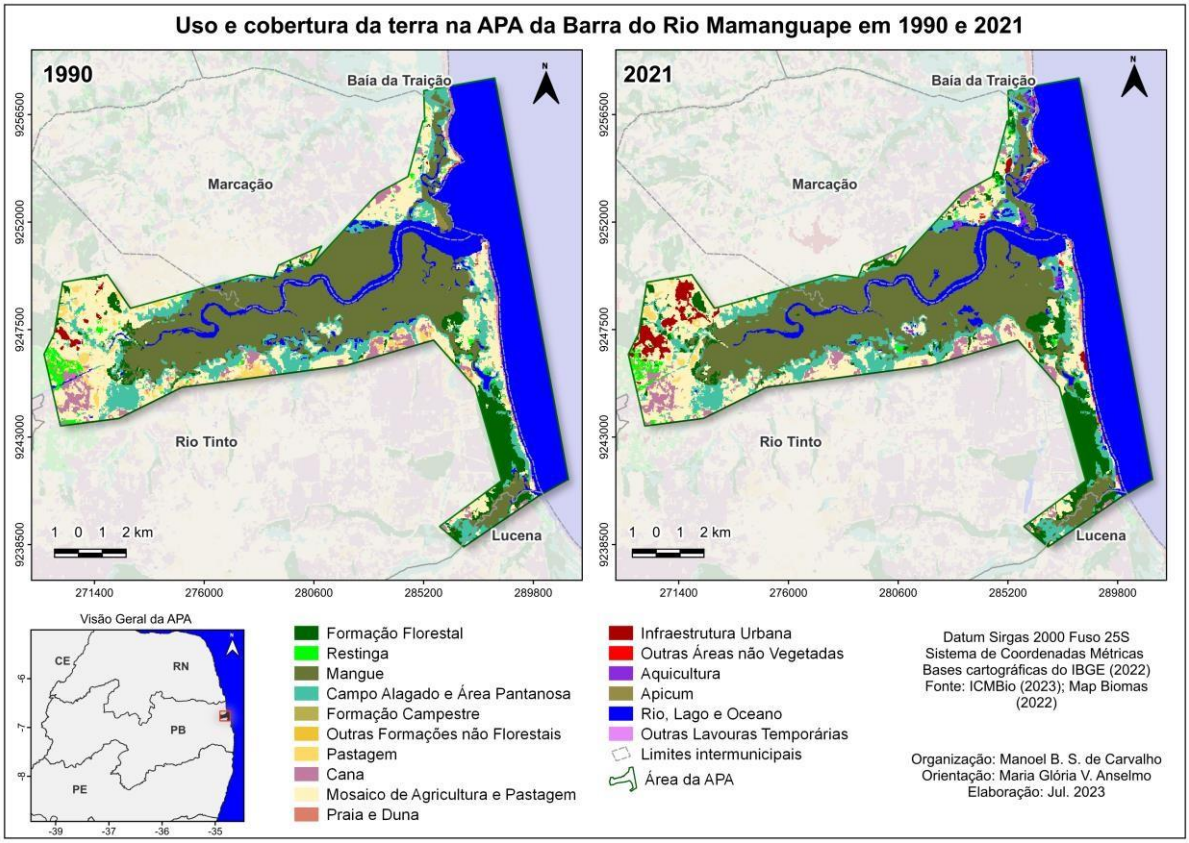
Para Longo e Vinholi Júnior (2022), nossa sociedade moderna está atrelada à urbanização e mecanização, cujos padrões econômicos ainda são supervalorizados em detrimento dos aspectos naturais. Desta maneira, os autores dizem que o progresso é pautado num modelo de evolução estruturada no crescimento econômico; a natureza, por sua vez, em muitos momentos ainda é preterida ou vista como mantenedora das necessidades humanas, tão somente.

Como é nítido identificar na área estudada, as atividades humanas rodeiam as áreas remanescentes de vegetação nativa que já foram substituídas anteriormente (Figura 2). In loco foi possível identificar obras embargadas pela justiça por não terem o aparato legal de implantação, contudo, tentam burlar a lei pela previsão de lucratividade imobiliária. Uma moradora relatou que as características da comunidade estão se perdendo em decorrência da especulação imobiliária, pois muitos terrenos mais próximos à praia são vendidos a preços exorbitantes, e com isso os moradores locais não têm condições de comprar, sendo vendido a pessoas de fora com maior poder aquisitivo. E assim os moradores locais se percebem distantes da nova dinâmica local. Além disso, é previsível o aumento de casas de veraneio pela acessibilidade da estrada, com o asfalto que liga a Barra de Mamanguape à cidade de Rio Tinto-PB.

A observação de muitos moradores é sobre a importância das áreas de vegetação nativa, como o manguezal, por exemplo, pois muitos se utilizam deste ambiente para a coleta de crustáceos e pesca de peixes para a alimentação da família e alguns vendem o excedente. Em relação à mata atlântica, reconhecem ser importante para diminuir o calor, assim como para a manutenção dos animais que dela dependem, e as áreas de restinga são fundamentais

para a sustentação das dunas, e afirmam que sem essa vegetação as dunas já teriam atingido suas residências. A maioria dos envolvidos na pesquisa considera ser de grande importância ambiental o regimento da APA, outros, porém, apontam para o impedimento, ou seja, ser fiscalizado e/ou penalizado se interferir demasiadamente nos recursos naturais existentes como pesca proibida durante o período reprodutivo, corte seletivo de lenha e cultivo de lavouras temporais em áreas inadequadas.

Figura 2. Mapa de uso da terra nas APA/ARIE da Barra de Mamanguape -PB, Brasil.



Diante desta conjuntura, Longo e Vinholi Júnior (2022) falam da importância dos saberes diversos que dialogam com a busca de equilíbrio com a natureza e do uso da terra, e que, além disso, também criticam a dominação da natureza e dos povos menos favorecidos, pois é imprescindível evidenciar os saberes múltiplos e suas diversidades epistemológicas para ir além da exploração para fins econômicos. Loureiro (2020) corrobora dizendo que para que haja lutas emancipatórias faz-se necessário considerar as experiências educativas dos povos tradicionais.

Estes povos e comunidades realizam atividades diversas quanto ao uso da terra e dos recursos como: pesca, agricultura familiar e criação de gado, ao passo que a relevância de cada uma destas atividades na economia familiar pode mudar conforme a realidade familiar

(VASCONCELOS, BRAZ e RODRIGUES, 2017). Estes povos buscam correlacionar o desenvolvimento econômico ao uso sustentável dos recursos naturais através do conhecimento tradicional / etnoconhecimento relegado muitas vezes pela sociedade capitalista (LONGO e VINHOLI JÚNIOR, 2022).

Corroborando com os autores supracitados, há uma variedade de atividades e de uso da terra, dentre as quais a da pesca é muito importante, no entanto, há muitos relatos da redução dos pescados ao longo do tempo em decorrência da alteração e redução dos manguezais, que é considerado o berçário da vida marinha, através da supressão e / ou contaminação de outras atividades como monocultura e carcinicultura. Os moradores relatam a grande diferença na vegetação local há décadas e se entristecem pela substituição por cana-de-açúcar, alegando que se não fosse à criação da APA em 1993 não haveria mais matas.

A referida área de estudo, apesar de sua grandiosa importância, vem sendo explorada pelas mais diversas atividades desenvolvidas, o que contribui para a fragilidade do bioma Mata Atlântica e associados, cujas áreas remanescentes estão envoltas em paisagens de monocultivos de cana-de-açúcar, processos de urbanização, assoreamentos do rio, poluição das águas, ameaças à fauna, supressão da flora, entre outros.

Diante dessa realidade, Resende (2002) afirma que a paisagem que representa o uso e ocupação da terra é constituída por um mosaico de desigualdades, onde as populações mais carentes sempre viveram à margem do usufruto das terras. Isso é decorrente do processo histórico, onde a relação campo-cidade e a industrialização da agricultura têm proporcionado riquezas para uma minoria de grandes proprietários de terras, enquanto fomenta o êxodo rural, a contaminação por agrotóxicos, a degradação ambiental e perda da biodiversidade socioambiental.

Como proposta para alcançar práticas mais sustentáveis de uso da terra, Resende (2002) enfatiza a importância da justiça social, a valorização dos pilares ecológicos e de sustentabilidade, agricultura alternativa, políticas públicas, gerenciamento do uso do solo, bem como o saber e a sabedoria que devem intercalar a relação sociedade-natureza, evidenciando uma perspectiva holística.

Em sua pesquisa com etnoecologia direcionada à pesca em comunidades da APA Mamanguape, Cortez (2010) pode constatar o quão conhecedores da ecologia e da distribuição dos recursos e da percepção ambiental os pescadores são, constituindo, portanto, uma ferramenta indispensável para a consolidação de estudos e planos de manejo e conservação ambiental. Diante dessa realidade, uma atuação conjunta com as comunidades locais no interior e adjacências da APA/ARIE é de grande importância, pelo fato destes atores conhecerem a realidade, observarem as mudanças no dia a dia do ambiente e também por

se conectarem pelas mais diversas maneiras com o seu lugar, através das plantas, animais, crenças, culturas, costumes, vivências.

Assim, Perazzo, Meneses e Cavalcante (2013) afirmam que para a efetiva relação entre sociedade e natureza as etnociências detêm um papel primordial, haja vista seu arcabouço histórico, e que podem contribuir para construção de propostas alternativas aos paradigmas vigentes. Estes autores trabalharam com etnogeodiversidade desenvolvida na comunidade da Barra do Rio Mamanguape pertencente à referida APA, e na oportunidade constataram toda a sistematização do conhecimento tradicional e a percepção da comunidade para com o ambiente, em particular para os elementos da etnogeodiversidade, além dos fortes impactos socioambientais sofridos.

Apesar de tudo, ainda continuamos explorando os recursos ao ponto de iniciarmos uma nova época geológica, cujo agente modelador é o ser humano que vem alterando as bases biológicas e geológicas da Terra. As transformações na paisagem tendem a ocorrer naturalmente, contudo de maneira mais lenta ao longo de épocas geológicas, mas há uma mudança radical na contemporaneidade, quando o processo exploratório se tornou altamente dinâmico em detrimento dos recursos naturais.

O poder transformador dos meios antropogênicos impede a regeneração dos ecossistemas. O uso da terra então é realizado de forma indiscriminada, exaurindo e depauperando o substrato que proporciona a diversidade da vida terrestre, porém se não houver terra saudável também não haverá alimento saudável e ecossistemas em equilíbrio.

Enquanto o modelo de produção capitalista requer impulsionamentos constantes para não declinar seu poderio econômico, a natureza está demostrando sinais nítidos de exaustão ou de mudanças rápidas. Desta maneira, faz-se necessário mudar a visão exploratória que temos enquanto sociedade para com a terra, e apesar de muitos avanços sobre as questões ambientais ainda há degradação eminente.

Neste sentindo, a forma de manuseio do uso da terra e seus recursos naturais é um fator crucial para construir uma proposta mais sustentável distinta da visão utilitária. Por isso, seu uso e ocupação precisa ocorrer de forma ponderada, considerando todos os constituintes e seres vivos fundantes.

Por fim, Pereira e Alves (2006) realizaram uma diagnostico fitossociológico no remanescente de Mata Atlântica denominado de mata do Oiteiro, o fragmento de maior extensão da APA Mamanguape. Os referidos autores destacam o grau de ameaça ao ambiente em decorrência de muitas atividades humanas no entorno, como a monocultura da cana-de-açúcar e a agropecuária, e tudo isso vem contribuindo para a fragmentação e instabilidade da matas nativas, cujos fragmentos remanescentes encontram-se isolados.

Desta forma, é necessário atentar para a perda da qualidade ambiental, que pode resultar em serias consequências para o meio ambiente e para as comunidades residentes.

Considerações Finais

A relação com a terra difere ao longo do tempo, e também conforme as demandas da sociedade e do sistema econômico, mas a necessidade basilar é a mesma, utilizar de maneira responsável, não exaurindo a ponto de torná-la incapaz de sustentar a vida nas mais diversas dinâmicas.

O uso e ocupação das terras em zonas costeiras, mais especificamente na APA/ARIE da Barra de Mamanguape, é realizado de maneira intensa e vem evoluindo consideravelmente em decorrência da demanda urbano-industrial. Um espaço estratégico, onde o processo de exploração é categórico, tendo em vista a disponibilidade de recursos naturais, terrenos aplainados e bem desenvolvidos.

Na referida área de estudo, o bioma Mata Atlântica e associados, estão envoltos em atividades de monocultivos de cana-de-açúcar, processos de urbanização e especulação imobiliária.

Referências

ABREU, F. L.; VASCONCELOS, F. P.; ALBUQUERQUE, M. F. C. A Diversidade no Uso e Ocupação da Zona Costeira do Brasil: A Sustentabilidade como Necessidade. Conexões - Ciência e Tecnologia. v. 11, n. 5. 2017.p.8-16.

ANDRADE, M. C. de. A terra e o homem no Nordeste. São Paulo: Brasiliense, 1973. 240p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>.

Decreto Nº 91.890 de 05 de novembro de 1985. Declara como Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE, uma área de mangues denominada Manguezais da Foz do Rio Mamanguape, no Estado da Paraíba, e de outras providências Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br>.

Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

Decreto n. 750, de 10 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre o corte, a exploração e supressão de vegetação primária ou nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica e dá outras providências.

BONZI, R. S. Meio século de Primavera silenciosa: um livro que mudou o mundo. Desenvolvimento e Meio Ambiente. Editora UFPR n. 28. 2013. p. 207-215.

CORTEZ, C. S. Conhecimento Ecológico Local, Técnicas de Pesca e Uso dos Recursos Pesqueiros em Comunidades da Área de Proteção Ambiental Barra do Rio Mamanguape,

Paraíba, Brasil. João Pessoa – PB. Dissertação de Mestrado. Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, Paraíba. 2010. 90p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Gestão Ambiental Territorial na Área de Proteção Ambiental da Barra do Rio Mamanguape (PB). Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. 2008. n 50.

FERREIRA, M. V.; RIEDEL, P. S.; MARQUES M. L. TINÓ, T. M. - Comparação entre técnicas de classificação digital de imagens para detecção de mudanças do uso e cobertura da terra.2010. Acesso: <http://www.seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/43696/22960>

FURTADO, L. G; MORALES, G. P; SILVA, D. F. PONTES, A. N. Transformações do uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Murucupi, Barcarena, Pará. Revista Brasileira de Geografia Física v.13, n.05. 2020. 2340-2354P.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manuais Técnicos em Geociências: Manual Técnico de Uso da Terra: Rio de Janeiro. 3ª ed. 2013, 171p.

IBGE (2021)https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/cobertura- e-uso-da-terra.html.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBio). Plano de manejo: Área de proteção ambiental da barra do rio Mamanguape, área de relevante interesse ecológico de manguezais da foz do rio Mamanguape. Brasília, 2014.

LEPSCH, I. F. Formação e Conservação dos solos. São Paulo: 2ªed. Oficina de Textos, 2010, 216p.

LONGO, G. R; VINHOLI JÚNIOR, A. J. Etnoconhecimento e Educação Ambiental: um mapeamento de artigos em periódicos nacionais. REMEA. v. 39, n.1.2022. p. 27-48.

LOUREIRO, C. F. B. Contribuições teórico-metodológicas para a educação ambiental com povos tradicionais. Ensino, Saúde e Ambiente – Número Especial. 2020.p. 133-146.

MARINO, M.T.R.D; FERNANDES,D; MORAES, S.G; TAJRA, A. A. Vulnerabilidade física de parte do litoral leste do Ceará à erosão. Desenvolvimento e Meio Ambiente, Curitiba, v. 38, 2016. 253-281p.

OLIVEIRA, M. M; UHMANN, R. I. M. Educação Ambiental na perspectiva de Rachel Carson: um olhar aos anais da ANPEd. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental: remea. v. 38, n. 1. 2021. 362-373p.

PAVANIN, E. V; CHUERUBIM, M. L; LÁZARO, B. O. NISHIYAMA, L. Geoprocessamento aplicado ao diagnóstico de uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do córrego Guaribas em Uberlândia–MG. Revista de Engenharia Civil IMED, 3(2), 2016. 24-38p.

PERAZZO, A. R. F; MENESES, L. F; CAVALCANTE, M. B. Etnogeodiversidade em comunidade tradicional da barra do rio Mamanguape, município de Rio Tinto, Paraíba, Brasil. Revista Ouricuri. Bahia, v.3, n.2, p. 2013. 1-18p.

PEREIRA, M. S; ALVES, R. R. N. Composição Florística de um remanescente de Mata Atlântica na Área de Proteção Ambiental Barra do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. Revista De Biologia e Ciências Da Terra. v.6. 2006. 357-366p.

RESENDE. M. 500 anos de uso do solo no Brasil. In: ARAUJO, Q. R. (org.). 500 anos de uso do solo no Brasil. Ihéus, Ba: Editus, 2002. 605p.

ROSA, R. Introdução ao geoprocessamento - Universidade Federal de Uberlândia: Instituto de Geografia - Laboratório de Geoprocessamento (2013).

SILVA, M. F. Discursos agronômicos e a relação homem/natureza: a questão da formação profissional. In: ARAUJO, Q. R. (org.). 500 anos de uso do solo no Brasil. Ihéus, Ba: Editus, 2002. 605p.

SILVA, M.P; SANTOS, F. M., LEAL, A. C. Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do córrego da Olga, UGRHI Pontal do Paranapanema– São Paulo. Revista Sociedade & Natureza, 28(3), 2016. 409-428p.

VASCONCELOS, F. G.; BRAZ, V. da S; RODRIGUES, F. F. Percepção dos problemas ambientais em uma comunidade ribeirinha da região amazônica brasileira. ANAIS SNCMA, v. 8, n. 1, 2017.

Degradação dos solos por erosão acelerada e políticas públicas ambientais na bacia do rio Bacanga, Ilha do Maranhão

Soil degradation by accelerated erosion and environmental public policies in the Bacanga River basin, Maranhão Island

Karina Vieira de Govêa
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0003-3970-944X
kvieira532@gmail.com

José Fernando Rodrigues Bezerra
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0002-6333-8768
fernangeo@yahoo.com.br

Gilberlene Serra Lisboa
Universidade Federal do Rio de Janeiro
0000-0001-7348-4155
gilberlene_@hotmail.com

Resumo: A bacia do rio Bacanga localiza-se na Ilha do Maranhão, na região Noroeste do município de São Luís. Esta é considerada a segunda maior bacia da Ilha. A mesma passa por processos de desmatamento, exploração mineral, contaminação por resíduos sólidos, e principalmente, processos erosivos acelerados como as erosões lineares denominadas Torres 1, Torres 2, Parque Timbiras, Parque dos Nobres, Sacavém, Vila Industrial Maracanã e Vila Industrial 2 e entre outras. Neste cenário, as políticas públicas são essenciais para a preservação e manutenção destas áreas, no entanto, não é o que ocorre, sejam por processos naturais ou por ações antrópicas que promovem o desmatamento ou até o aceleramento de processos erosivos. Os procedimentos realizados para o desenvolvimento da pesquisa se resumem a levantamentos bibliográficos e cartográficos, visitas de campo, mapeamentos, levantamento das políticas públicas em diferentes esferas e a classificação destas conforme a realidade encontrada durante as visitas de campo.

Palavras-chave: Bacia; Políticas públicas; Erosão; Bacanga.

Abstract: The Bacanga river basin is located on the Island of Maranhão, in the Northwest region of the municipality of São Luís. This is considered the second largest basin on the Island. It goes through processes of deforestation, mineral exploration, contamination by solid waste, and mainly, accelerated erosion processes such as the linear erosions called Torres 1, Torres 2, Parque Timbiras, Parque dos Nobres, Sacavém, Vila Industrial Maracanã and Vila Industrial 2, among others. In this scenario, public policies are essential for the preservation and maintenance of these areas, however, this is not what happens, either by natural processes or by anthropic actions that promote deforestation or even the acceleration of erosion processes. The procedures carried out for the development of the research are limited to bibliographic and cartographic surveys, field visits, mapping, survey of public policies in different spheres and their classification according to the reality found during the field visits.

Keywords: Bowl; Public policy; Erosion; Bacanga.

Introdução

O interesse pela conservação do território não é atual, discussões sobre o uso adequado do solo e os impactos que o mau uso e as ocupações irregulares causam, vem se

tornando cada vez mais frequentes, tais questões vêm promovendo debates ao redor do mundo já que impactam de forma direta o meio ambiente.

No Brasil, o desejo em garantir o desenvolvimento de áreas mais vulneráveis e de forma sustentável vem desde o período colonial. As políticas públicas são essenciais para a preservação e manutenção de áreas tidas como naturais, no entanto, nos últimos tempos muitas áreas que deveriam ser protegidas vêm sendo afetadas, sejam por processos naturais ou por ações antrópicas que promovem o desmatamento ou até mesmo o aceleramento de processos erosivos. Tais políticas podem ser relacionadas ao território usado, caracterizado por Santos (1999), como ambiente de criação, desenvolvimento e ampliação dos programas e de ações de ordem dos governos, sejam estes: estaduais, municipais ou até mesmo federais que de alguma forma tem como consequência as próprias políticas públicas.

Considerando a relevância das políticas públicas em relação ao território e a sua conservação, estas se tornam indispensáveis para o planejamento e desenvolvimento do mesmo. Rodrigues (2014), afirma que as políticas públicas podem ser definidas como as intervenções de autoridades que venham a interferir de forma direta nos limites territoriais, desta forma percebe-se o quanto ambos (território e políticas públicas) se interligam.

Quanto ao uso e ocupação do território, podemos citar a expansão da malha urbana de forma desordenada como um dos principais problemas socioambientais dos últimos anos. Na Ilha do Maranhão, formada pelos municípios de São Luís, Raposa, Paço do Lumiar e São José de Ribamar, os processos de urbanização impõem vulnerabilidade em determinadas áreas do território destes quatro municípios.

Entre as bacias hidrográficas presentes no município de São Luís estão as bacias de Estiva, Inhaúma, Tibiri, Itaqui, Anil, Bacanga, Paciência, Maracanã, Calhau e praias (NUGEO, 2016).

Na bacia do rio Bacanga, tem-se cada vez mais expostas às consequências do mau uso e manejo do solo, como a retirada da cobertura vegetal e de outros recursos minerais como a areia e argila, tem resultado na exposição do solo, aceleramento de processos erosivos e com o passar do tempo resultará em áreas de voçorocamento.

As políticas públicas são essências para o planejamento e preservação das áreas que devem ser conservadas no território, a fim de que se consiga determinar áreas que precisam ser mantidas ou recuperadas para que problemas maiores não ocorram. No entanto, faz-se necessário a aplicação e fiscalização destas políticas de preservação para que as mesmas sejam mais eficientes.

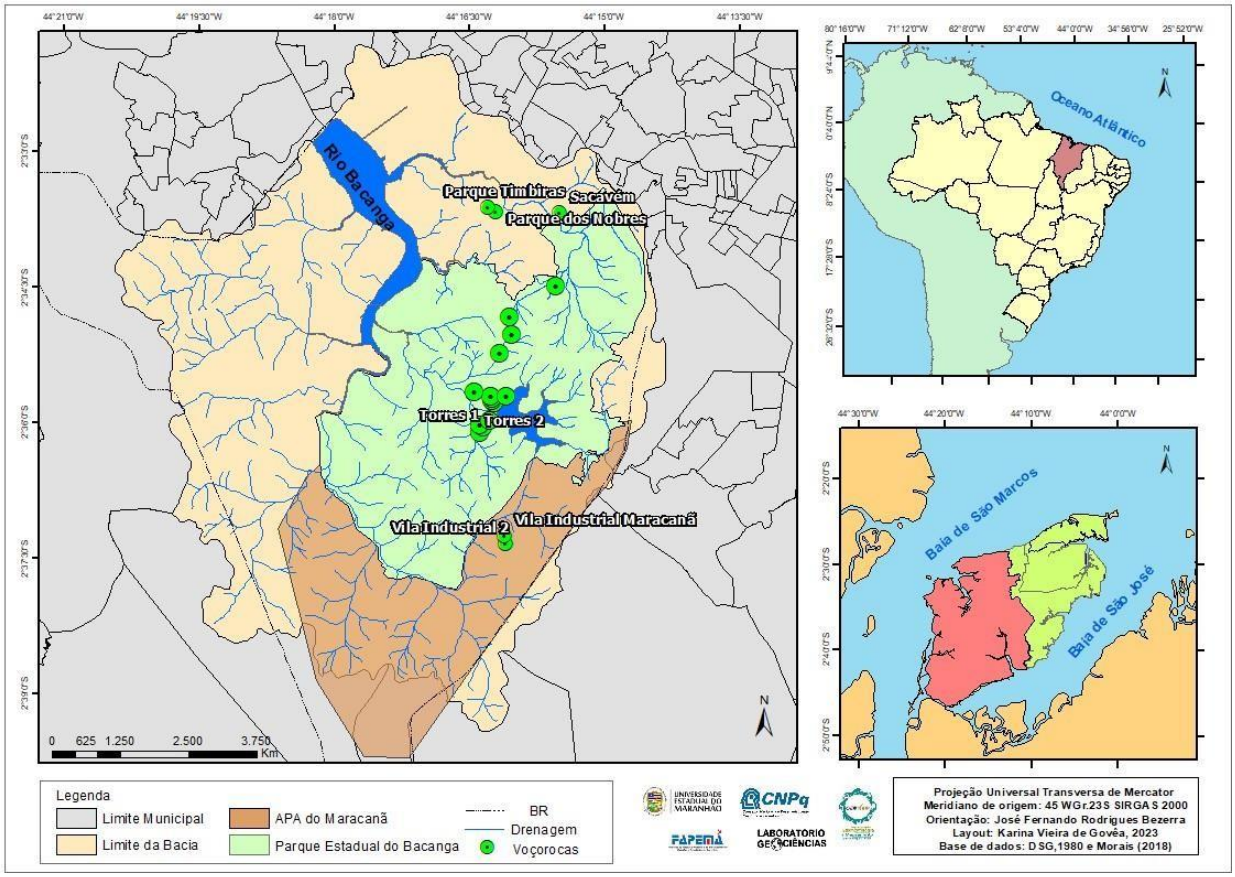
No Estado do Maranhão, em virtude da importância da preservação dessas e outras áreas, foram instituídas as secretarias como a SEMA (Secretaria Estadual de Meio Ambiente) e órgãos como SDEA (Superintendência de Desenvolvimento e Educação Ambiental) e o

DPCA (Departamento de Preservação Ambiental e Conservação Ambiental), visando um “controle” maior de tais áreas. Atualmente, tem-se conhecimento de algumas políticas públicas cuja função é viabilizar a proteção da área da bacia do rio Bacanga, com foco no Parque Estadual do Bacanga e a Área de Preservação Ambiental do Maracanã, já que ambos são classificados como UC (Unidade de Conservação) . Segundo Correia (2011), tais políticas constituem-se como uma necessidade inquestionável das sociedades humanas, pois garantem a proteção dos recursos naturais.

Esta pesquisa tem como objetivo geral analisar as políticas públicas e a degradação dos solos na bacia do rio Bacanga, Ilha do Maranhão, considerando os seus impactos do descumprimento destas na área de estudo em relação à aceleração dos processos erosivos.

Tendo como objetivos específicos mapear os processos erosivos acelerados e áreas circunvizinhas na bacia hidrográfica do rio Bacanga, Ilha do Maranhão, correlacionando com as políticas públicas e identificar as políticas públicas municipais, estaduais e federais de preservação ambiental que impactam os processos erosivos na área de estudo.

Figura 1- Mapa de localização da bacia do rio Bacanga.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Referencial Teórico

Políticas públicas

A política pode ser caracterizada como algo que sempre existiu, já que a sua história está ligada diretamente com a própria história da humanidade, a política é comumente relacionada a ideia de poder e a forma de exercê-lo. Neste contexto, as políticas públicas surgem como uma estratégia social que visa impor uma expressão política (MAAR, 2017).

O conceito de políticas públicas nasce como consequência da Guerra Fria e da exaltação da chamada tecnocracia de modo a enfrentar seus efeitos, (SOUZA, 2006). Tendo como principais representantes da área nomes como H. Laswell, H. Simon, D. Easton e C. Lindblom. Para se compreender a importância das políticas públicas, é indispensável estabelecer o papel do estado diante das mesmas, o estado tem como obrigação assegurar e promover o bem-estar social. O estado reafirma esse papel ao criar e aplicar as políticas públicas.

No Brasil, inicialmente as políticas públicas não estavam ligadas a promoção do bem-estar social de forma coletiva, mas ao caráter desenvolvimentista que o país idealizava até por volta de 1980, fundamentada no interesse da preservação territorial e também na segurança do mesmo, o Brasil começou a idealizar políticas sociais tais como as de preservação ambiental e etc.

Políticas públicas e território

O conceito de território é vasto e considerado complexo em todas as áreas em que o mesmo é abordado, seja pela geografia ou até mesmo nas ciências políticas (ARAÚJO, 2014). Tal conceito na geografia surgiu a partir do estudo do espaço geográfico e o interesse em desenvolver ou descobrir tudo que o norteia.

A palavra território é original do latim territorium e tem como significado pedaço de terra que foi apropriado (CRESPO, 2010).

O território é uma construção marcada por diferentes conflitos resultantes em sua maioria de disputas entre pessoas de classes distintas que visam à ocupação do mesmo (CORRÊA, 1989). Agora, as políticas públicas apresentam-se como parte de uma possível solução de tais fatos. Para se compreender a relação entre políticas públicas e o território é indispensável reconhecer o papel desenvolvido pelo estado no mesmo.

Diante disto, entende-se que o território e as políticas públicas necessitam caminharem juntos, pois o território precisa de intervenções para ser conservado e para que os conflitos que venham a se apresentar no mesmo sejam controlados. Estas intervenções

por parte do governo, são pensadas a partir do conceito, uso e ocupação do território, o que o torna uma indispensável ferramenta para a implementação das mesmas.

As políticas públicas são reflexos das implicações dentro de cada território, no que lhe concerne, o território e sua organização ou estruturação consiste em tais políticas que ali foram desenvolvidas e aplicadas. Um não existe sem o outro, ao reconhecer o seu próprio território, os indivíduos ali presentes começam a estabelecer relações de poder e a territorialidade que está intimamente ligada a uma espécie de subjetividade e a sensação de pertencimento ou dominação.

Políticas públicas e erosão

Problemas relacionadas a degradação do solo em todo o território brasileiro, tem se tornado cada vez mais comum. Diante de tais problemáticas é essencial conhecer a fundo as razões por trás desse processo, já que estas ajudam na sua promoção. Primeiramente, é necessário compreender o conceito de erosão e como a mesma se estabelece.

De acordo com Almeida Filho (1998), a erosão é um processo de caráter natural durante o desenvolvimento de uma paisagem. Tais processos têm como consequência a transformação do relevo e com a ação antrópica este mesmo processo intensifica-se com o decorrer do tempo e ela se estabelece através da fragmentação e perda de sedimentos presentes no solo.

Guerra e Cunha (1998), afirmam que a erosão é um processo condicionante por meio das águas das chuvas e por fenômenos que conseguem controlar as variações nos índices da erosão, dentre eles estão: a precipitação, os solos, a cobertura vegetal e até mesmo o uso do solo e o relevo.

Para Fernandes (2011), a erosão dos solos, configura-se como um processo propriamente natural e como agente geológico promove modificações no local onde ocorre. As ações antrópicas, como o desmatamento, ajudam diretamente no agravamento dos processos erosivos, pois ao deixar o solo exposto é mais fácil que as partículas do solo sejam desprendidas e arrastadas.

Problemas como o mau uso do solo e a falta de planejamento em construções de áreas urbanas também intensificam e agravam os processos erosivos, causando diversos prejuízos ao poder público.

A erosão dos solos geralmente ocorre de forma natural, mas quando ocorre de forma acelerada provoca muitos danos e prejuízos. Felizmente em alguns casos tais problemas podem ser minimizados, por obras mitigadoras que ajudem na recuperação de áreas que sofrem com a erosão, assim como afirma (CONCIANI, 2008). Tais obras quando associadas

às políticas públicas podem ajudar na preservação de muitas áreas propicias a tais processos, diminuindo riscos e prejuízos.

Políticas públicas e geografia

As políticas públicas e a geografia estão intimamente relacionadas, a geografia permite e colabora com a formação das políticas públicas e as políticas ajudam no desenvolvimento do espaço e nas relações nele existentes, que servem como objeto de estudo na geografia.

As políticas públicas, de modo geral, visam estabelecer direitos ou promover ações que beneficiem os indivíduos ou que visem o desenvolvimento de onde serão executadas. Essas são aplicadas dentro de um espaço delimitado por fronteiras, podendo ser municipais, estaduais ou nacionais.

Já a geografia estabelece um papel fundamental na articulação das políticas públicas, tanto nas escalas quanto nos recortes espaciais vistos como norteadores das políticas e do planejamento das mesmas (SERPA, 2011).

De acordo com Safatle (2012), quando se fala em políticas públicas é necessário estudar as demandas e conflitos que recaem sobre a sociedade, deste modo, entende-se que é necessário que se conheça o espaço onde esta sociedade se insere.

A geografia ajuda na organização do espaço, pois ao conhecer o território, conhecendo seus limites, suas fragilidades, torna-se mais fácil realizar intervenções por meio de diferentes esferas e colaboradores, já que o território necessita de cooperação (JOUVE, 2007).

As políticas públicas necessitam da geografia para terem uma maior eficiência, ambas são de importância inquestionável para o desenvolvimento de um dado espaço e para assegurar ideais ou direitos dos que ali vivem.

Bacia hidrográfica

Ao longo do tempo, bacia hidrográfica foi conceituada por diferentes autores, no entanto, estes conceitos possuem grande semelhança. Barrela (2001), a define como terras ou um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes, que se forma nas regiões de maior altitude, onde as águas das chuvas podem infiltrar formando nascentes ou lenções freáticos ou escorrer formando rios, ou lagos.

Para Tucci (1997), as bacias são áreas que captam água de precipitação e as escoam para um único destino, são compostas por vertentes e por redes de drenagens que é o resultado das interações dos rios presentes na bacia hidrográfica. As bacias podem se

encontrar em áreas de regiões de domínio estadual ou federal, saber a sua delimitação é de extrema importância para o gerenciamento.

Procedimentos metodológicos

Levantamentos bibliográficos e cartográficos

Os conteúdos relacionados às políticas públicas e degradação dos solos foram pesquisados em diferentes fontes, como internet, livros, artigos científicos, monografias, dissertações e teses.

Atividade de campo

Foram realizadas duas visitas de campo que ocorrem no dia 04 de dezembro de 2021 e no dia 21 de julho de 2022, que possibilitaram a avaliação e eficiência das políticas públicas implantadas e sua relação com a degradação dos solos na bacia do rio Bacanga.

Mapeamento

O mapeamento das áreas degradadas por erosão, como as ravinas e voçorocas, foi baseado na interpretação nas imagens do Google Earth (2020), bem como checagem em campo, para elucidar algumas dúvidas que se originaram a partir da interpretação. Durante o trabalho de campo, foi utilizado o GPS, para localizar os diferentes uso e ocupação do solo, as feições erosivas e as cicatrizes dos movimentos de massa mapeados em gabinete, bem como para registrar feições mais recentes que não apareçam nas fotografias e imagens de satélite e/ou não tenham sido detectadas durante a fotointerpretação e foi utilizado o software Arcgis para a confecção dos mapas aqui apresentado e com as bases de dados DSG 1980 e informações do CPRM.

Políticas públicas

As políticas públicas foram levantadas nos portais de órgãos governamentais, nas esferas municipal, estadual e nacional, com o objetivo de identificar o conjunto de políticas públicas que influenciam a degradação dos solos. Elas foram sintetizadas em um quadro, conforme KRÜGER et al., (2017) e Andrade(2021), com a finalidade de gerar uma visão integrada das ações efetivadas no tocante à sua influência na degradação dos solos. O quadro foi organizado com as seguintes informações: órgão responsável, objetivo, ações desenvolvidas, abrangência, período de atuação, escopo de atuação (social, ambiental e econômico), e tema prioritário abordado.

Resultados

A bacia hidrográfica do rio Bacanga situa-se na Ilha do Maranhão, na região Noroeste da cidade de São Luís, capital maranhense e conta com aproximadamente 110 $Km2$, caracterizando-se como a segunda maior bacia do da Ilha. Ao Sul tem o seu limite com ao tabuleiro do Tirirical, ao Norte limita-se com a bacia hidrográfica do Anil e a baía de São Marcos, a Oeste com a bacia hidrográfica do rio dos Cachorros e ao Leste com as bacias dos Cachorros, Anil e Paciência (SILVA, 2012).

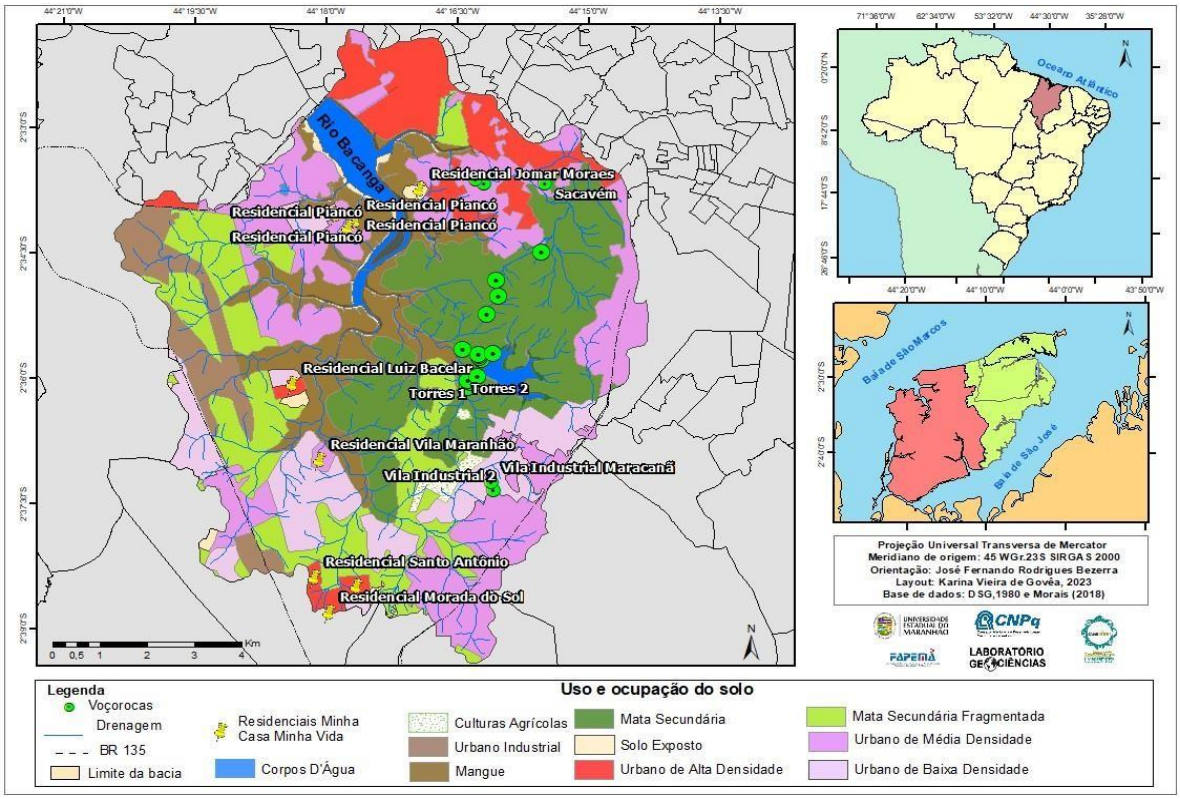
A área da bacia tem o seu processo de urbanização ligado ao processo de industrialização das áreas circunvizinhas, o rio Bacanga é o mais importante rio da bacia com suas nascentes propagadas pelos bairros adjacentes ao Maracanã com uma extensão próxima a 22 Km (LISBOA, 2016). Essa bacia abriga importantes áreas de proteção ambiental, assim como o reservatório da Batatã que fornece água a cidade onde se localiza, e a unidade de conservação do parque Estadual do Bacanga e a Área de Proteção Ambiental do Maracanã (MARTINS, 2008).

A estrutura geológica da área da bacia hidrográfica do rio Bacanga é composta por Formação Itapecuru, de origem do Cretáceo, Formação Barreiras, originadas do Terciário e Formação Açuí oriundas do Quaternário (BEZERRA, 2011). A bacia do rio Bacanga tem a sua estrutura inserida na bacia de São Luís, sendo resultado de fenômenos climáticos e oceanográficos. Tendo os cursos d'águas ali presentes como os principais agentes responsáveis pelos processos de erosão na área (LISBOA, 2016). Os corpos d'água nesta bacia são formados pelo rio Bacanga, este sendo o principal componente hidrológico e possui os rios da Bica, Gapara, Sacavém e Coelho como importantes afluentes.

Quanto a hipsometria da área, esta está dividida em 5 classes e varia de 0 a 55. Em relação à declividade, a mesma está divida em 4 classes e varia de 0 à 90. Quanto ao uso e cobertura da bacia do rio Bacanga, foi possível identificar áreas de culturas agrícolas, mangue, urbano industrial, mata secundária, solo exposto, urbano de alta densidade, mata secundária fragmentada, urbano de média intensidade e urbano de baixa intensidade assim como é possível identificar no mapa a seguir (Figura 2).

Outro fator de alta relevância são os condomínios residenciais localizados dentro da bacia e que foram construídos em áreas inapropriadas e que contribuem de forma significativo para os impactos ambientais oriundos de ações antrópicas na região, os mesmos totalizam-se em torno de 7 condomínios.

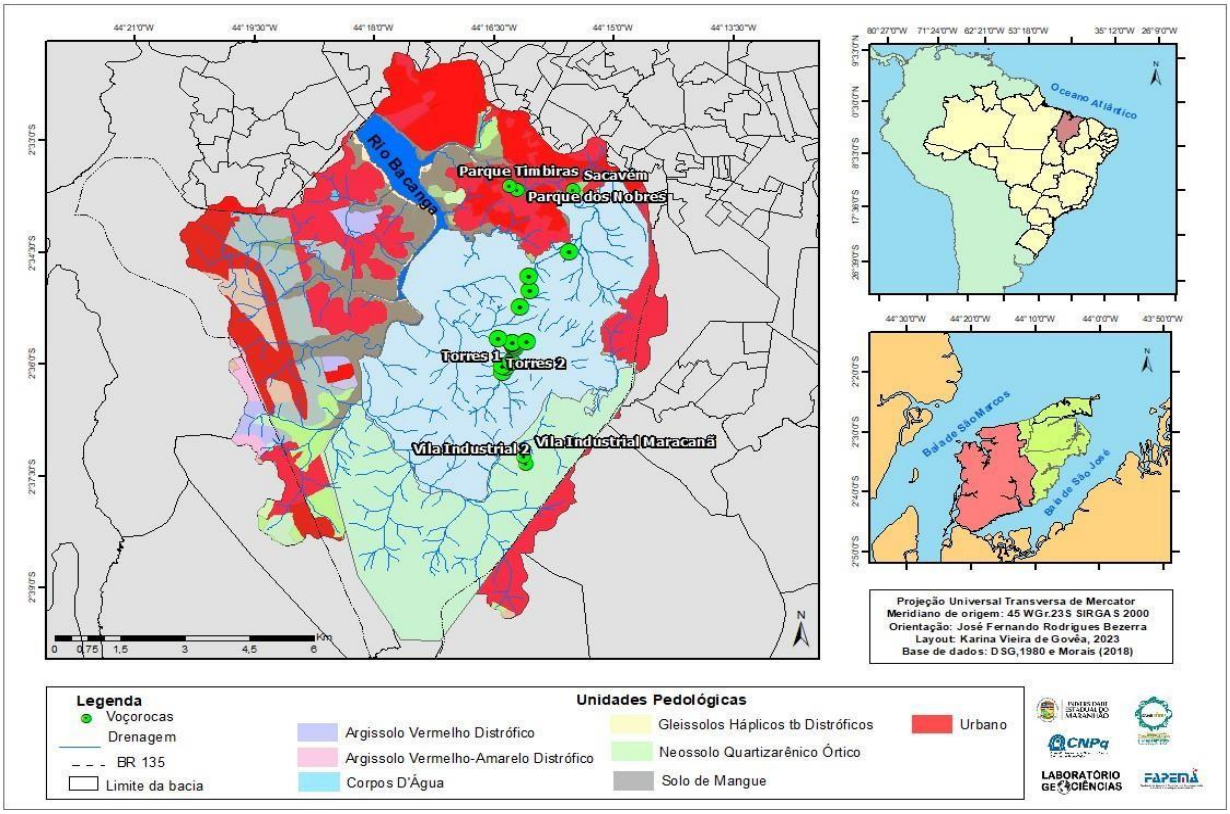
Figura 2 - Mapa de uso e ocupação do solo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

E a Ilha do Maranhão é marcada por uma transição dos climas tropical úmido amazônico e o semiárido nordestino, sendo o tropical úmido mais presente. De acordo com Dias (2012), o clima tropical úmido é do tipo Aw, conforme a classificação de Koppen. Tendo períodos de chuva e estiagem. Os solos na área são dos tipos argissolo vermelho distrófico, argissolo vermelho-amarelo distrófico, gleissolos háplicos tb distróficos, neossolo quatizarênico órtico, solo de mangue e urbano como é possível identificar no mapa abaixo.

Figura 3 - Mapa das unidades pedológicas da bacia do rio Bacanga.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Além do desmatamento, exploração e até mesmo poluição de algumas áreas, na bacia do rio Bacanga também é possível identificar áreas que sofrem com intensos processos erosivos, até o momento, foi possível mapear pelo menos 14 voçorocas, dentre estas estão as Torres 1 e Torres 2 que se localizam na Unidade de Conservação do Parque Estadual do Bacanga, a do Parque Timbiras, Parque dos Nobres, Sacavém, Vila Industrial Maracanã e Vila Industrial 2, estas possuem essas denominações devido ao bairro nos quais as mesmas estão localizadas e são estas que irão ser avaliadas. Esses processos erosivos são de caráter natural, propiciado pelas características geoambientais já citadas, mas que se agravaram por meio das ações antrópicas promove riscos as comunidades locais e ao meio ambiente. Quanto às políticas públicas ambientais levantadas, estas foram divididas nos âmbitos municipais, estaduais e federal assim como demonstrado nos quadros abaixo.

Quadro 1 - Principais políticas públicas ambientais no âmbito federal relacionadas à temática da pesquisa.

Políticas Públicas	Órgão Responsável	Objetivo	Abrangência	Data de aprovação	Escopo de atuação/ Tema Prioritário
Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938 de 31/08/1981)	Congresso Nacional	Preservação e recuperação do meio ambiente	Brasil	31/08/1981	Garantir um meio ambiente equilibrado de forma ecológica
Constituição Federal de 1988	Congresso Nacional	Promover a preservação do meio ambiente e da sua diversidade	Brasil	05/10/1988	Garantir o direito ao meio ambiente equilibrado
Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305 de 02/08/ 2010)	Congresso Nacional	O descarte correto dos resíduos sólidos	Brasil	02/08/2010	Assegurar que pessoas físicas ou jurídicas gerenciem de forma correta os resíduos produzidos por estas.
Política Nacional de Educação Ambiental (Lei Federal nº 9.795 de 27/04/1999)	Congresso Nacional	Oferecer a educação em todos os níveis educacionais	Brasil	27/04/1999	Secretarias de meio ambiente e outras instituições públicas ou privadas
Lei de Gestão de Florestas Públicas para a produção sustentável (Lei Federal nº 11.284/2006 de 02/03/2006)	Congresso Nacional	Promover a gestão das florestas de forma sustentável	Brasil	02/03/2006	Criação do Serviço Florestal Brasileiro
Lei de sanções penais e administrativas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente (Lei Federal nº 9.605/1998 de 12/ 02/1998)	Congresso Nacional	Punir as ações nocivas ao meio ambiente	Brasil	12/02/1998	Assegurar penalidades para atividades lesivas ao meio ambiente
Lei do Estatuto da Cidade: bem estar do cidadão e o equilíbrio ambiental (Lei Federal nº 10.257/2001 de 10/07/2001)	Congresso Nacional	Ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana	Brasil	10/07/2001	Estabelecer normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana, o bem estar social e o equilíbrio urbano.

Fonte: Elaborado pelos autores com base no layout do quadro de Krüger et al., (2017) e Andrade (2021) e informações de Brasil (1981, 1988, 1998, 1999, 2006, 2010).

Quadro 2 - Principais políticas públicas ambientais no âmbito estadual relacionadas à temática da pesquisa.

Políticas Públicas	Órgão Responsável	Objetivo	Abrangência	Data de aprovação	Escopo de atuação/ Tema Prioritário
Criação do Parque Estadual do Bacanga (Decreto Estadual n° 7545 de 07/03/1980)	Assembleia Legislativa do Estado do Maranhão	Conservar o ambiente natural favorável para o desenvolvimento de atividades humanas de caráter cientifico, educativo e recreativo.	Estado do Maranhão	07/03/1980	Preservação ambiental
Decreto de criação da área de proteção ambiental do Maracanã (Decreto Estadual nº 12.103 de 01/10/ 1991)	Assembleia Legislativa do Estado do Maranhão	Conservar a área natural a fim de promover um desenvolvimento sustentável	Estado do Maranhão	01/ 10/1991	Preservação ambiental
Lei de declaração de proteção das florestam que delimitam São Luís (Lei Estadual nº 6.883/ 1994 de 26/09/1944)	Assembleia Legislativa do Estado do Maranhão	Promover a conservação do meio ambiente e da biodiversidade	Estado do Maranhão	26/09/1944	Preservação ambiental
Constituição do Estado do Maranhão	Assembleia Legislativa do Estado do Maranhão	Promover a conservação do meio ambiente e da biodiversidade	Estado do Maranhão	05/10/1989	Garantir o direito ao meio ambiente equilibrado
Código de Proteção do Meio Ambiente do Estado do Maranhão (Lei Estadual nº 5.405/1992 de 08/04/1992)	Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA	Conservação e recuperação do meio ambiente	Estado do Maranhão	08/04/1992	Garantir o direito ao meio ambiente equilibrado ecologicamente
Novos limites do parque Estadual do Bacanga (Decreto nº 9550 de 10/04/1984)	Assembleia Legislativa doEstado do Maranhão	Excluir áreas ocupadas de forma irreversível do parque Estadual do Bacanga	Estado do Maranhão	24/04/1984	Estabelecer novos delimites ao parque Estadual do Bacanga
Lei de Exclusão de áreas ocupadas de forma irreversível (Lei Estadual nº 7.712/2001 de 14/12/2001)	Assembleia Legislativa do Estado do Maranhão	Excluir áreas ocupadas de forma irreversível do parque Estadual do Bacanga	Estado do Maranhão	14/12/2001	Estabelecer novos delimites ao parque Estadual do Bacanga
Lei de redefinição dos limites do parque Estadual do Bacanga Lei Estadual nº 11.343/ 2020 de (29/09/2020)	Assembleia Legislativa do Estado do Maranhão	Dispõe sobre os objetivos e sobre a redefinição dos limites do Parque Estadual do Bacanga e dá outras providências	Estado do Maranhão	29/09/2020	Estabelecer novos delimites ao parque Estadual do Bacanga

Fonte: Elaborado pelos autores com base no layout do quadro de Krüger et al., (2017) e Andrade (2021) e informações de (1980, 1984, 1989, 1991, 1992, 1994, 2001, 2020).

Quadro 3 - No âmbito Municipal.

Políticas Públicas	Órgão Responsável	Objetivo	Data de aprovação	Escopo de atuação/ Tema Prioritário
Plano Diretor do Município de São Luís. (Lei Municipal N° 4.669 de 11/10/2006)	Prefeitura Municipal de São Luís / MA	Promover o desenvolvimento na cidade de forma que não cause danos socioambientais.	11/10/2006	Desenvolvimento do Município

Fonte: Elaborado pelos autores com base no layout do quadro de Krüger et al., (2017) e Andrade (2021) de São Luís (2006).

A partir do levantamento das políticas públicas ambientais, associou-se as mesmas as áreas de voçorocamento e em seguida realizou-se uma análise da eficiência destas conforme a realidade encontrada no local principalmente durante as visitas de campo, conforme o quadro a seguir.

Quadro 4 - Avaliação das políticas públicas.

Voçoroca	Políticas Públicas	Objetivo	Avaliação da Política Pública	Imagens
Voçoroca Torres 1	Politica Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305 de 02/08/2010). Politica Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938 de 31/08/1981).	O descarte correto dos resíduos sólidos. Preservação e recuperação do meio ambiente.	Na voçoroca analisada, as políticas aqui relacionadas acabam não alcançando o seu objetivo e isso fica evidente pelo descarte irregular de resíduos sólidos de forma desordenada no local. Comprometendo o meio ambiente, seu desenvolvimento, preservação e recuperação.	
Voçoroca Torres 2	Politica Nacional de Resíduos Sólidos (Lei Federal nº 12.305 de 02/08/2010). Politica Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal nº 6.938 de 31/08/1981)	O descarte correto dos resíduos sólidos. Preservação e recuperação do meio ambiente.	Na voçoroca Torres 2, as políticas não possuem um alto grau de eficiência e fica evidente pelo descarte irregular de resíduos sólidos de forma desordenada no local. Comprometendo o meio ambiente, seu desenvolvimento, preservação e recuperação.	
Voçoroca Sacavém	Lei do Estatuto da Cidade: bem estar do cidadão e o equilíbrio ambiental (Lei Federal nº 10.257/2001 de 10/07/2001). Plano Diretor do Município de São Luís. (Lei Municipal nº 4.669 de 11/10/2006).	Preservação e recuperação do meio ambiente. Promover o desenvolvimento na cidade de forma que não cause danos socioambientais.	Apesar de visarem a recuperação do meio ambiente e o desenvolvimento das cidades sem impactos socioambientais, as políticas públicas analisadas não conseguem cumprir seus objetivos devido a expansão da malha urbana que ocorre de forma irregular, gerando impactos diretos ao meio ambiente.	
Voçoroca Parque Timbiras	Lei do Estatuto da Cidade: bem estar do cidadão e o equilíbrio ambiental (Lei Federal nº 10.257/2001 de 10/07/2001). Plano Diretor do Município de São Luís. (Lei Municipal nº 4.669 de 11/10/2001).	Preservação e recuperação do meio ambiente. Promover o desenvolvimento na cidade de forma que não cause danos socioambientais.	A recuperação do meio ambiente e o desenvolvimento das cidades sem impactos socioambientais não ocorre conforme o proposto pelas políticas públicas analisadas, estas não conseguem cumprir seus objetivos devido a expansão da malha urbana que ocorre de forma irregular, gerando impactos diretos ao meio ambiente.	
Voçoroca Parque dos Nobres	Lei do Estatuto da Cidade: bem estar do cidadão e o equilíbrio ambiental (Lei Federal nº 10.257/2001 de 10/07/2001). Plano Diretor do Município de São Luís. (Lei Municipal nº 4.669 de 11/10/2006).	Preservação e recuperação do meio ambiente. Promover o desenvolvimento na cidade de forma que não cause danos socioambientais.	Por se tratar de uma área urbana de média densidade, a localização da voçoroca facilita que a mesma esteja sujeita as alterações humanas e aos impactos gerados a partir das ações antrópicas, tornando as políticas aqui analisadas pouco eficientes principalmente quando relacionado a questão do desenvolvimento sustentável.	
Voçoroca Vila Industrial Maracanã	Lei do Estatuto da Cidade: bem estar do cidadão e o equilíbrio ambiental (Lei Federal nº 10.257/2001 de 10/07/2001). Plano Diretor do Município de São Luís. (Lei Municipal nº 4.669 de 11/10/2006)	Preservação e recuperação do meio ambiente. Promover o desenvolvimento na cidade de forma que não cause danos socioambientais.	Mesmo estando em uma área urbana de baixa densidade, a vegetação da área sofre em alguns pontos com o desmatamento e expansão da malha urbana de forma desordenada, não seguindo alcançar o que é proposto pela lei do Estatuto da cidade e do Plano diretor da cidade de São Luís.	
Voçoroca Vila Industrial 2	Lei do Estatuto da Cidade: bem estar do cidadão e o equilíbrio ambiental (Lei Federal nº 10.257/2001 de 10/07/2001). Plano Diretor do Município de São Luís. (Lei Municipal nº 4.669 de 11/10/2006)	Preservação e recuperação do meio ambiente. Promover o desenvolvimento na cidade de forma que não cause danos socioambientais.	A área sofre com o desmatamento, erosões sofridas em decorrência a exposição do solo, expansão da malha urbana de forma desequilibrada, não preservando o meio ambiente e nem cumprindo as exigências do plano diretor, provando a ineficácia das políticas relacionadas.	

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Conclusão

A bacia do rio Bacanga é uma área que abriga importantes áreas verdes e o reservatório do Batatã, responsável por 20% da água potável da cidade de São Luís. Atualmente existem diversas políticas públicas voltadas para a preservação e o desenvolvimento sustentável da área, no entanto, é notório que estas se tornam ineficiente diante da falta de fiscalização e consciência de boa parte da população que ali reside.

Ações antrópicas combinadas com fenômenos de origem natural, tem proporcionado impactos ambientais, alguns destes considerados irreversíveis, podendo promover prejuízos materiais a população local e ao meio ambiente de forma geral. Na bacia do rio Bacanga, a maioria das políticas públicas analisadas tem uma baixa eficiência e é possível identificar os impactos dessa problemática em boa parte da área de estudo. O descarte de resíduos sólidos e os processos erosivos são comuns na área, às ocupações irregulares também marcam uma área considerável dentro da bacia aqui analisada.

Diante de tais circunstâncias, ocasionadas pelos problemas citados anteriormente e também pelo uso inapropriado do solo e pela extração de materiais como a argila, que gera inúmeros problemas na bacia, cabe ao poder público tomar medidas que juntamente com as políticas públicas já existentes, ajudem na preservação e no planejamento para o desenvolvimento da área e das áreas adjacentes, visando também a conscientização da população. Considerando a relevância das políticas públicas em relação ao território, e a sua conservação, conclui-se que estas se tornam indispensáveis para o planejamento e desenvolvimento do mesmo principalmente em áreas que precisam ser preservadas, como o caso da bacia do rio Bacanga que abriga o Parque Estadual do Bacanga e a área de proteção do Maracanã que foram instituídas por lei com o objetivo de assegurar e preservar a vegetação local e o desenvolvimento destes de forma sustentável.

Referências

ALMEIDA FILHO, G. S. Prevenção de erosões em áreas urbanas. Anais do VI Simpósio Nacional de Controle de Erosão, Presidente Prudente, CD-ROM, 1998.

ANDRADE, Luciano Aranha. políticas públicas e degradação dos solos por erosão acelerada na bacia do rio Tibiri, Ilha do maranhão.Relatório de iniciação científica – UEMA, 2021.

ARAÚJO, G. H. d. S; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. Gestão ambiental de áreas degradadas. 11ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014.

BARRELLA, W. et al. As relações entre as matas ciliares os rios e os peixes. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO; H.F. (Ed.) Matas ciliares: conservação e recuperação. 2.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

BEZERRA, J. F. R. Geomorfologia e Reabilitação de Áreas Degradadas por Erosão com Técnicas de Bioengenharia de Solos na Bacia do Rio Bacanga, São Luís – MA. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós Graduação em Geografia, Rio de Janeiro, 2011.

CONCIANI, W. Processos erosivos: conceitos e ações de controle. 1 ed. Cuiabá: CEFET - MT, 2008, 148p.

CORREA, R. L. O espaço urbano. São Paulo: Ática, 1989.

CORREIA, F. P. Estado do Maranhão e sua política de proteção ambiental, 2011.

CRESPO, M. P. Um estudo sobre o conceito de território na análise geográfica. In: ENCONTRO DE GEOGRAFIA, 3, SEMANA DE CIÊNCIAS HUMANAS, 6, Rio de Janeiro, RJ, 2010. Anais... Rio de Janeiro, 2010.

DIAS, L. J. B. S. Contexto biogeográfico regional das matas de Cocais no Estado do Maranhão (Nordeste do Brasil). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA PARA O PROGRESSO DA CIÊNCIA, 64., 2012, São Luís. Anais [...].

FERNANDES, J. A. Estudo da erodibillidade de solos e rochas de uma voçoroca em São Valentim, RS. 2011. 127f. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil apresentada ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. Santa Maria, 2011.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. Geomorfologia: Uma atualização de bases de conceitos, 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 458p.

JOUVE, B. Le “Political Rescaling” pour théoriser l’Etat et la compétition territoriale en Europe. In: FAURE, A.: LERESCHE, J.-P.; MULLER, P.; NAHRAT, S. (Orgs.). Action Publique et Changements d’Echelles: les nouvelles focales du politique. Paris: L’Harmattan, 2007. p. 45-55.

Krüger, C., Dantas, M. K., CASTRO, J., Passador, C. S., & Caldana, A. C. F. (2017). ANÁLISE DAS POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DA FAIXA DE FRONTEIRA BRASILEIRA1. Ambiente & Sociedade, 20, 39-60.

LISBOA, G. S. Análise da erodibilidade e monitoramento dos processos erosivos acelerados na bacia do rio Bacanga. São Luís, 2016.

MAAR, W.L. O que é política. Brasiliense, 2017.

MARTINS, A. L. P. (2008). AVALIAÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BACANGA (SÃO LUÍS MA) COM BASE EM VARIÁVEIS FÍSICO-QUÍMICAS, BIOLÓGICAS E POPULACIONAIS: SUBSÍDIOS PARA UM MANEJO SUSTENTÁVEL.

NUGEO. Bacias hidrográficas e climatologia no Maranhão. 2016.

RODRIGUES, J. N. Políticas públicas e geografia: retomada de um debate. GEOUSP – Espaço e Tempo (Online), São Paulo, v. 18, n. 1, p. 152-164, 2014.

SAFATLE, V. A esquerda que não teme dizer seu nome. São Paulo: Três Estrelas, 2012.

SANTOS, M. O dinheiro e o território. GEOgraphia, v. 1, n. 1, p. 7-13, 1999. São Luís: SBPC, 2012.

SERPA, A. Políticas públicas e o papel da Geografia. Revista da ANPEGE, v. 7, n. 01, p. 37-47, 2011.

SILVA, Q. D. da. Mapeamento Geomorfológico da Ilha do Maranhão. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia - Presidente Prudente: [s.n], 2012.

SOUZA, C. Políticas públicas: uma revisão da literatura. Sociologias, n.16, Porto Alegre jul./dez. 2006.

TUCCI, C. E. M. 1997. Hidrologia: ciência e aplicação 2.ed. Porto Alegre: ABRH/Editora da UFRGS, 1997. (Col. ABH de Recursos Hídricos, v.4).

Análise da influência dos fatores naturais e antrópicos na gênese de uma voçoroca urbana no Bairro da Liberdade Garanhuns, Pernambuco

Analysis of the influence of natural and anthropic factors in the genesis of an urban gully in Bairro da Liberdade Garanhuns, Pernambuco

Simão Batista de Freitas
Simão Batista de Freitas
Universidade de Pernambuco-UPE
https://orcid.org/0000-0002-7069-2917
simao.freitas@upe.br

Deyvid Luam da Silva Panta
Universidade de Pernambuco-UPE
https://orcid.org/0000-0002-5270-8866
luam.panta@gmail.com

Fernando da Silva Alexandre
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
https://orcid.org/0000-0003-0896-9433
fernando_alexandre@caroatopoagri.com.br

Kleber Carvalho de Lima
Universidade de Pernambuco-UPE
https://orcid.org/0000-0002-9468-2473
kleber.carvalho@upe.br

Daniel Dantas Moreira Gomes
Universidade de Pernambuco-UPE
https://orcid.org/0000-0001-6868-040X
daniel.gomes@upe.br

Resumo: As voçorocas são o estágio mais devastador da erosão, e assim como as formas demais são influenciadas pelas características naturais e antrópicas da área de ocorrência. Assim, o presente estudo objetivou analisar os fatores que influenciaram na formação da voçoroca, seguindo a proposta de Santoro (2015), que divide esses fatores em naturais (clima, vegetação, relevo e tipo de solo) e antrópicos, como uso e ocupação dos solos. Para isso foram levantadas informações em bibliografia, em imagens orbitais e em trabalhos de campo. Com a análise pode ser identificado que a formação da voçoroca teve influência das características naturais da área, sobretudo, da declividade, sendo potencializada pela ação antrópica que retirou a vegetação e influenciou no escoamento superficial. Nesse sentido pode-se entender que mesmo as características naturais da área lhe conferindo alta fragilidade a erosão, a ação antrópica teve papel determinante na formação da voçoroca.

Palavras-chave: Degradação; Erosão; Expansão Urbana.

Abstract: Gullies are the most devastating stage of erosion, and like other forms, they are influenced by the natural and anthropogenic characteristics of the area of occurrence. Thus, the present study aimed to analyze the factors that influenced the formation of the gully, following the proposal of Santoro (2015), which divides these factors into natural (climate, vegetation, relief and type of soil) and anthropic, such as use and occupation of soils. For this purpose, information was collected from bibliography, orbital images and fieldwork. With the analysis it can be identified that the formation of the gully was influenced by the natural characteristics of the area, especially the slope, being enhanced by human action that removed the vegetation and influenced surface runoff. In this sense, it can be understood that even though the natural characteristics of the area make it highly vulnerable to erosion, human action played a determining role in the formation of the gully.

Keywords: Degradation; Erosion; Urban Expansion.

Introdução

A degradação dos solos é definida pela organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura – FAO (1980, *apud* Araújo, Almeida, Guerra, 2008, p. 24) como “a deterioração ou perda total da capacidade dos solos para uso presente e futuro”. Segundo Araújo, Almeida e Guerra (2008) a degradação dos solos pode ocorrer de diferentes formas sendo a erosão a forma mais conhecida delas.

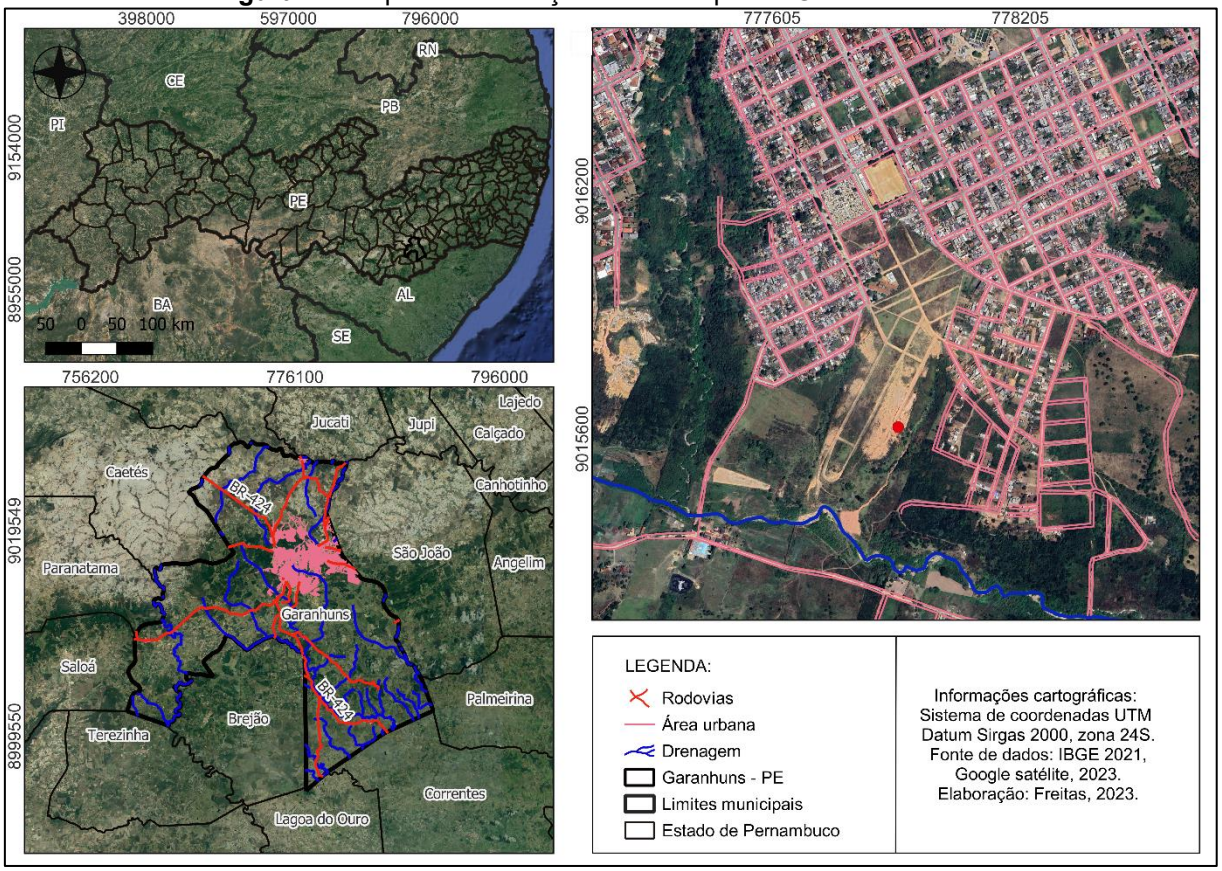
A erosão é definida por Bertoni e Lombardi Neto (2017, p. 74) como “processo de desprendimento e arraste acelerado das partículas do solo causado pela água e pelo vento”. E assim como a degradação a erosão também pode ocorrer de diferentes formas tendo as voçorocas como o estágio mais avançado e potencialmente devastador (Araújo, Almeida, Guerra, 2008; Bertoni; Lombardi Neto, 2017; Santoro, 2015), sendo definidas pela Soil Science Society of America (SSSA) como forma de erosão resultante do fluxo de água concentrado, intermitentes que se relacionam com a chuva e que possuem dimensões de largura e profundidade maiores que 50 centímetros (Marcchioro, Andrade, Oliveira, 2016).

As voçorocas são uma forma de erosão acelerada (Guerra, Bezerra, Jorge, 2023), e que segundo Bispo *et al*., (2018) apesar de serem feições erosivas decorrentes de processos naturais das características pedológicas, litológicas, topográficas, regime de chuvas e cobertura vegetal, também sofrem influência da forma e intensidade de ocupação dos espaços pela sociedade, uma vez que influenciam no escoamento superficial, o que impacta nas taxas de erosão.

Ainda segundo Bispo *et al*. (2018) o processo de voçorocamento sofre grande influência da sociedade que provoca o seu agravamento devido às práticas impróprias de manejo dos solos e mesmo em áreas onde a erosão não se formou devido á ação antrópica, está ainda se apresenta como um dos principais fatores de evolução dessas feições erosivas.

Indo de encontro com os autores supracitados, Santoro (2015) aponta que o fenômeno da erosão sofre diferentes influências das características da localidade onde ocorre. Segundo o autor, essas influências podem ser analisadas de acordo com fatores naturais (clima, vegetação, relevo e tipo de solo) e fatores antrópicos. Nesse sentido o presente estudo tem como objetivo analisar a influência dos fatores apontados por Santoro (2015) na formação de uma voçoroca, localizada no bairro da Liberdade em Garanhuns, Pernambuco (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização do município de Garanhuns – PE.



Fonte: Os autores, (2023).

A escolha da voçoroca para a realização do estudo deu-se em função do rápido processo evolutivo em área que ainda não é ocupada por residências, mas que ouve o processo de loteamento.

Segundo Azambuja (2007) e Azambuja e Corrêa (2015), a área urbana de Garanhuns apresenta alto potencial para desenvolver processos de voçorocamento, em função de heranças morfogenéticas que indicam alta vulnerabilidade associada a fatores como clima e solos. De acordo com os autores supracitados, esses processos encontram-se atualmente em reativação de paleofeições do tipo voçorocas por ação humana, que por sua vez, apresenta papel fundamental no surgimento de processos erosivos sobretudo devido à urbanização de áreas inapropriadas.

Materiais e métodos

Considerando-se que a erosão é fenômeno natural, mas que pode ser influenciado pela ação humana a abordagem adotada no presenta estudo seguiu a proposta de Santoro (2015) que divide os fatores que influenciam o processo erosivo em naturais e antrópicos conforme apresentado no quadro 1.

Quadro 1 - Descrição dos condicionantes naturais e antrópicos no processo erosivo.

Fatores	Descrição
Clima	A ação dos climas sobre o fenômeno da erosão se dá principalmente pela precipitação, é dela que deriva o volume e a velocidade da enxurrada em função da sua intensidade, da duração e frequência das chuvas, sendo que a intensidade é o principal fator, onde quanto maior for a intensidade de chuva, maior será a perda solo por erosão (Bertoni e Lombardi Neto, 2017; Salomão, 2007; Santoro, 2015). Santoro (2015) argumenta ainda que nas regiões que apresentam chuvas abundantes e regulares, são normalmente formados solos profundos e com boa permeabilidade, apresentando assim, maior resistência à erosão. Dadas as características de solo profundo formam-se florestas com maior densidade, protegendo assim os solos contra ação da erosão pelas gotas das chuvas e retendo a ação do escoamento superficial. Em contrapartida, há regiões onde a chuva concentra se em determinado período do ano ocorrendo chuvas torrenciais que apresentam maior capacidade erosiva.
Cobertura vegetal	A cobertura vegetal é a proteção natural que o solo apresenta contra a ação dos processos erosivos (Bertoni e Lombardi Neto, 2017; Salomão, 2007; Santoro, 2015). De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2017, p. 65) essa ação protetora da vegetação é desempenhada da seguinte forma: “a) proteção direta contra o impacto das gotas de chuva; b) dispersão da água, interceptando-a e evaporando-a antes que atinja o solo; c) decomposição das raízes das plantas que, formando canalículos no solo, aumentam a infiltração da água; d) melhoramento da estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, aumentando assim sua capacidade de retenção de água; e) diminuição da velocidade de escoamento da enxurrada pelo aumento do atrito na superfície”. Essa influência da vegetação se dá mesmo em tipos de vegetação que são naturalmente menos densas e que apresentam folhas de tamanho e quantidade menores, como é o caso da caatinga (SEMAS, 2020).
Relevo	A influência do relevo sobre os processos erosivos se dá principalmente pela declividade e pelas formas e extensão das vertentes (Bertoni e Lombardi Neto, 2017; Salomão, 2007; Santoro, 2015). De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2017) o tamanho e a quantidade do material que é arrastado pelas águas das enxurradas dependem da velocidade de seu escoamento que possui relação direta com o declive do terreno. Já Weil e Pires Neto (2007) destacam a forma da vertente, sendo as vertentes de formato convexo distribuidoras de água, as de formato côncavo são coletoras de água. Segundo essa característica (forma) Santoro (2015) aponta que as vertentes côncavas estão mais relacionadas à formação de voçorocas.
Tipos de solo	A influência dos tipos de solo é dada pelas suas características físicas, tais como a textura, estrutura, permeabilidade, profundidade, densidade e pelas suas características químicas, biológicas e mineralógicas (Bertoni e Lombardi Neto, 2017; Santoro, 2015). De acordo com Bertoni e Lombardi Neto (2017) a textura refere-se ao tamanho das partículas, a estrutura é modo como essas partículas se arranjam, a matéria orgânica é dada pela quantidade de matéria orgânica em estado de decomposição ativa que aumenta a

	capacidade de retenção de água, a profundidade e as características do subsolo e aumentam assim a capacidade de armazenamento de água.
Condicionantes antrópicos	Segundo Almeida Filho e Ridente Junior (2001, apud Girão e Corrêa, 2004, p. 48) a influência antrópica é dada da seguinte forma: " (I) a formação de feições erosivas lineares a partir da concentração das águas pluviais provenientes das áreas urbanas; (II) as águas drenadas pelas estradas pavimentadas e não pavimentadas; caminhos e/ou trilhas das águas drenadas das culturas; (III) pastagem quando se deixa o gado transitar continuamente pelas mesmas trilhas; (IV) terraços da área agrícola que descarregam a água nas laterais das estradas; terraços em gradientes que canalizam as águas retidas para divisas de propriedades; áreas agrícolas sem manejo de solos que concentram água na linha de drenagem natural da bacia de captação; (V) água captada pelo leito das estradas e que, por infiltração e distribuição inadequada, adentram nas áreas agrícolas, em algum ponto, desencadeando a formação de processos erosivos". Ainda sobre os condicionantes antrópicos, Santoro (2015) aponta que eles incluem o desmatamento, movimento de terra, concentração do escoamento superficial das águas e uso inadequado dos solos agrícolas e urbanos.

Fonte: Os autores: 2023.

Como apresentado no quadro 1, os fatores naturais e antrópicos em face de suas características influenciam no processo de erosão de diferentes formas. Assim, seguindo a sequência apresentada no quadro 1, bem como as contribuições dos diferentes autores citados foram levantadas informações sobre estes fatores, no intuito de compreender as suas influências no processo de voçorocamento estudado. As informações referentes aos fatores naturais foram majoritariamente obtidas em bibliografia especializada, sendo que para a vegetação também foram obtidos dados em campo e para o relevo além dos dados bibliográficos foram extraídas informações em dados geoespaciais.

Já para os condicionantes antrópicos foram levantados tanto informações na bibliografia, bem como foram utilizadas imagens de orbitais do Google Earth Pro, através da ferramenta de imagens históricas, baseando-se procedimentos realizados nos trabalhos de Batista, Vieira e Marinho (2019) e Oliveira, Francisco e Furegatti (2022), para identificar as alterações na dinâmica de ocupação da área onde a voçoroca se formou.

Além disso foram realizados dois trabalhos de campo em setembro de 2022 e março de 2023 para observação *in loco* da voçoroca. Nestes trabalhos de campo foram realizadas a aquisição de imagens com veículo aéreo não tripulado – VANT, modelo DJI Air 2S, seguindo o roteiro metodológico Silva *et al*., (2015) e Alexandre *et al*., (2017) que consiste nas etapas de planejamento do plano de voo, execução e pós voo.

As imagens do aerolevantamento realizado em 2023 foram processadas no software Agisoft PhotoScan Professional de cordo com o roteiro metodológico de Alexandre *et al*., (2017) que divide as etapas para obtenção dos produtos em: calibração automática da

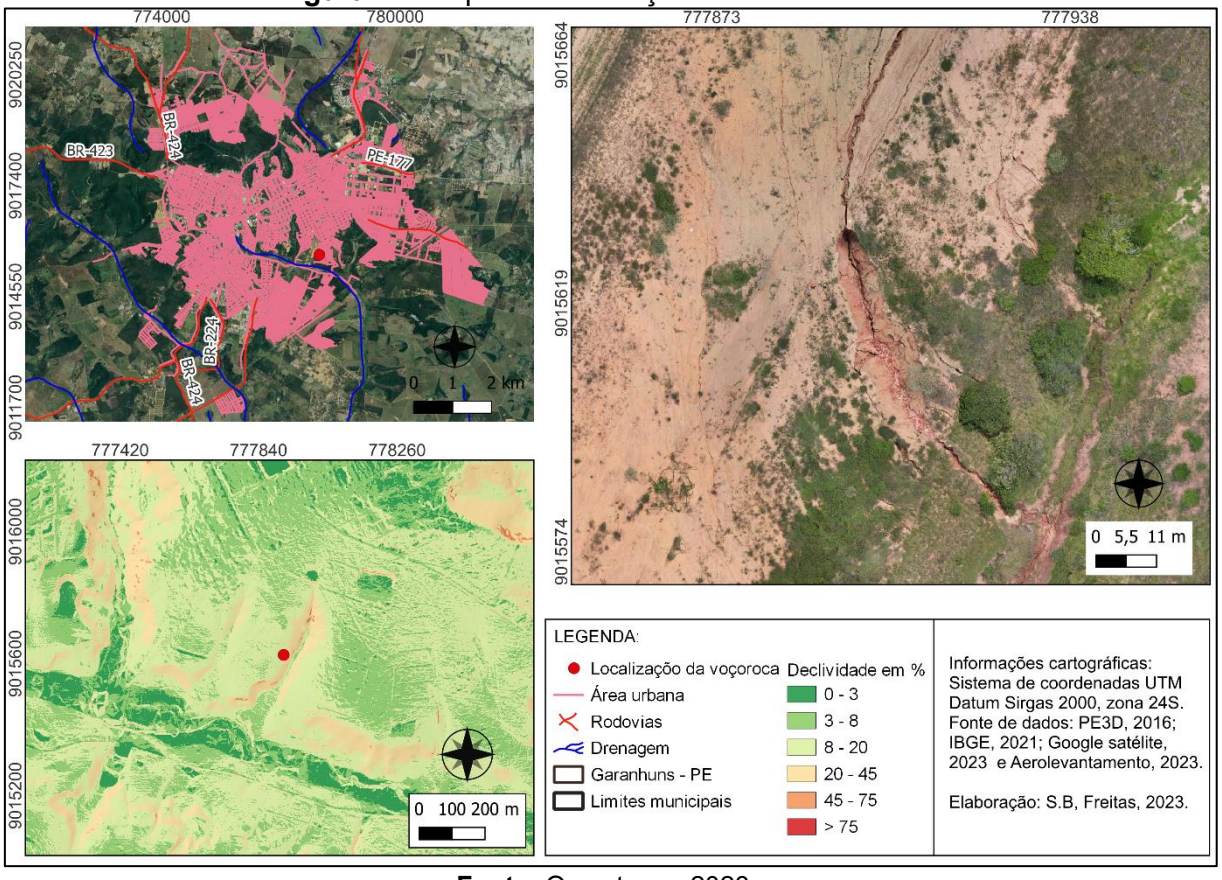
câmera, alinhamento das fotos, geração da nuvem de pontos, criação de um MDS de malha triangular e a geração do ortomosaico. Com esse processamento foi gerado a ortofoto utilizada na elaboração do mapa de localização da voçoroca.

Resultados e discursões

O Bairro da Liberdade em Garanhuns, Pernambuco local de ocorrência da voçoroca objeto de estudo do presente trabalho (Figura 2), apresenta um processo de ocupação desordenado assim como outros bairros da cidade, de acordo com Azambuja (2007) o planejamento urbano em Garanhuns só foi empregado no processo de ocupação do Bairro do Heliópolis, sendo planejado pelo missionário Presbiteriano Rev. Dr. George W. Taylor, durante o mandato do então prefeito Euclides Dourado.

Devida essa falta de planejamento no bairro é possível identificar que as residências localizadas próximas à voçoroca despejam o esgotamento ao ar livre que devido à declividade do terreno acabam escoando para área do loteamento onde a voçoroca se formou e acabando influenciando na formação de sulcos e ravinas.

Figura 2 – Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Os autores, 2023.

Seguindo para a análise dos fatores condicionantes da erosão apresentados por Santoro (2015) com ênfase na compreensão do processo de voçorocamento do Bairro da Liberdade temos:

Clima: Para Barbosa *et al.,* (2016) para compreender o clima de Garanhuns é necessário considera os aspectos de latitude, de exposição aos fluxos de ar, a distância do mar e a cobertura vegetal. Azambuja (2007) e Azambuja e Corrêa (2015), apresentam que a sua posição no topo e a proximidade de rebordo oriental no contexto do Planalto da Borborema conferem ao município uma diferenciação climática em relação ao seu entorno. De acordo com Azambuja e Corrêa (2015), o clima de Garanhuns é do tipo mesotérmico do tipo CSa, apresentando chuvas de outono e inverno segundo a classificação de Koppen, a temperatura média anual é de 20°C e a precipitação média anual atinge cerca de 908,6mm.

Azambuja (2007), alega ainda que a posição do município permite a entrada da Frente polar Atlântica-FPA e das perturbações das Ondas de Leste, o que confere a área um maior índice de precipitação anual. Além disso durante o verão ocorre a atuação do anticiclone subtropical do Atlântico Sul o que garante a permanência de tempo seco, sendo atribuídas raras ocorrências de precipitação durante o verão e a primavera às instabilidades tropicais - ITs.

Cobertura vegetal: de acordo com Andrade-Lima, (1957, *apud* Azambuja, 2007, p. 73) Garanhuns fica inserido na zona fisiográfica da caatinga caracterizando-se em sua maior parte por uma vegetação subperenifólia de médio a baixo porte. Segundo Azambuja (2007) dada a influência da altitude, pluviometria e dos tipos de solo Garanhuns apresenta vegetação com espécies de mata serrana, sendo que devido à ocupação populacional que ocorreu no agreste pernambucano fez com que as reservas de vegetação fossem desmatadas.

Contudo se tratando o contexto em que a voçoroca se formou a área apesar de não ser ocupada por moradias teve sua cobertura vegetal retida dando lugar primeiramente a pastagem e posteriormente foi retirada até mesmo a pastagem quase totalmente devido o processo de loteamento da área onde foi realizada a terraplanagem e a abertura dos arruamentos. Nos trabalhos de campo pode ser observado que grande parte da área abrange a voçoroca está com o solo totalmente exposto.

Relevo: Garanhuns fica inserido em uma área de planalto que integra o Planalto da Borborema e acordo com Azambuja (2007, p. 95) é “estruturado por uma sequência quartzítica sobre embasamento gnáissico do terreno Pernambuco Alagoas”. Ainda de acordo com a autora supracitada na compartimentação geomorfológica de Garanhuns ocorrem as seguintes unidades: patamar erosivo, com área de cimeira 850 e a 950 metros, incluindo-se a estes o morro do Magano que possui altitude de 1.024 metros, pequeno conjunto de serras de direção

ENE/WSW e modelados de dissecação poli convexa a 700 metros de altitude ao sul das serras.

Tratando-se da área de ocorrência da voçoroca apresenta relevo dissecado, com elevação de 805 metros, diferença altimétrica 97 metros em relação nível de base local que é o afluente do rio Mundaú, o riacho do Flamengo e a declividade da área varia de 20 a 75 %, sendo que sua maior área apresenta declividade de 20 a 45%, tais informações foram extraídas do MDT do projeto PE3D e pode ser observado no mapa da figura 2. Ressaltasse ainda que voçoroca apresenta forma do tipo côncava.

Tipos de solos: em Garanhuns ocorrem os seguintes tipos de solos Argissolo Amarelo, Argissolo Vermelho-Amarelo, Latossolo Amarelo, Neossolo Litólico, Neossolo Regolítico e Planossolos Háplico (Embrapa, 2001), sendo que a voçoroca em estudo fica inserida na área de ocorrência dos Latossolos Amarelos.

Segundo Azambuja (2007) podemos entender os Latossolos amarelos que ocorrem em Garanhuns da seguinte forma: os latossolos são formados por minerais altamente intemperizados e argila de baixa atividade (tipo 1:1), apresentam perfis com espessuras superiores a 2 metros, o horizonte B profundo e devido à formação de microagregados no Horizonte B apresentam alta porosidade, que por sua vez permite maior condutibilidade de água ampliando o risco geomorfológico se foram saturados em áreas de encostas.

Ação antrópica: como mencionado anteriormente a área onde ocorreu a formação da voçoroca teve sua vegetação natural retirada dando lugar a pastagens e posteriormente foi loteada deixando-a com o solo exposto. Essa alteração no uso e ocupação da área pode ser observada através de imagens históricas Google Earth Pro na imagem de novembro de 2020 (Figura 3).

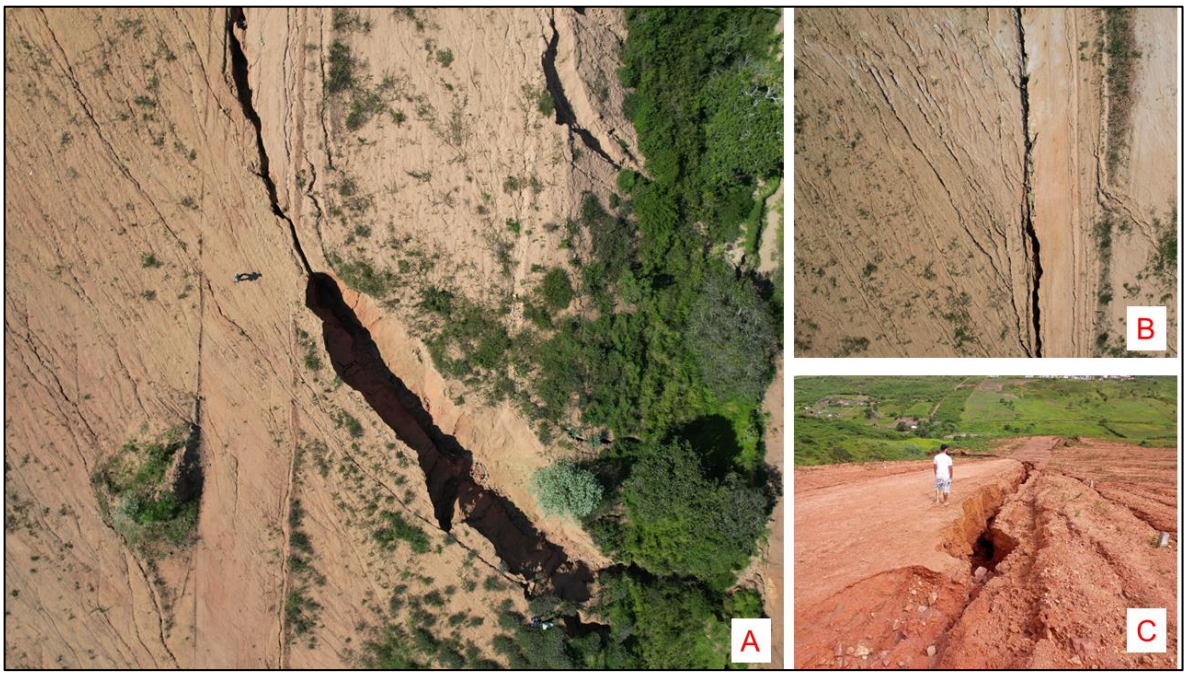
Figura 3 – imagem (A) possibilita a visualização da área ainda vegetada e sem o processo de loteamento. Imagem (B) possibilita visualizar a área sem a vegetação. Polígono em vermelho envolvendo a área onde a vegetação foi retirada e o marcador indicando o local onde a voçoroca formou-se.

Fonte: Google Earth Pro.

Tais alterações intensificam a ação dos processos erosivos, a retirada da vegetação que exerce ação protetora do solo (Bertoni e Lombardi Neto, 2017; Salomão, 2007; Santoro, 2015) aumenta a ação da erosão por salpicamento.

Já a abertura dos arruamentos e loteamentos alteram o escoamento superficial concentrando o fluxo superficial (Almeida Filho e Ridente Júnior, *apud* Girão e Corrêa, 2004), tal interferência pode ser observada na formação da voçoroca em estudo onde em campo pode ser observado antecedendo a voçoroca ocorreu a formação de sulco que evoluir para a ravina que se conecta com a voçoroca, como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 – registros feitos em campo demonstrativos dos processos erosivos que ocorrem na área do loteamento. (A) voçoroca; (B) sulcos e ravinamentos; e (C) início da voçoroca conectada com sulcos e ravinas.



Fonte: Os autores, 2023.

Como mencionado anteriormente a infraestrutura do bairro é precária e a ocupação é realizada de forma desordenada o que leva a problemas estruturais que podem ser evidenciadas pela falta de saneamento básico o que leva a ocorrência de esgotamento a céu aberto o que favorece a formação de sulcos e ravinas devido á declividade do terreno. Esses sulcos e ravinas antecedem a voçoroca e por vezes se conectam com ela.

Considerações finais

Diante do exposto evidencia-se que a voçoroca estudada teve sua formação intimamente ligada as características naturais da localidade que lhe conferem alta fragilidade

ao desenvolvimento de processos erosivos. Aliada a fragilidade natural da localidade a ação antrópica representou um dos fatores de maior influência a formação da voçoroca, sobretudo devido à ocupação urbana que não contou com o devido planejamento, não levando em conta as características naturais da área.

Dada a formação da voçoroca destaca-se a necessidade de serem desenvolvidas atividades que visem a estabilidade o processo visto ele trata-se de um problema ambiental, causando a perca de solo e na estudada causa a também o processo de assoreamento de um dos afluentes do rio Mundaú, o riacho do Flamengo. No mais se destaca que caso área que foi demarcada venha a ser ocupada, pode promover o avanço do processo em andamento conferindo risco a população que porventura venha a residir nas proximidades.

Referências

ALEXANDRE, F. S.; RAMOS. R. P. S.; DEUS. R. A. S. G.; GOMES. D. D. M. Aerofotogrametria de pequeno formato aplicada a realização da cartografia básica da cidade de Palmeirina, PE. Os Desafios da Geografia Física na fronteira do Conhecimento, v 1, p. 5565-5572, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.20396/sbgfa.li2017.2220. Acesso em: 02 de dez. de 2022.

ARAÚJO, G.H.D.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. Gestão ambiental de áreas degradadas, 3ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2008. 320 p.

AZAMBUJA, R. N. Análise geomorfológica em áreas de expansão urbana no Município de Garanhuns PE. 2007. Dissertação de Mestrado em Geografia Universidade Federal de Pernambuco, 2007. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/6920. Acesso em 2 de set. de 2022.

AZAMBUJA, R. N.; CORRÊA, A. C. B. Geomorfologia e áreas de expansão urbana do município de Garanhuns-PE: uma abordagem espaço-temporal dos eventos morfodinâmnicos para o planejamento territorial. Revista Geo UEERJ, Rio de Janeiro. n. 27, p. 202-233, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.12957/geouerj.2015.16739. Acesso em: 04 de novembro de 2023.

BARBOSA, V. V.; WERÔNICA. M. S.; JOSICLÊDA. D. G.; VALÉRIA. S. O. C. Análise da variabilidade climática do município de Garanhuns, Pernambuco Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 9, n. 2, p. 353-367, 2016. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233698. Acesso em: 20 de jan. de 2023

BATISTA, D. C. L.; VIEIRA, A. F. S. G.; MARINHO, R. R. Uso do" Google Earth Pro" no mapeamento de voçorocas na área urbana de Manaus (AM), Brasil. GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais, v. 10, n. 20, p. 112, 2019. Disponível em: https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8395785. Acesso em: 05 de dezembro de 2021.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. 10ª edição. São Paulo: ícone, 2017. 389 p.

BISPO, C. O.; OLIVEIRA, G. P.; SILVA, M. L. G.; SANTOS, A. C.; LISTO, F. L. R.; OSVALDO, G. Diagnóstico de voçorocas na zona periurbana de Garanhuns, agreste meridional pernambucano. Revista de Geografia, Recife. v. 35. n. 2, p. 323-340, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.51359/2238-6211.2018.234969. Acesso em: 06 de novembro de 2023.

EMBRAPA SOLOS. ZAPE Digital. Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco. Recife, 2001. CD-ROM. (Embrapa Solos. Documentos, 35).

GIRÃO, O.; CORREA, A.C. B. A contribuição da geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. Revista de Geografia, v. 21, n. 2, p. 36-58, 2004. Disponível em: https://morrodobau.ufsc.br/files/2011/03/ACONTRIBUI%C3%87%C3%83ODA GEOMORFOLOGIA-PARA-O1.pdf. Acesso em: 03 de jan. de 2022.

IBGE. Organização do Território. Malhas Territoriais. Malhas Municipais. 2021 Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774malhas.html?edicao=33087&t=downloads. Acesso em: 22 de setembro de 2022.

IBGE. Plataforma Cidades: Garanhuns. 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/garanhuns/panorama. Acesso em: 20 de novembro de 2020.

MARCHIORO, R.; ANDRADE, E. E.; OLIVEIRA, J. C. Evolução Espaço-Temporal de Voçorocas no Espírito Santo: Estudo de Caso nos Municípios de Afonso Cláudio e Alegre. Revista Brasileira de Geomorfologia (online) São Paulo, v.17, n.1, (Jan-Mar) p.191-204, 2016. Disponível em: https://www.rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/712/528. Acesso em 20 janeiro de 2023.

PERNAMBUCO. Projeto Pernambuco Tridimensional. Disponível em: http://www.Pe3D.pe.gov.br/mapa.php#. Acesso em: 21 agosto. 2022.

OLIVEIRA, A. L. P.; FRANCISCO, M. R.; FUREGATTI, S. A. Análise Temporal e Evolutiva das Erosões Lineares Hídricas Urbanas em Encosta Localizada na Região de Nascente do Córrego da Grama. Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes, v. 10, n. 27, p. 99-113, 2022. Disponível em: https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/cidades_verdes/article/view/3244/3158. Acesso em: 03 de janeiro de 2023.

SILVA, C. A.; DUARTE.; C. R.; SOUTO. M. V. S.; SABADIA. J. A.B. Utilização de VANT para geração de ortomosaicos e aplicação do Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC). In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO (SBSR), João Pessoa, 2015. p.1137- 1144. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0211.pdf. Acesso em: 20 de agosto de 2022.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE DE PERNAMBUCO (SEMAS). Zoneamento das áreas suscetíveis à desertificação do estado de Pernambuco. Recife: SEMAS, 2020.

SALOMÃO, F.X. T. Controle e Prevenção dos Processos Erosivos. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S; BOTELHO, R. G. M. Erosão e Conservação dos Solos – Conceitos, Temas e Aplicações. 3°ed. - Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2007. Capítulo 7. p. 229-265.

SANTORO, J.; Erosão continental. In: Tominaga, L. K.; Santoro, Jair; Amaral, R. Desastres naturais: conhecer para prevenir. São Paulo: 3° Edição: Instituto Geológico, 2015. p. 53 – 70.

WEILL, M. A. M. & PIRES NETO, A. G. Erosão e Assoreamento. In: SANTTOS, R. F. Vulnerabilidade Ambiental, 1°edição, Brasília, MMA, 2007. Cap. 4.

Dinâmica multitemporal do uso e cobertura da terra no município de Ceará-Mirim/RN

Multitemporal dynamics of land use and land cover in the municipality of Ceará-Mirim/RN

Emanoel Souza da Silva
Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN
https://orcid.org/0009-0007-3898-2547
emanoel1jpp@gmail.com

Jonas Valdevino de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0009-0000-0919-2414
jonaslima.geo@gmail.com

Yuri Gomes de Souza
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0000-0002-4198-0004
yurigomes.s28@gmail.com

Denise Santos Saldanha
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0000-0003-0259-3228
denisesaldanha.lama@gmail.com

Diógenes Félix da Silva Costa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0000-0002-4210-7805
diogenes.costa@ufrn.br

Resumo: Este trabalho tem como objetivo compreender espaço-temporalmente as formas de uso e cobertura da terra no município de Ceará-Mirim, no estado do Rio Grande do Norte. Para esta pesquisa foram utilizados os dados disponibilizados no catálogo de coleções de Uso e Cobertura da Terra do MapBiomas Brasil, nas décadas de 1985, 2005 e 2021. Como resultados, observou-se a ocorrência de 12 classes ao longo dos últimos 36 anos, e a agropecuária demonstrou ser a maior parcela de ocupação na área, atestando a influência direta humana na perda de cobertura vegetal. Por outro lado, as feições naturais, como a classe formação florestal apresentou uma importante diminuição no intervalo amostral. Diante disso, por se tratar de uma pesquisa que discute o processo de ocupação em Ceará-Mirim, entende-se que os dados quantitativos podem contribuir para a gestão municipal no direcionamento de políticas assertivas, como na recuperação de áreas degradadas encontradas no município.

Palavras-chave: Paisagem, Geotecnologia, Gestão territorial.

Abstract: This work aims to understand spatially and temporally the forms of land use and land cover in the municipality of Ceará-Mirim, in the state of Rio Grande do Norte. For this research, data available in the Land Use and Coverage catalog of MapBiomas Brasil, in the decades of 1985, 2005 and 2021 were used. As a result, the occurrence of 12 classes were observed over the last 36 years, and agriculture proved to be the largest share of occupation in the area, attesting to the direct human influence on the loss of vegetation coverage. On the other hand, natural features, such as the forest formation class, showed an important decrease in the sample interval. Given this, as it is a research that discusses the occupation process in Ceará-Mirim, it is understood that quantitative data can contribute to municipal management in directing assertive policies, such as the recovery of degraded areas found in the municipality.

Keywords: Landscape, Geotechnology, Territorial management.

Introdução

A análise da paisagem tem se tornado um instrumento de inúmeras pesquisas com ênfase no diagnóstico, na compreensão dos processos, e nos fenômenos que formam e modificam a dinâmica da superfície terrestre (RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, 2017). O uso e cobertura da terra, por sua vez, tem acarretado mudanças substanciais na configuração espacial, alterando características edáficas, fitogeográficas e hidrológicas, assim como, desempenhado um papel propulsor nas mudanças de ordem climática (MENDES JUNIOR, 2020).

No Brasil, conforme dados apresentados pelo Relatório Anual do Desmatamento – RAD de 2022 do MapBiomas, 20.572 km² (2.057.25 ha) de cobertura vegetal foi retirado, havendo um aumento de 22,3% na área em relação ao ano anterior (2021). No Rio Grande do Norte (RN), em contrapartida, o RAD identifica uma área total de 17%, correspondendo a cerca de 3.500 ha de áreas desmatadas. Nesse estado, o Bioma Caatinga perdeu aproximadamente 3.468 ha, enquanto a Mata Atlântica 32 ha, onde os principais vetores foram: agropecuária (33%), expansão urbana (2,3%) e outros somam (64,7%). No entanto, apesar do relatório apresentar um crescimento da área desmatada no país, o RN foi um dos poucos estados que mostrou diminuição de 47% (AZEVEDO *et al.*, 2022).

Ainda assim, o estado carece de pesquisas voltadas à avaliação e mapeamento do processo histórico de ocupação humana em escala local (DOS REIS FERNANDES; AMARAL, 2013). Como forma de contribuir para esta demanda, os recursos computacionais (ex. imagens orbitais e *softwares*) demonstram ser instrumentos viabilizadores para diagnosticar os diferentes usos da paisagem a partir de pesquisas científicas, as quais contribuem para a plena gestão dos recursos naturais (BEZERRA, 2014).

Dessa forma, o município de Ceará-Mirim, localizado na porção oriental do estado do Rio Grande do Norte, passou por modificações consideráveis nos últimos anos, em que parte da área foi, por muitos anos, responsável pela produção da monocultura da cana de açúcar, atividade chave para a sua dinâmica econômica (TAVARES, 2017). Por conseguinte, pesquisadores demonstram que as práticas agropecuárias, em grande escala, têm contribuído para o processo de redução da cobertura vegetal, o que direto e indiretamente pode acarretar perdas relevantes nas funções ecológicas dos sistemas ambientais (FAUSTINO *et al.*, 2014).

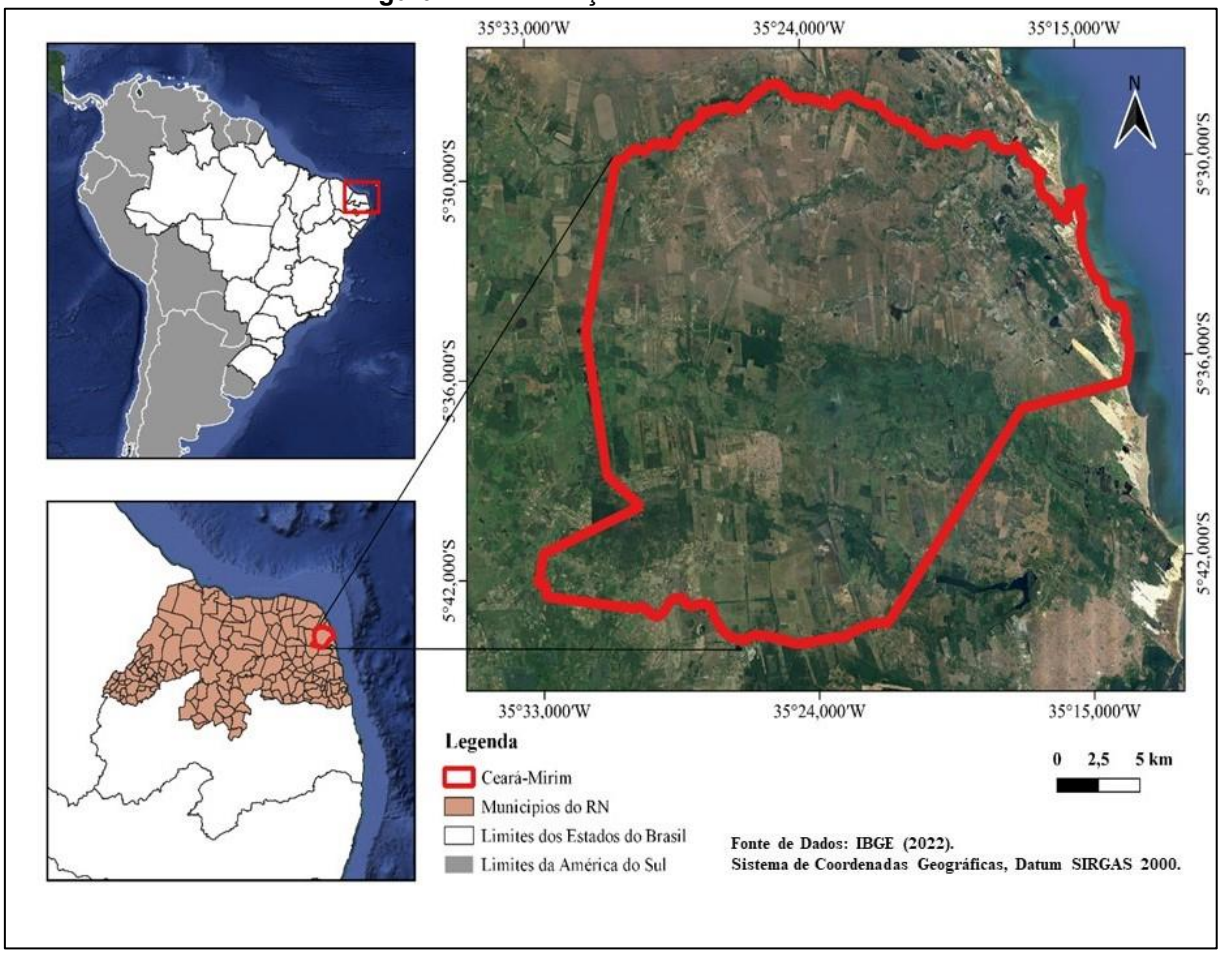
Considerando a necessidade de estudos que contribuam para a criação de planos de manejo e garantam a plena gestão dos recursos naturais do município, essa pesquisa objetivou compreender espaço-temporalmente, as formas de uso e cobertura da terra em Ceará-Mirim, no estado do Rio Grande do Norte.

Metodologia

Área de estudo

Ceará-Mirim é um município brasileiro do estado do Rio Grande do Norte (05°38'S/ 35°25'W), localizado na Grande Natal e no Polo Costa das Dunas (Figura 1). Com área territorial de 724,8 km², a sua sede tem uma altitude média de 33 m, distante de Natal (Capital do Estado) cerca de 38 km, cujo acesso, se dá a partir da rodovia pavimentada BR-406. A população, conforme estimativas do censo demográfico, consiste em 79.115 habitantes. Sua economia, em 2020, atingiu um PIB per capita de R$ 12.914,33 (IBGE, 2022a).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: acervo da pesquisa (2023).

Encontra-se inserido na região climática do tipo As, tropical quente úmido, onde, segundo Alvares *et al.* (2013), o litoral brasileiro é caracterizado por apresentar um gradiente pluviométrico, de oeste a leste, de aproximadamente 700 a 1.500 mm/ano. Em se tratando da geologia, a área possui desde formações Açu, Barreiras, Cobertura Detrito-Lateritica Neo-Pleitocênica, Depósitos Holocênicos Aluvionares, Eólicos Costeiros e Litorâneos, até Dona Inês, Jandaíra e Terraços Pleistocênicos (PFALTZGRAFF; TORRES, 2010).

Quanto a geomorfologia, a área encontram-se inserida sob morfologias do tipo Chapadas Potiguares, Litoral Oriental Nordestino, Litoral Setentrional Nordestino, Piemonte Oriental do Planalto da Borborema, Planícies e Terraços Fluviais e Tabuleiros Orientais do Nordeste (PFALTZGRAFF; TORRES, 2010). Os solos da região se apresentam a partir dos Gleissolos Tiomórficos Órtico, Gleissolos Háplico Eutrófico, Latossolo Amarelo Distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Argissolo Vermelho Eutrófico, Neossolo Quartzarênico Órtico e Planossolo Háplico Eutrófico (BRASIL, 1971). Por fim, a vegetação aparece por meio das formações pioneiras e com influência marinha, bem como as de tipo Savana Arborizada e Savana-Estépica Arborizada (IBGE, 2022b).

Procedimentos metodológicos

Em se tratando da análise multitemporal, para esta pesquisa foram utilizados os dados disponibilizados no catálogo de coleções de Uso e Cobertura da Terra do MapBiomas Brasil (https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR), assim como, seus códigos de legenda e sua paleta de cores correspondente. Considerando a necessidade de compreender a configuração das unidades de paisagem do município em um intervalo amostral acentuado, o período adotado consistiu nos últimos 36 anos, seguindo exatamente as décadas de 1985, 2005 e 2021. As informações foram adquiridas em formato *raster* (GeoTiff) a partir da Coleção 7.1 e reclassificadas para a composição de suas classes, em seguida, as mesmas foram submetidas à organização, tabulação, quantificação e confecção cartográfica.

Os resultados foram representados por meio de mapas, gráficos e tabelas, a partir dos *softwares* QGIS (QGIS Development Team, 2018), versão 3.30 *'s-Hertogenbosch* (GNU - General Public License©) e Microsoft Excel 2019 (Licença: Microsoft Office© - *HomeStudent*, 2019), respectivamente.

Resultados e Discussões

Em termos dos dados obtidos por meio do MapBiomas, observou-se que o município de Ceará-Mirim/RN possui para os anos de 1985, 2005 e 2021 doze classes de uso e cobertura da terra, são elas: formação florestal, formação de savana, manguezal, áreas úmidas, formação campestre, agropecuária, área urbana, área não vegetada, aquicultura, corpo hídrico, restinga arborizada e restinga herbácea. Foi possível identificar também que estas unidades de paisagem, as quais formam uma área total de 724,8 km², apresentaram uma dinâmica importante ao longo dos últimos 36 anos analisados (Tabela 1).

Tabela 1 – Dados de uso e cobertura da terra do município de Ceará-Mirim/RN.

Classes	1985 (km²)	%	2005 (km²)	%	2021 (km²)	%
Formação Florestal	229,3	31,6	21,6	3,0	27,3	3,8
Formação de Savana	73,1	10,1	209,7	28,9	140,5	19,4
Manguezal	0,04	0,01	0,01	0,002	0,01	0,002
Áreas Úmidas	1,4	0,2	2,3	0,31	2,2	0,3
Formação Campestre	108,9	15,05	260,4	35,9	237,1	32,7
Agropecuária	241,5	33,3	166,7	23,0	254,8	35,2
Área Urbana	3,1	0,5	5,8	0,8	13,0	1,8
Área não Vegetada	20,6	2,8	10,9	1,6	12,2	1,7
Aquicultura	0,00	0,00	0,41	0,06	0,43	0,1
Corpo Hídrico	7,6	1,0	7,6	1,0	4,4	0,6
Restinga Arborizada	0,3	0,04	0,9	0,13	1,6	0,2
Restinga Herbácea	39,0	5,4	38,5	5,3	31,3	4,3
Total	**724,8**	**100**	**724,8**	**100**	**724,8**	**100**

Fonte: acervo da pesquisa (2023).

Na década de 1985, a classe com maior cobertura foi representada pela agropecuária, (241,5 km²/33,3%), seguida pela formação florestal (229,3 km²/31,6%), formação campestre (108,9 km²/15,05%), formação de savana (73,1 km²/10,1%), restinga herbácea (39,0 km²/5,4%), área não vegetada (20,6 km²/2,8%), corpos hídricos (7,6 km²/1,0%), área urbana (3,1 km²/0,5%), áreas úmidas (1,4 km²/0,2%), restinga arborizada (0,3 km²/0,04%), e a de manguezal (0,04 km²/0,01%). A classe aquicultura, neste ano, não apresentou ocupação.

Quanto ao ano de 2005, a formação campestre aparece com a maior cobertura, indicando 260,4 km² (35,9%), a formação de savana 209,7 km² (28,9%), agropecuária 166,7 km² (23,0%), restinga herbácea 38,5 km² (5,3%), formação florestal 21,6 km² (3,0%), área não vegetada 10,9 km² (1,6%), corpos hídricos 7,6 km² (1,0%), área urbana 5,8 km² (0,8%), áreas úmidas 2,3 km² (0,31%), restinga arborizada 0,9 km² (0,31%), aquicultura 0,41 km² (0,06%) e manguezal 0,01 km² (0,002%).

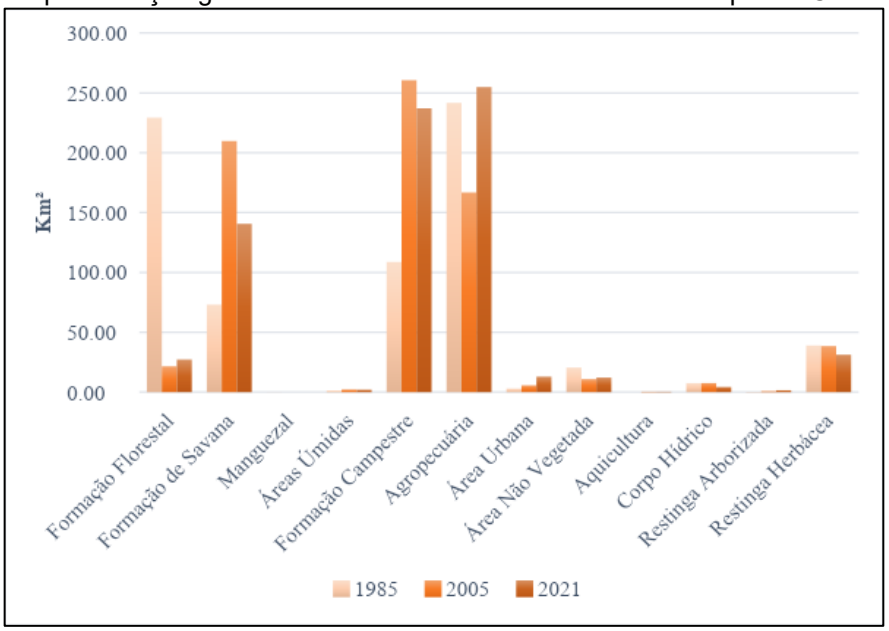
Em 2021, por fim, a classe relacionada à agropecuária ocupa 254,8 km² (35,2%), enquanto que a formação campestre apresenta 237,1 km² (32,7), formação de savana 140,5 km² (19,4%), restinga herbácea 31,3 km² (4,3%), formação florestal 27,3 km² (3,8%), área urbana 13,0 km² (1,8%), área não vegetada 12,2 km² (1,7%), corpos hídricos 4,4 km² (0,6%), áreas

úmidas 2,2 km² (0,3%), restinga arborizada 1,6 km² (0,2%), aquicultura 0,43 km² (0,1%) e manguezal, com apenas 0,01 km² (0,002%).

Considerando a dinâmica de redução e aumento de todas as classes (Figuras 2 e 3), pôde-se perceber que a formação florestal apresentou uma perda total de 202 km² ao longo dos anos analisados. A formação de savana teve um acréscimo de 136,6 km² entre 1985 e 2005, embora tenha reduzido 69,2 km² em 2021. Quanto ao manguezal, esse teve uma diminuição de apenas 0,03 km². Em relação a áreas úmidas, houve um aumento de 0,7 km². A formação campestre consistiu em um aumento de 151,5 km² entre 1985 e 2005, embora tenha indicado uma perda de 23,3 km² no último ano.

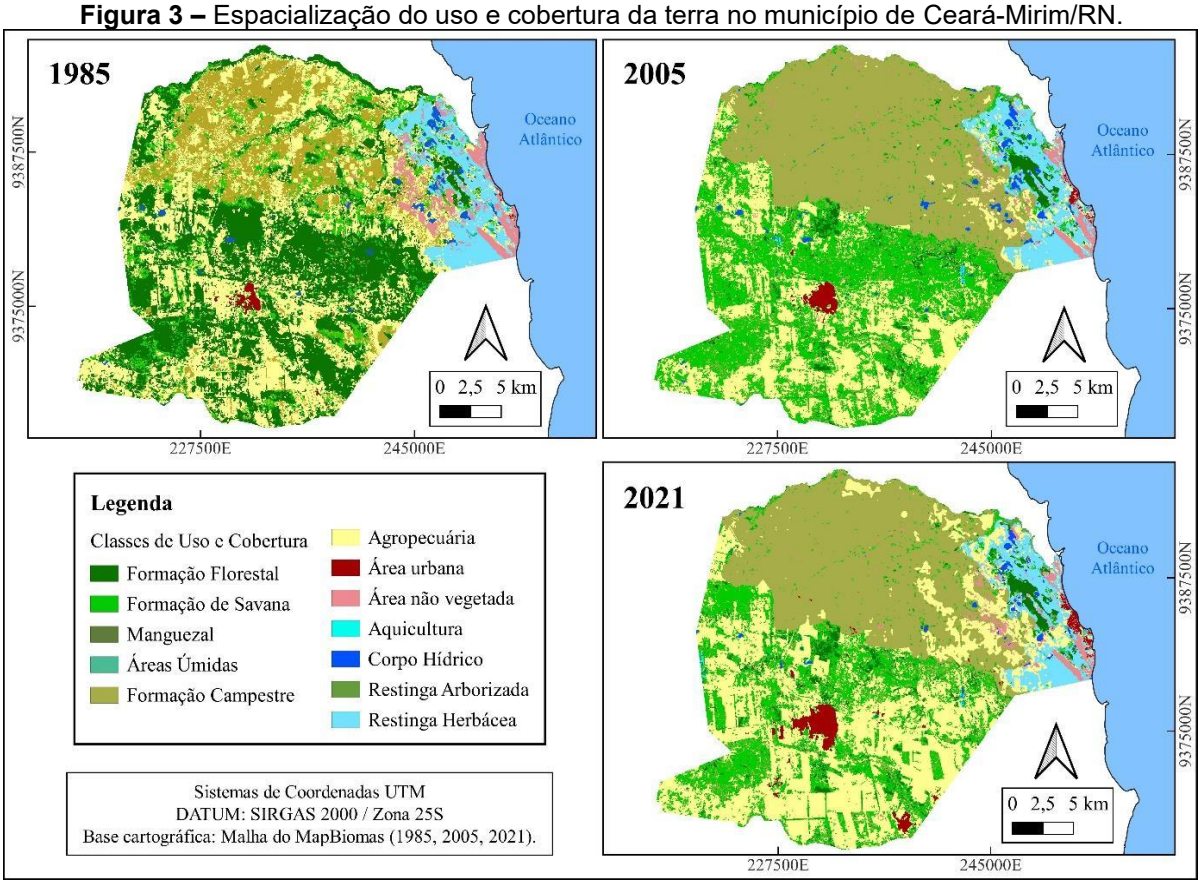
A agropecuária foi representada por uma redução de 74,8 km² entre 1985 e 2005, mas em 2021, indicou um aumentou de 88,1 km². A área urbana foi acrescida em 9,9 km² ao longo dos anos. Em relação a áreas não vegetadas, essa mostrou uma subtração de 8,4 km². A aquicultura, por outro lado, apresentou um aumento de 0,02 km². A classe corpo hídrico, teve uma redução de 3,2 km². Já a restinga arborizada, sua área aumentou em 1,3 km², enquanto que a restinga herbácea reduziu em 7,7 km².

Figura 2 – Representação gráfica do uso e cobertura da terra do município de Ceará-Mirim/RN.



Fonte: acervo da pesquisa (2023).

Figura 3 – Espacialização do uso e cobertura da terra no município de Ceará-Mirim/RN.



Fonte: acervo da pesquisa (2023).

O uso e cobertura do município tem sido influenciado, sobretudo, pelas modificações de ordem humana, especialmente quando se pensa no avanço de classes como agropecuária, que passou a ocupar, em 2021, 35,2% da área. Contudo, as classes que possuem vinculação às formações naturais indicaram reduções em sua cobertura, principalmente a partir da classe formação florestal, que em 1985 representava 31,6% do município, mas que em 2021 teve apenas 3,8%. A formação de savana, embora tenha alcançado 28,9% em 2005, em 2021, representou 19,4%. Outrossim, a formação campestre, que em 2005 atingiu 35,9 %, em 2021, passou a cobrir 32,7% do município (Figura 3).

Diante deste contexto, entende-se como pertinente ressaltar que a perda da vegetação natural, sobretudo para fins agrícolas e pastoreio animal, pode representar alguns dos principais responsáveis pelo comprometimento da oferta, manutenção e conservação dos serviços ecossistêmicos prestados pelos recursos encontrados em paisagens como a da região, no curto a longo prazo (PRADO *et al.*, 2015).

Considerações finais

A partir da análise dos resultados apresentados, tendo como base os mapas multitemporais do mapbiomas, verificou-se por meio das 12 classes de uso e cobertura da

terra variações espaciais importantes ao longo dos três anos comparados: 1985, 2005 e 2021. Fatores como a agropecuária demonstrou ser a maior parcela de ocupação na área, confirmando sua influência direta na perda de cobertura vegetal; seguida pela formação florestal, que nos mapas consecutivos constatou-se a redução nas feições do município.

Sendo assim, entende-se que essa pesquisa possa contribuir para os gestores de políticas municipais, de maneira a facilitar a compreensão de como ocorreu e ocorre o uso e cobertura local. Os dados do MapBiomas, tem suscitado quantificações relevantes para a análise da paisagem nos municípios brasileiros, uma vez que, embora seus levantamentos sejam em escala nacional, seus indicativos podem auxiliar possíveis pesquisas em escala local e regional.

Assim, sugere-se que não apenas investimentos sejam direcionados à construção de trabalhos acadêmicos, mas que intervenções, a partir de financiamentos públicos, possam coordenar atividades de monitoramento ambiental e projetos de recuperação de áreas degradadas para a plena implementação de possíveis unidades de conservação em setores estratégicos dessa importante região potiguar.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Setor de Estudos Ambientais/Museu Câmara Cascudo/UFRN, pelo apoio logístico e instrumental.

Referências

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

AZEVEDO, T.; ROSA, M.; SHIMBO, J.; DEL LAMA; C.; OLIVEIRA, M.; VALDIONES, A.P.; TEIXEIRA, L.M.S.; COELHO, M. Relatório anual do desmatamento no Brasil. **MapBiomas**, 125p, São Paulo, 2022. Disponível em <http://alerta.mapbiomas.org>, acessado em 18 de julho de 2023.

BEZERRA, J.M.; MOURA, G.B.A.; SILVA, B.B; LOPES, P.M.O.; SILVA, Ê.F.F. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 73-84, 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisa Pedológica. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Rio Grande do Norte**. Rio de Janeiro, 1971. 531p. (Brasil. Ministério da Agricultura-DPP-DNPEA. Boletim Técnico, 21; DRN-SUDENE. Pedologia, 9).

DOS REIS FERNANDES, L.; DO AMARAL, R. F. Paisagem costeira do litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte (Brasil): evolução temporal e padrões espaciais dos campos de dunas móveis. **Revista de Gestão Costeira Integrada,** v. 13, n. 1, p. 45-59, 2013.

FAUSTINO, A.B.; RAMOS, F.F.; SILVA, S.M.P. Dinâmica temporal do uso e cobertura do solo na bacia hidrográfica do rio Doce (RN) com base em sensoriamento remoto e SIG: uma contribuição aos estudos ambientais. **Sociedade e Território**, v. 26, n. 2, p. 18–30, 2014.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de Dados de Informações Ambientais - BDIA. 2022b. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home>. Acesso em: 20 de julho de 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo de Demográfico 2022**. Rio Grande do Norte: Ceará-Mirim, 2022a. Disponível em <https://www.ibge.gov.br/>. acesso em: 18 de julho de 2023.

MENDES JUNIOR, E. **Raízes antigas, novas histórias:** proposta de área visitável para o parque Boca da Mata em Ceará-Mirim/RN. 2020. 230f. Monografia (TCC) – Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

PFALTZGRAFF, P.A.S.; TORRES, F.S.M. Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM, 2010. 227 p.

PRADO, R. B.; FIDALGO, E. C. C.; FERREIRA, J. N.; CAMPANHA, M. N.; VARGAS, L. M. P.; MATTOS, L. M.; PEDREIRA, B. C. C. G.; MONTEIRA, J. M. G.; TURETTA, A. P. D.; MARTINS, A. L. S.; DONAGEMMA, G. K.; COUTINHO, H. L. C. Pesquisas em serviços ecossistêmicos e ambientais na paisagem rural do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 08, número especial IV SMUD, p. 610-622, 2015.

QGIS, Development Team. 2018. **QGIS Geographic Information System**, version 3.4.15, Madeira. QGIS Association. Disponível em: <http://www.qgis.org>. Acesso em: 18 de julho de 2023.

RODRIGUEZ, J.M.M.; SILVA, E.V.; CAVALCANTI, A.P.B. **Geoecologia das paisagens**: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 5. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2017. 222 p.

TAVARES, M.A.A. **O uso do território pelos circuitos espaciais de produção da indústria no Rio Grande do Norte**. 2017. Tese de Doutorado em Geografia Humana - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

Configuração da cobertura vegetal em uma unidade de conservação na área urbana do município de Natal/RN

Vegetation cover configuration in a conservation unit in the urban area of Natal/RN

Jonas Valdevino de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0009-0000-0919-2414
jonaslima.geo@gmail.com

Emanoel Souza da Silva
Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN
https://orcid.org/0009-0007-3898-2547
emanoel1jpp@gmail.com

Denise Santos Saldanha
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0000-0003-0259-3228
denisesaldanha.lama@gmail.com

Yuri Gomes de Souza
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0000-0002-4198-0004
yurigomes.s28@gmail.com

Diógenes Félix da Silva Costa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0000-0002-4210-7805
diogenes.costa@ufrn.br

Resumo: O artigo tem como objetivo analisar a cobertura vegetal presente no Parque Dom Nivaldo Monte, no município de Natal/RN. A metodologia compreende a aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), usando uma imagem orbital do satélite Sentinel-2, sensor MSI, disponibilizada no catálogo virtual *Copernicus Data Space Ecosystem.* Como resultados, foram identificadas quatro classes de cobertura da terra: solo exposto/área construída (4,0%), vegetação esparsa (25,8%), vegetação semi-densa (26,7%) e vegetação densa (43,5%). Constatou-se também a eminente necessidade de ampliação e/ou manutenção da zona de amortecimento no entorno da área de estudo, uma vez que, por se tratar de uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, este Parque pode se caracterizar a médio e longo prazo como um importante refúgio para a biodiversidade regional.
Palavras-chave: Áreas protegidas, Cobertura vegetal, NDVI.

Abstract: The article aims to analyze the vegetation cover present in Parque Dom Nivaldo Monte, in the municipality of Natal/RN. The methodology comprises the application of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), using an orbital image from the Sentinel-2 satellite, MSI sensor, available in the virtual catalog Copernicus Data Space Ecosystem. As a result, four land cover classes were identified: exposed soil/built-up area (4,0%), sparse vegetation (25,8%), semi-dense vegetation (26,7%) and dense vegetation (43,5%). There was also an imminent need to expand and/or maintain the buffer zone around the study area, since, as it is an Integral Protection Conservation Unit, this Park can be characterized in the medium and long term as an important haven for regional biodiversity.
Keywords: Protected area, Vegetal coverage, NDVI.

Introdução

Os ambientes urbanos representam o local de vida de até 60,4% da população mundial em meados de 2030 (ONU, 2020). Diversos estudos discutem a relação entre os produtos do ecossistema com o bem-estar humano, e qual a influência desses nas condições de vida da população, principalmente aquelas inseridas em grandes cidades (LONDE; MENDES, 2014; MUÑOZ, FREITAS, 2017). Com a pauta ambiental ganhando cada vez mais visibilidade, os debates a respeito das emissões de gases do efeito estufa e o aumento da temperatura global, têm condicionado alertas para a necessidade inadiável de conservação dos recursos naturais, especialmente em paisagens urbanas (IPCC, 2022).

As áreas verdes remanescentes em cidades possuem grande relevância em valor ecossistêmico, pois são responsáveis por prestar serviços tangíveis e intangíveis para os seres humanos, como na regulação do microclima, na mitigação de processos erosivos e na estabilização da biodiversidade local, por meio da consolidação do seu estoque genético (YU; HIEN, 2006; DUARTE *et al*., 2017; GAUDERETO et al., 2018).

Nessa abordagem, as geotecnologias surgem como um dos grandes aliados para análise espacial, especialmente por possuírem ferramentas como as imagens de satélite e os Sistemas de Informações Geográficos – SIG, ambos responsáveis por viabilizar mapeamentos no espaço-tempo (JENSEN, 2009; DUTRA; BRIANEZI; COELHO, 2020). Nesse contexto, os Índices de Vegetação, os quais são responsáveis por filtrar as informações terrestres a partir da combinação de bandas espectrais, consistem como um dos grandes suportes para a compreensão da cobertura vegetal em suas mais variadas escalas de análise (HUETE, 2012; GANDHI et al., 2015; ARYAL et al., 2022).

Buscando enaltecer a fitogeografia em centros urbanos, o estudo foi realizado no Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte, inserido na Zona de Proteção Ambiental 1 (ZPA-1) da capital do Rio Grande do Norte, Natal, a qual representa a primeira Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral (Art. 1º, Decreto Municipal nº 8.078, de 13 de dezembro de 2006) do município, bem como obteve o título de reconhecimento internacional pela UNESCO como Posto Avançado de Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, no ano de 2019.

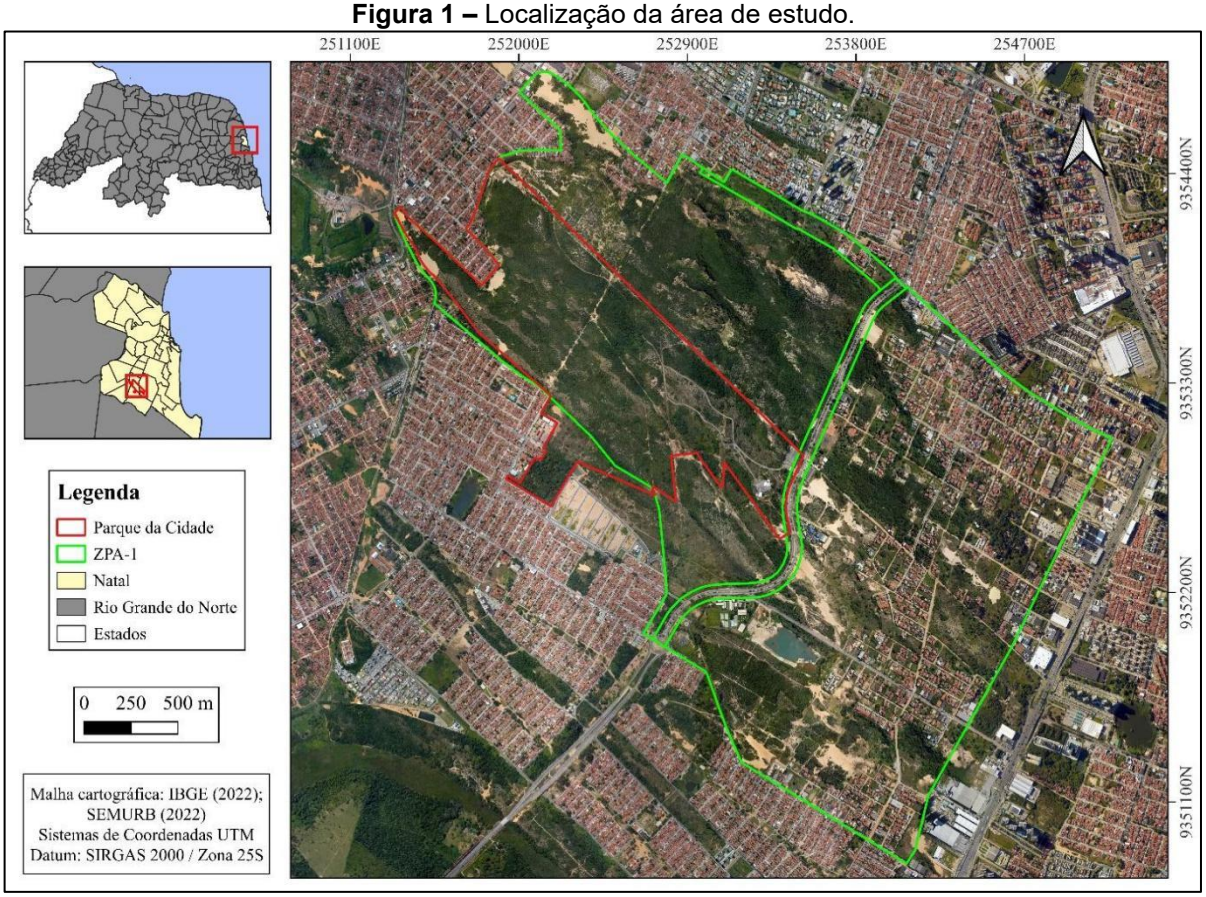
Assim, a pesquisa justifica-se por se tratar de uma área que desempenha um papel fundamental em âmbito local, visto que, o parque urbano é responsável por conservar parte da vegetação nativa da cidade de Natal. Portanto, teve-se como objetivo analisar a cobertura vegetal presente no Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte (Natal//RN).

Metodologia

Área de estudo

O Parque Municipal da Cidade de Natal Dom Nivaldo Monte, popularmente conhecido como Parque da Cidade, foi criado através do decreto municipal Nº 8.078, de 13 de dezembro de 2006, inaugurado em 2008 com um projeto arquitetônico de Oscar Niemeyer. O nome do parque foi uma homenagem a Dom Nivaldo Monte, religioso católico atuante em Natal entre os anos de 1965-1967, segundo a SEMURB (2022). Possuindo cerca de 154 ha, essa área está localizada entre os bairros de Cidade Nova, Candelária e Pitimbu, no município de Natal/RN (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: acervo da pesquisa (2023).

Em termos das características climáticas, a região possui o clima do tipo AS', configurado como tropical quente e úmido, com uma precipitação variada entre 700mm e 1.500 mm e estações chuvosas concentradas entre os meses de maio e julho, e uma intensa estação seca entre os meses de setembro a dezembro (ALVARES et al., 2013). Quanto à geologia, a área possui morfologia de Depósitos Sedimentares Cenozoicos Costeiros e formada por Campos Dunares, com cobertura vegetal nativa fixadora da formação pioneira sob influência marinha (SEMURB, 2008; IBGE, 2022).

Procedimentos metodológicos

A análise da cobertura vegetal do Parque da Cidade foi realizada através do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI (ROUSE et al., 1973), utilizando o software QGIS (QGIS Development Team, 2023), versão 3.30 *'s-Hertogenbosch*. Para a elaboração do índice foi utilizada uma imagem orbital do satélite Sentinel-2, sensor MSI, disponibilizada no catálogo virtual *Copernicus Data Space Ecosystem* – https://dataspace.copernicus.eu/, especificamente as bandas b4 (Vermelho) e b8 (Infravermelho Próximo).

Foi realizado o recorte da área estudada e, posteriormente, o cálculo do NDVI, com auxílio da calculadora *raster*. O índice foi gerado utilizando os dados de reflectância das bandas do infravermelho próximo e do vermelho (equação 1), onde os valores próximos a -1 representam a ausência de cobertura vegetal, enquanto os valores próximos a 1 refere-se a maior conservação e densidade de cobertura (ROUSE et al., 1973). A reclassificação dos dados foi gerada a partir da ferramenta “reclassificar por tabela”, no Qgis.

A classificação foi organizada em quatro classes: valores negativos próximos do 0,0 até 0,2 como solo exposto e/ou áreas construídas, valores moderados a partir do 0,21 como vegetação esparsa, valores próximos ao 0,41 como vegetação semi-densa e os valores a partir do 0,51 em diante como vegetação densa (ROUSE et al., 1993; HUETE, 2012).

$$\frac{R_{NIR} - R_{RED}}{R_{NIR} + R_{RED}} \qquad \text{(Equação 1)}$$

A fim de melhorar a representação e compreensão da classificação dos alvos espectrais considerados nesta pesquisa, foi realizada uma atividade de campo no dia 20 de julho de 2023, que teve como objetivo coletar dados, por meio de registros fotográficos, para validação dos pontos na área de estudo. Desse modo, a visita *in loco* serviu para auxiliar na caracterização e na espacialização das classes vegetativas identificadas.

Em suma, a representação dos resultados foi evidenciada por meio de mapas, tabelas e gráficos, a partir do *software* QGIS, utilizado na construção de toda a base cartográfica e do *software* WPSoffice, usado na fase de tabulação e organização dos resultados da pesquisa.

Resultados e Discussões

Por meio dos dados obtidos a partir do cálculo da equação NDVI, observou-se que os valores espectrais para a delimitação da área de estudo variaram entre -0,04 e 0,68, representando uma área total de 154,9 ha. O intervalo destes valores permitiu a identificação

de quatro classes principais, a saber: solo exposto/área construída (-0,04 - 0,20), vegetação esparsa (0,21 - 0,40), vegetação semi-densa (0,41 - 0,50) e vegetação densa (0,51 - 0,68).

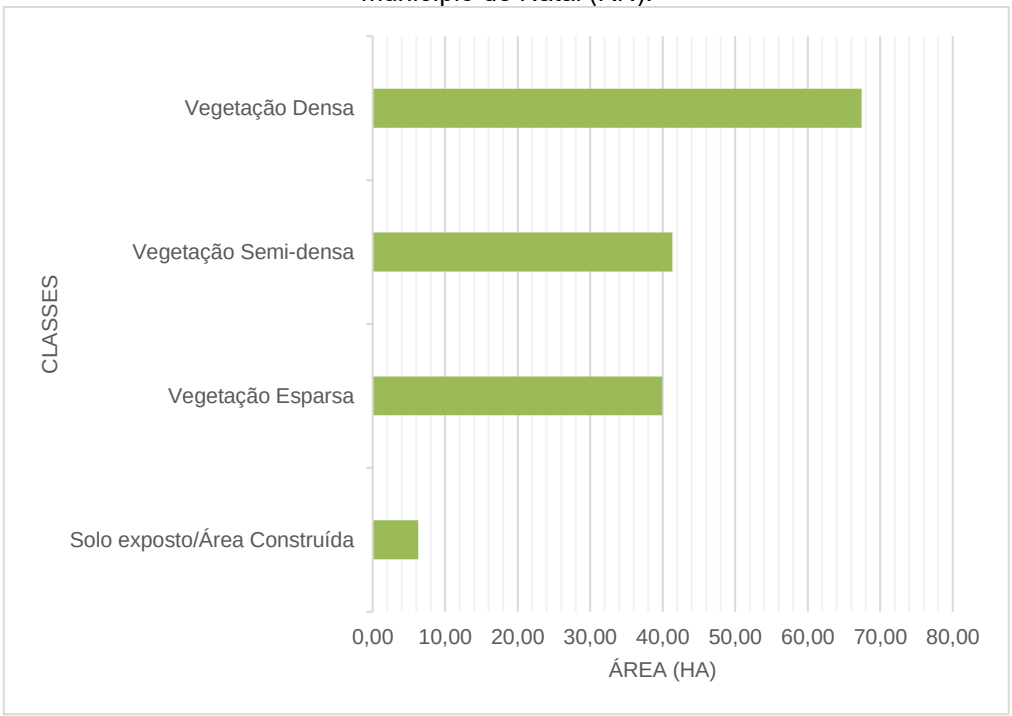
A primeira classe, foi a de menor ocorrência na área, representando 6,30 ha ou apenas 4,0%, enquanto a vegetação densa correspondeu a maior cobertura, com 67,43 ha ou 43,5%. A vegetação esparsa e semi-densa teve valores representativos próximos, que equivalem a 39,93 ha e 41,32 ha, ou 25,7% e 26,7%, respectivamente (Tabela 1; Figura 2).

Tabela 1 – Dados da cobertura vegetal do Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte, no município de Natal/RN.

Classes	ha	%
Solo Exposto/Área Construída	6,30	4.0
Vegetação Esparsa	39,93	25,8
Vegetação Semi-densa	41,32	26,7
Vegetação Densa	67,43	43,5
Total	154,9	100

Fonte: acervo da pesquisa (2023).

Figura 2 – Representação gráfica da cobertura vegetal do Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte, no município de Natal (RN).



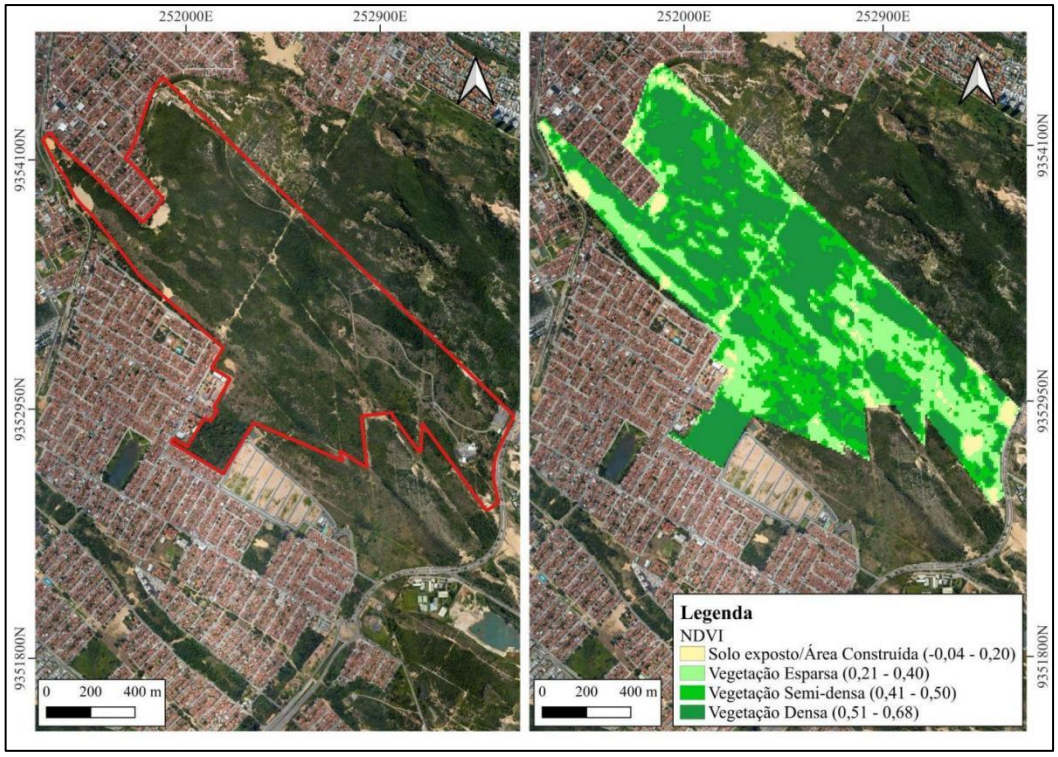
Fonte: acervo da pesquisa (2023).

A partir da espacialização das classes de cobertura vegetal (Figuras 3 e 4), notou-se que as áreas de solo exposto/áreas construídas são representadas por formações de campo dunares e construções internas do parque, respectivamente. Essa classe refere-se às áreas de uso direto do homem, isto é, local aberto ao público (ex. praça e torre), utilizado, muitas

vezes, para práticas educativas e de lazer, como aulas de campo e momentos de recreação. Quanto à vegetação densa, percebe-se uma maior concentração nas áreas de menor interferência urbana, correspondendo aos locais mais conservados do Parque, ou seja, as áreas onde se concentram dosséis com maior presença de clorofila (saudáveis).

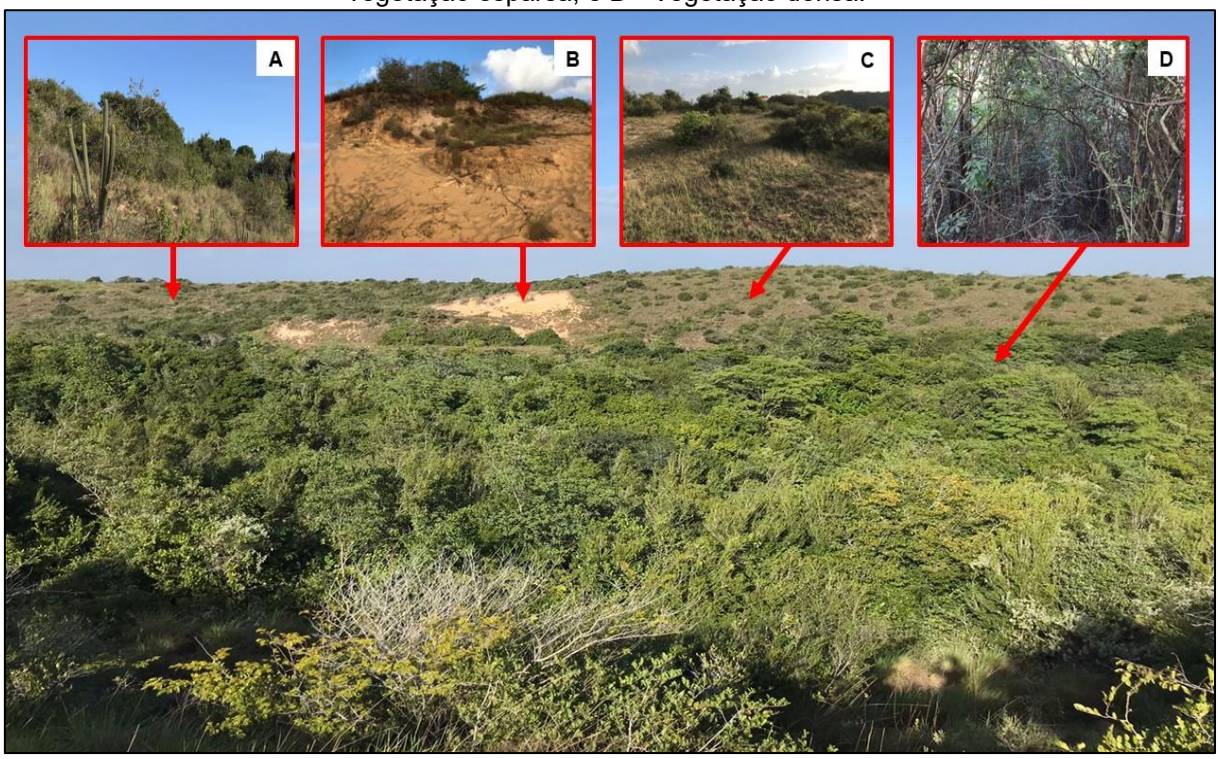
No que se refere à vegetação esparsa, a sua área de ocorrência se deu próximo às encostas de corpos dunares e setores adjacentes às trilhas e estradas internas do parque. A vegetação semi-densa, por sua vez, encontra-se em áreas de transição entre a vegetação esparsa e a vegetação densa, normalmente representadas por áreas que podem indicar processos de sucessão ou recuperação fitoecológica.

Figura 3 – Espacialização da cobertura vegetal do Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte.



Fonte: acervo da pesquisa (2023).

Figura 4 - Cobertura Vegetal da área estudada: A - Vegetação semi-densa; B - Solo exposto, C - vegetação esparsa; e D - Vegetação densa.



Fonte: acervo da pesquisa (2023).

Considerando isso, vale ressaltar que essa unidade de conservação conta com duas subzonas dentro de sua área, a subzona de conservação 1 (SZ1) e a subzona de uso restrito (SZ2). A subzona de conservação (SZ1), encontra-se inserida em parte da área do parque, enquanto a subzona de uso restrito (SZ2) está localizada em um trecho sob influência urbana, o que acredita-se reduzir o papel desta última como zona natural de amortecimento.

Desse modo, entende-se que, por se tratar de uma área com forte especulação imobiliária em seu estorno, essas zonas representam uma relevante unidade de conservação nativa de pequenos fragmentos florestais do Bioma Mata Atlântica, como as restingas e campos dunares. Nessa perspectiva, como o processo de ocupação pode desencadear impactos e consequentes alterações no contexto ecológico local, torna-se imprescindível a necessidade de proteção dessas áreas, que ainda possuem um papel fundamental na sustentação e funcionamento dos serviços ecossistêmicos para as atuais e futuras gerações municipal.

Considerações Finais

A utilização do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foi satisfatória no estudo das tipologias da cobertura vegetal do Parque da Cidade Dom Nivaldo Monte. Com base nos dados da pesquisa, pôde-se identificar a presença de quatro classes, além de perceber as tendências de avanço da urbanização dentro da unidade de conservação.

Com base nisso, embora os dados ainda sejam preliminares, entende-se como fundamental sugerir a necessidade de ampliação e/ou manutenção da zona de amortecimento no entorno dessa Unidade de Conservação (UC), visando proporcionar uma maior perpetuação dos recursos naturais existentes na área e em suas adjacências. Além disso, como a existência de UC suscita a proteção da biodiversidade local, e ciente da relevante existência de cobertura vegetal nativa, faz-se necessário a implantação de uma maior fiscalização pela gestão do parque e estudos direcionados para o monitoramento do uso sustentável de suas áreas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a equipe do grupo de pesquisa em Biogeografia de Ecossistemas Tropicais (TRÓPIKOS) e ao Museu Câmara Cascudo (UFRN), pelo apoio logístico e instrumental, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, a partir da concessão de bolsas de pesquisa PIBIC para o primeiro autor, e bolsa de pesquisa/Doutorado para terceiro e quarto autor, respectivamente.

Referências

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ARYAL, J.; SITAULA, C.; ARYAL, S. NDVI threshold-based urban green space mapping from Sentinel-2A at the Local Governmental Area (LGA) level of Victoria, Australia. **Land**, v. 11, n. 3, p. 351, 2022.

DUARTE, T. E. P.; ANGEOLETTO, F. H. S.; SANTOS, J. W. M. C.; LEANDRO, D. S.; BOHRER, J. F. C; VACCHIANO, M. C.; LEITE, L. B. O papel da cobertura vegetal nos ambientes urbanos e sua influência na qualidade de vida nas cidades. **Revista Desenvolvimento em Questão**, v. 15, n. 40, p. 175, 2017.

DUTRA, D. J.; BRIANEZI, D.; COELHO, C. W. G. A. Uso de geotecnologias para análise da dinâmica da vegetação da sub-bacia do Ribeirão Serra Azul, MG. **Anuário do Instituto de Geociências**, v. 43, n. 4, p. 283-292, 2020.

GANDHI, G. M; PARTHIBAN, S.; THUMMALU, N.; CHRISTY, A. NDVI: vegetation change detection using remote sensing and GIS: a case study of vellore district. **Procedia Computer Science**, v. 57, p. 1199-1210, 2015.

GAUDERETO, G.L.; GALLARDO, A.L.C.F.; FERREIR, M.L.; NASCIMENTO, A.P.B.; MANTOVANI, W. Avaliação de serviços ecossistêmicos na gestão de áreas verdes urbanas: promovendo cidades saudáveis e sustentáveis. **Revista Ambiente e Sociedade**, v. 21, p. 1-20, 2018.

HUETE, A. R. Vegetation Indices, Remote Sensing and Forest Monitoring. **Geography Compass**, v. 6, n. 9, p. 513-532, 2012.

INSTITUTO BRASIELIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Banco de informações ambientais**. Disponível em: https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home. Acessado em 19 julho de 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2022:** Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. PÖRTNER, H.O.; ROBERTS, D.C.; TIGNOR, M.; POLOCZANSKA, E.S.; MINTENBECK, K.; ALEGRÍA, A.; CRAIG, M.; LANGSDORF, S.; LÖSCHKE, S.; MÖLLER, V.; OKEM, A.; RAMA, B. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente:** Uma perspectiva em recursos terrestres. 2. ed. São José dos Campos: Parêntese, 2009.

LONDE, P. R.; MENDES, P.C. A influência das áreas verdes na qualidade de vida urbana. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 10, n. 18, p. 264-272, 2014.

MUÑOZ, A. M. M.; FREITAS, S.R. Importância dos Serviços Ecossistêmicos nas Cidades: revisão das publicações de 2003 a 2015. **Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 89-104, 2017.

Organização das Nações Unidas – ONU. **Relatório Mundial das Cidades 2020**: the value of sustainable urbanization. The Value of Sustainable Urbanization. 2022. Disponível em: https://unhabitat.org/sites/default/files/2020/11/key_messages_summary_portuguese.pdf. Acesso em 18 julho de 2023.

QGIS, Development Team. 2023. **QGIS Geographic Information System**, versão 3.30 *'s-Hertogenbosch*. QGIS Association. Disponível em: <http://www.qgis.org>. Acessado em 18 de julho de 2023.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. **Monitoring the vernal advancement of retrogradation (greenwave effect) of natural vegetation**. NASA/GSFC, Type III, Final Report, Greenbelt, 63p, 1973.

SEMURB – SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E URBANISMO. **Zoneamento Ambiental de Natal**. 2008. Disponível em: https://www2.natal.rn.gov.br/semurb/paginas/ctd-594.html. Acessado em 19 de julho de 2023.

SEMURB – SECRETÁRIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E URBANISMO. **Parque da cidade Dom Nivaldo Monte.** 2022. Disponível em: https://parquedacidade.natal.rn.gov.br/. Acesso em 18 de julho de 2023.

YU, C.; HIEN, W. N. Thermal benefits of city parks. **Energy And Buildings**, v. 38, n. 2, p. 105-120, 2006.

Análise do uso e ocupação do solo nos anos de 2011 e 2023 na APA do Catolé e Fernão Velho, Maceió - Alagoas

Analysis of land use and occupation in the years 2011 and 2023 at APA do Catole and Fernão Velho, Maceio – Alagoas

Luana Tavares de Souza
IGDEMA - UFAL
0000-0002-2296-7277
luana.souza@igdema.ufal.br

Ruan Max Gomes Lourenço
IGDEMA - UFAL
0009-0005-4194-116X
ruan.lourenco@igdema.ufal.br

Lucas Vinicius Soares de Amorim
IGDEMA - UFAL
0009-0001-9271-5710
lucas.asoares6@gmail.com

Débora Vitória Silva de Souza
IGDEMA - UFAL
0000-0002-3363-1533
debora.souza@igdema.ufal.br

Nivaneide Alves de Melo Falcao
IGDEMA - UFAL
0000-0002-6021-7661
nivaneide.melo@igdema.ufal.br

Resumo: A preservação dos ambientes naturais tem se tornado uma preocupação crescente diante dos desafios impostos pela degradação ambiental global. Além disso, a expansão urbana acelerada é considerada um fator impulsionador da destruição dos ecossistemas. O objetivo do trabalho é analisar e mapear as mudanças no uso e ocupação do solo na Área de Proteção Ambiental (APA) do Catolé e Fernão Velho, em Maceió – AL, ao longo de um período de 12 anos, com base em imagens de satélite de 2011 e 2023. Sendo adotado o trabalho de Coelho, e Souza (2016) como metodologia para a classificação do uso e ocupação do solo na escala de 1:50.000, baseada na interpretação de imagens de satélite do Landsat 5 e 8, entre as datas de 17/03/2011 e 19/04/2023. As principais categorias identificadas foram sítio urbano, pastagem/campo, cobertura vegetal, solo exposto e corpos d'água.

Palavras-chave: Cobertura Vegetal; Expansão Urbana e Impactos Ambientais.

Abstract: The preservation of natural environments has become a growing concern in the face of challenges posed by global environmental degradation. Furthermore, rapid urban expansion is considered a driving factor for the destruction of ecosystems. The objective of this study is to analyze and map changes in land use and land cover in the Environmental Protection Area (APA) of Catolé and Fernão Velho in Maceió, AL, over a period of 12 years, based on satellite imagery from 2011 and 2023. The methodology adopted for land use and land cover classification on a 1:50,000 scale follows the approach of Coelho and Souza (2016), based on the interpretation of Landsat 5 and 8 satellite images taken between March 17, 2011, and April 19, 2023. The main categories identified include urban areas, pasture/fields, vegetation cover, exposed soil, and water bodies.

Keywords: Vegetal cover; Urban Expansion; Environmental impacts.

Introdução

A preservação dos ambientes naturais tem se tornado uma preocupação crescente diante dos desafios impostos pela degradação ambiental global. E diversos fatores contribuem para as mudanças drásticas dos ambientes naturais, incluindo o crescimento populacional, desenvolvimento industrial, urbanização desorganizada, atividades agropecuárias intensivas e a exploração excessiva de recursos naturais, causando problemas e desafios relacionados à degradação dos ambientes naturais que têm levado a uma perda considerável das florestas, tendo como consequência a redução da biodiversidade, o aumento das emissões de carbono e a perda dos ecossistemas.

Segundo Nunes et al. (2022) as ações antrópicas aumentaram a quantidade de gases de efeito estufa na atmosfera, o que contribuiu para o aquecimento global e as mudanças climáticas. Essas mudanças aceleram ainda mais os amplos processos de degradação ambiental e comprometem a recuperação e a resiliência das paisagens ao interferir nos seus processos metabólicos.

Conforme Mucelin e Bellini (2008), a expansão acelerada das áreas urbanas e o desenvolvimento das cidades têm sido um fator impulsionador da destruição dos ecossistemas, acarretando em aumentos significativos dos impactos ambientais negativos no ambiente urbano. Nesse contexto, Carneiro e Jesus (2021) destacam que a influência antrópica tem causado inúmeras perturbações na estrutura e funcionamento dos ecossistemas terrestres, resultando em efeitos significativos na qualidade dos serviços ecossistêmicos oferecidos pela natureza.

Para Sporl (2007), uma das variáveis a serem examinadas deve ser o uso da terra nas relações das características do relevo e do solo, pois as diversas funções do uso acabam provocando os diferentes processos sobre o meio natural, gerando o desequilíbrio. No momento que a população interfere na dinâmica da natureza, por meio da apropriação, mudase todo comportamento dos diferentes processos, tais como, escoamento, infiltração, intemperização entre outros.

No cenário atual, as unidades de conservação, como a Área de Proteção Ambiental (APA) do Catolé e Fernão Velho, adquirem uma importância singular, pois representam espaços relevantes para a conservação e proteção ambiental em meio ao contínuo avanço das atividades humanas. Estas áreas são especialmente significativas por abrigarem ecossistemas diversificados e abundantes, cuja preservação tem sido ameaçada pelas pressões decorrentes do crescimento urbano desordenado e da expansão das atividades humanas.

A criação da APA do Catolé e Fernão Velho através da Lei n°. 5.347/1992 foi uma medida importante para a conservação ambiental da região. Além de desempenhar um papel

fundamental na proteção da biodiversidade, a APA também possui uma relevância essencial para o abastecimento de água de milhares de residências em Maceió. Entretanto, apesar de sua importância ambiental, a proximidade com áreas urbanas e o fornecimento de água representam desafios significativos para a manutenção da biodiversidade na APA. A crescente pressão decorrente do crescimento urbano e a ocupação desordenada do solo como moradias irregulares, desmatamento e outras irregularidades.

O objetivo do trabalho é analisar e mapear as mudanças no uso e ocupação do solo na Área de Proteção Ambiental (APA) do Catolé e Fernão Velho ao longo de um período de 12 anos, com base em imagens de satélite de 2011 e 2023. Identificando os padrões de mudanças ao longo do período dos anos analisados. E as discussões aqui apresentadas visam contribuir para o entendimento dos impactos antrópicos nessa região, bem como subsidiar a formulação de políticas de gestão e conservação que possam preservar a riqueza ambiental dessas áreas para as futuras gerações.

Caracterização da área de estudo

Conforme o Instituto do Meio Ambiente (IMA, 2019), a APA do Catolé e Fernão Velho encontra-se localizada na faixa central do litoral alagoano, abrangendo uma área de 3.778 hectares. Os limites territoriais estão delimitados pelos paralelos 09°32’02,91” e 09°37’06,20” de latitude Sul e pelos meridianos 035°48’45,9” e 035°49’19,62” de longitude Oeste de Greenwich. Essa APA abrange terras pertencentes aos municípios de Coqueiro Seco, Santa Luzia do Norte, Satuba, Rio Largo e Maceió (Figura 1).

A APA está localizada dentro da área abrangente do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba. Essa unidade de conservação também engloba a parte norte da laguna Mundaú e as ilhas que formam o seu estuário. Além disso, a APA inclui remanescentes de floresta ombrófila, manguezais, várzeas/brejos, coqueirais e áreas urbanas em expansão, com destaque para as cidades de Maceió, Satuba e Rio Largo. Quanto à altimetria, apresenta variação entre 0 metros, ao nível da laguna Mundaú, e 120 metros na borda dos tabuleiros (IMA, 2019).

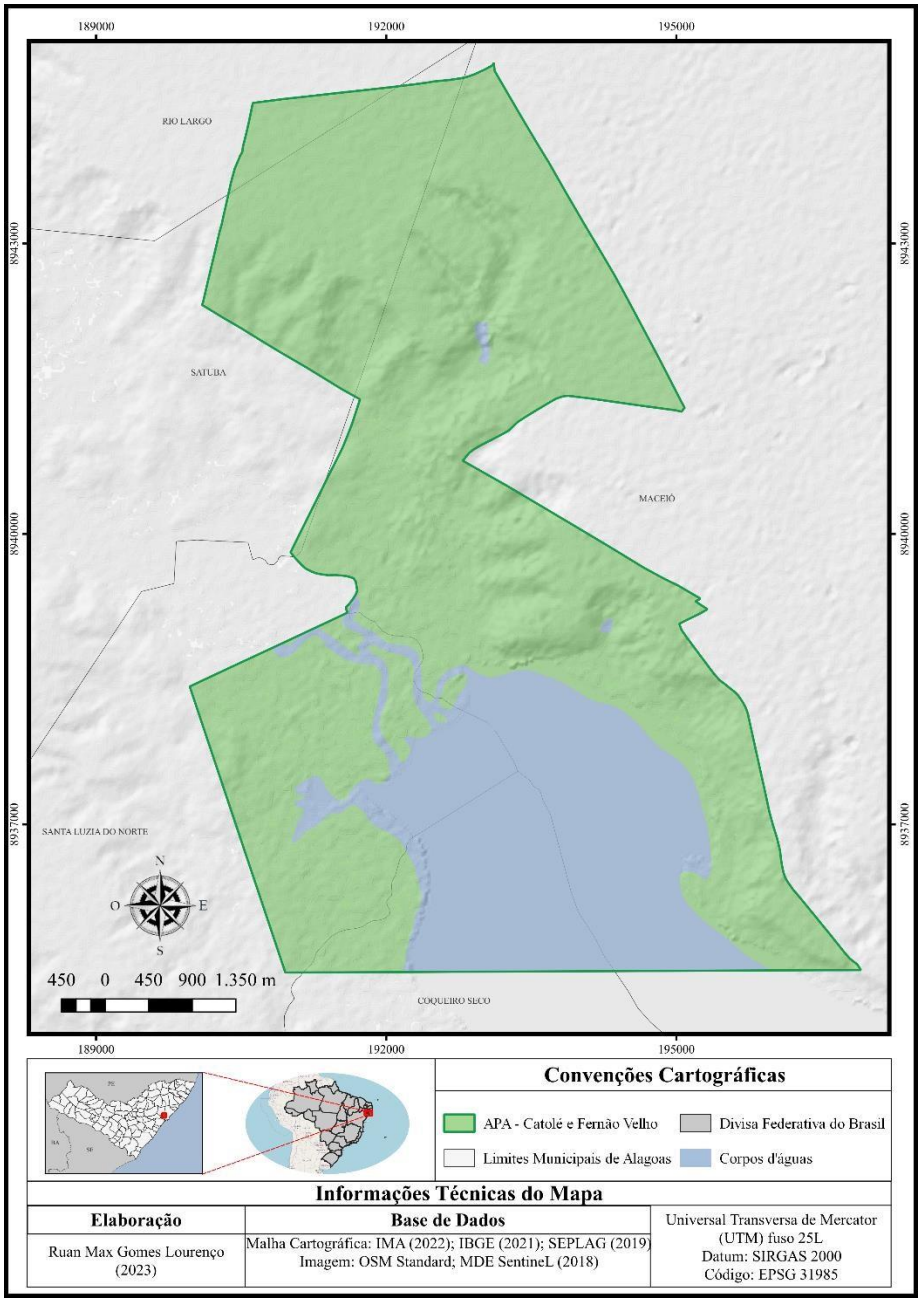


Figura 1: Mapa de localização da APA - Catolé e Fernão Velho
Fonte: Autores (2023).

Segundo Oliveira et al. (2019), a APA do Catolé e Fernão Velho está inserida nos domínios morfoesculturais da planície e dos tabuleiros costeiros. Essas áreas são caracterizadas como reservatórios de áreas sedimentares, resultantes de uma combinação de processos marinhos, fluviais, fluviomarinhos, flúviolacustres e eólicos ao longo do tempo. Os domínios morfoesculturais são divisões territoriais que levam em conta tanto as características geológicas e geomorfológicas da região quanto a influência da ação humana.

No caso específico da APA do Catolé e Fernão Velho, ela se encontra em uma região formada por planícies e tabuleiros costeiros, que são áreas de baixa altitude próximas ao litoral.

O município de Maceió abrange um clima do tipo tropical, com períodos de pluviosidade durante o inverno mais intensos que durante o verão. Segundo Köppen e Geiger o clima é classificado como As. A média de temperatura na região é de 25,2 ºC, durante o ano o mês de março é mais quente com médias de 26,4 ºC, é o mês de agosto com média de 23,5 ºC, o mês com a temperatura mais baixa durante o ano. A pluviosidade média anual é de 1.304 mm, o mês de dezembro é mais seco com média de 45 mm, sendo o mês de junho o mês com maior média precipitação com cerca de 195 mm (Climate-Data, 2023).

Metodologia

Com o intuito de atender aos objetivos propostos no artigo, foi adotado o trabalho de Coelho, e Souza (2016), onde foi proposto o mapeamento de uso e cobertura da terra, com imagens de satélite do Landsat 8. E para o presente estudo, utilizou a classificação do uso e ocupação do solo baseada na interpretação de imagens de satélite do Landsat 5 e 8, com intervalo de 12 anos entre as datas de 17/03/2011 e 19/04/2023, ambas com resolução espacial de 30 metros na escala de 1:50.000.

O uso de imagens de satélite com diferentes intervalos de tempo possibilitou a identificação de tendências e padrões de mudança, contribuindo para a compreensão dos processos de urbanização, degradação ambiental ou outras dinâmicas relevantes na APA do Catolé e Fernão Velho e para a identificação dessas mudanças, utilizando o software QGIS 3.28.5 para a interpretação, análise e criação dos mapas temáticos, permitindo a visualização detalhada e a manipulação dos dados.

Sendo definidas previamente as categorias de cobertura natural e os diferentes tipos de uso do solo, como Sítio urbano, Cobertura Vegetal, Campo/Pastagem, Solo exposto e corpos d'água, sendo feito consequentemente, as composições coloridas das bandas 6,5 e 4 (RGB), criando o mosaico das composições coloridas, gerando uma imagem com informação de uso e cobertura para toda a área de estudo.

Desta forma, procedeu-se à interpretação visual das imagens de satélite com auxílio das bases de dado já existentes do MapBioma, o que permitiu à identificação e delimitação das categorias de uso e ocupação do solo. As áreas foram delimitadas manualmente, sendo elaborada a topologia dos polígonos, garantindo a ausência de sobreposições entre vizinhos ou adjacências.

Com os dados obtidos, realizou a criação dos mapas temáticos de uso e ocupação do solo da APA do Catolé e Fernão Velho nos anos de 2011 e 2023, sendo realizada a identificação e mapeamento dos componentes presentes na área. Em seguida, os dados

foram tabulados e organizados em Tabela utilizando o software do Excel, na qual foram registradas as áreas em hectares correspondentes às diferentes classes de uso e ocupação do solo, juntamente com a porcentagem de cada classe em relação à área total de estudo.

Resultados e Discussão

O estudo sobre o uso e ocupação do solo na Área de Proteção Ambiental do Catolé e Fernão Velho revelou diversas categorias que refletem as atividades humanas presentes na região. As principais categorias identificadas foram sítio urbano, pastagem/campo, cobertura vegetal, solo exposto e corpos d'água, representando, respectivamente, a expansão urbana, as atividades agropecuárias e a preservação da vegetação nativa (Figura 2).

Através da tabulação de cada classe com suas áreas de ocupação (Tabela 1), foi possível obter uma visão mais clara e quantitativa da distribuição espacial dos diferentes usos do solo na área em análise. Esse levantamento permitiu identificar os padrões e tendências do uso da terra ao longo do tempo, bem como compreender o impacto das atividades humanas na paisagem da APA do Catolé e Fernão Velho.

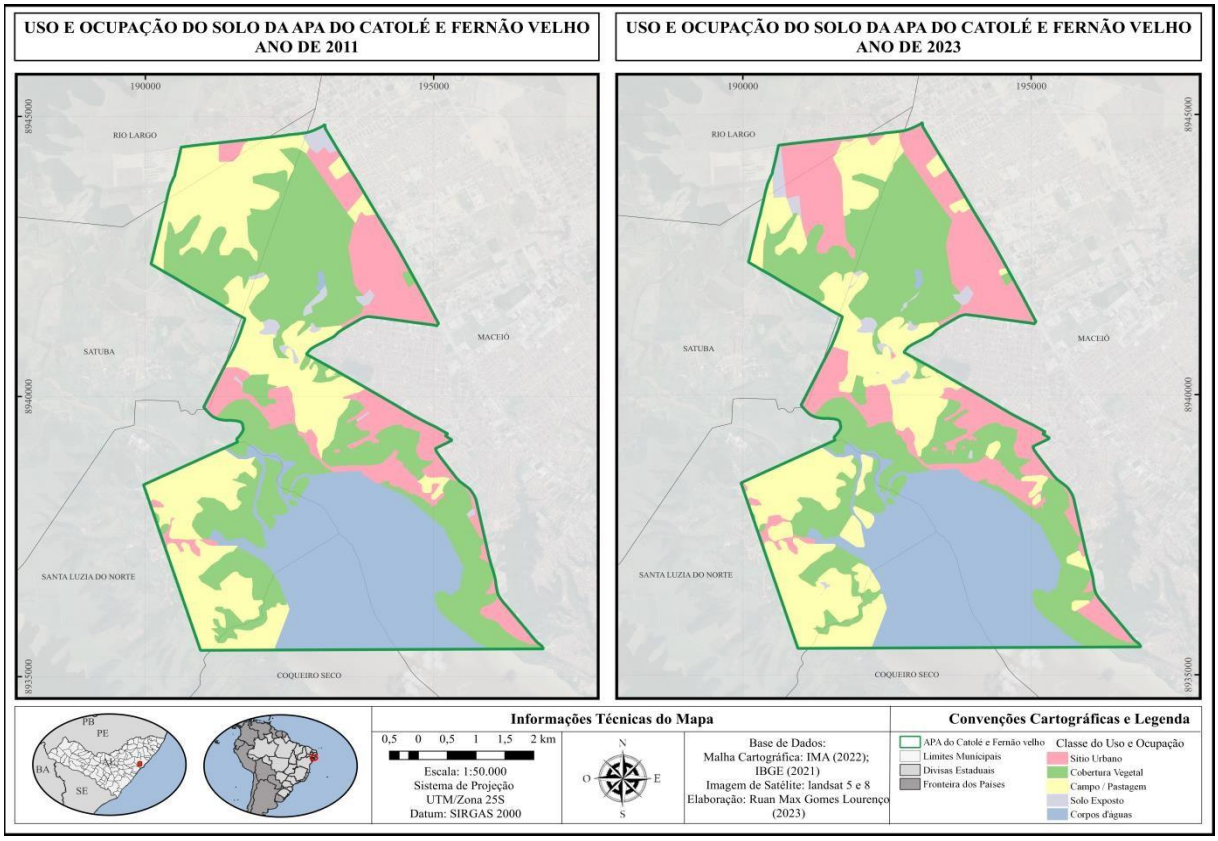


Figura 2: Mapa do Uso e Ocupação do solo nos anos de 2011 e 2023 da APA do Catolé e Fernão Velho
Fonte: Autores (2023).

Tabela 1: Classes de uso e ocupação do solo, segundo valores absolutos (ha) e percentuais (%) da APA do Catolé e Fernão Velho.

Classes de Uso	Área (ha)		Porcentagem (%)	
	2011	2023	2011	2023
Sítio Urbano	560	802	14,84	21,21
Corpos d'água	936	936	24,77	24,77
Solo Exposto	61	67	1,61	1,78
Cobertura Vegetal	1238	1179	32,77	31,22
Pastagem / Campo	983	794	26,01	21,02
Total	3.778	3.778	100,00	100,00

Fonte: Autores (2023).

Ao analisar os dados referentes aos anos de 2011 e 2023, foi constatado que o corpo hídrico presente na APA do Catolé e Fernão Velho permaneceu inalterado ao longo desse período. Sua área de ocupação manteve-se constante em 936 hectares, representando 24,77% da ocupação total da APA. A estabilidade da área ocupada pelo corpo hídrico na APA indica que medidas de conservação e proteção têm sido efetivas em relação a essa parcela do território, contribuindo para a preservação da biodiversidade aquática e dos serviços ecossistêmicos relacionados e para o fornecimento de recursos hídricos essenciais para a vida.

No entanto, se faz necessário continuar monitorando e preservando os corpos d'água presentes na APA, pois eles são sensíveis a mudanças ambientais e podem ser afetados por atividades antrópicas e alterações climáticas. A gestão adequada dos recursos hídricos e ações de proteção dos ecossistemas aquáticos são essenciais para garantir a sustentabilidade ambiental da APA do Catolé e Fernão Velho e para a qualidade de vida das comunidades que dependem dessas águas para suas atividades cotidianas.

Os dados de uso e ocupação do solo na APA mostram que a cobertura vegetal apresentou uma queda mínima ao longo do período entre 2011 e 2023. A ocupação dessa categoria passou de 1238 hectares (32,77% da área) para 1179 hectares (31,22% da área), resultando em uma diminuição de 59 hectares de cobertura vegetal na unidade de conservação. Esse declínio representa uma redução de apenas 1,55% da cobertura vegetal em relação à situação em 2011 (Figura 3).

Essa leve diminuição na ocupação da cobertura vegetal pode ser resultado de diversas interações, incluindo a expansão urbana, atividades agrícolas ou mudanças naturais no ambiente. No entanto, é importante notar que a APA do Catolé e Fernão Velho tem apresentado uma relativa estabilidade em relação à conservação da vegetação nativa, o que

é positivo para a preservação da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos que a vegetação desempenha na região. Apesar da pequena queda observada, é fundamental continuar monitorando a cobertura vegetal e adotar medidas de manejo e conservação para garantir a proteção desse importante componente dos ecossistemas presentes na APA.

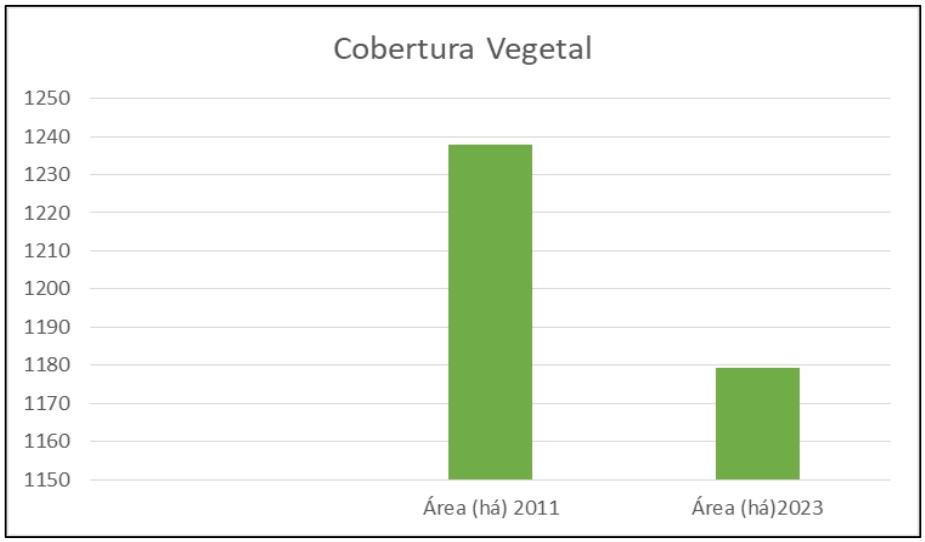


Figura 3: Área de cobertura vegetal dos anos de 2011 e 2023 da APA do Catolé e Fernão Velho
Fonte: Autores (2023).

Com base nos dados analisados, fica evidente que a classe de pastagem/campo na APA sofreu uma significativa diminuição em sua ocupação ao longo do período entre 2011 e 2023. Em 2011, essa classe ocupava uma área de 983 hectares, correspondendo a 26,01% da área total da APA. Já em 2023, essa ocupação caiu para 794 hectares, representando apenas 21,02% da área total (Figura 4). A redução de 189 hectares (4,99% da área total) indica uma transformação do uso do solo nessa região. Essa diminuição não significa que a área de pastagem/campo tenha sido recuperada para a cobertura vegetal, mas sim que essa ocupação foi substituída, pelo avanço da ocupação urbana na região norte da APA.

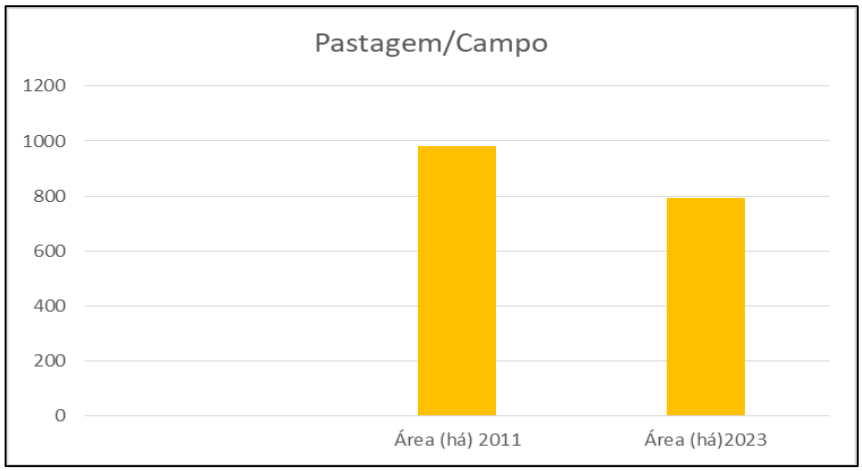


Figura 4: Área de Pastagem/Campo dos anos de 2011 e 2023 da APA do Catolé e Fernão Velho
Fonte: Autores (2023).

A análise dos dados revela um aumento significativo nas categorias de solo exposto e sítio urbano na Área de Proteção Ambiental (APA) do Catolé e Fernão Velho. Em 2011, os solos expostos ocupavam aproximadamente 61 hectares, representando 1,61% da área de estudo. Já em 2023, essa ocupação aumentou em cerca de 6 hectares, totalizando 67 hectares (0,17% da área total) (Figura 5). Embora esse aumento pareça pequeno, é relevante, pois indica uma expansão urbana que se intensifica, provavelmente impulsionada pela construção de novas moradias na região norte da APA.

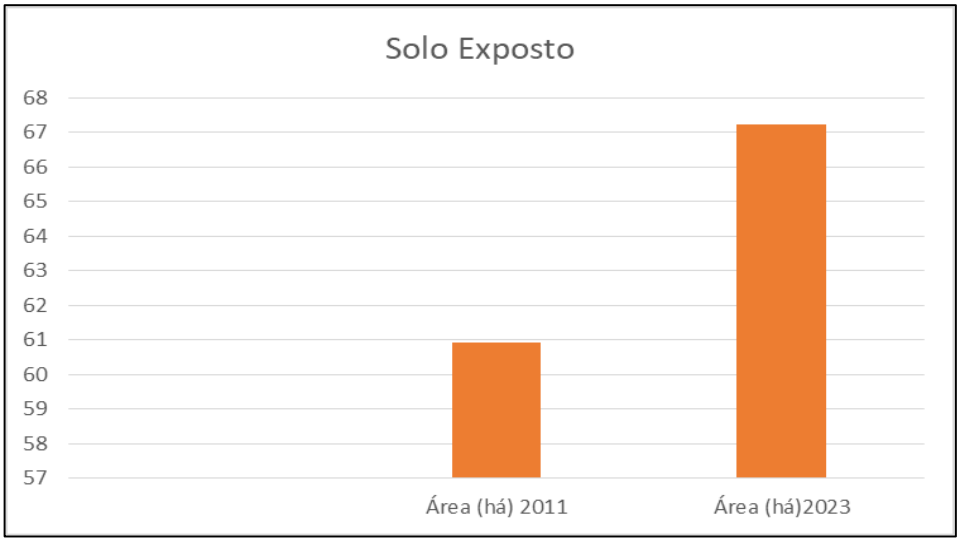


Figura 5: Área de Solos Exposto dos anos de 2011 e 2023 da APA do Catolé e Fernão Velho
Fonte: Autores (2023).

Esse crescimento de solo exposto na região norte sugere que áreas anteriormente ocupadas por Pastagem/Campo estão sendo convertidas para futuras implementações de residências e infraestruturas urbanas. Esse processo pode ter impactos significativos no ambiente, como a perda de habitat natural, a fragmentação dos ecossistemas e a alteração dos ciclos hidrológicos.

Por outro lado, é interessante observar que nas áreas das regiões centrais da APA, ocorreu uma diminuição nas áreas de solo exposto, com a cobertura vegetal retornando a essas áreas (Figura 2). Essa mudança pode ser resultado de ações de recuperação ambiental ou da implementação de políticas de conservação e preservação da vegetação nativa.

Conforme mencionado anteriormente, a ocupação urbana na APA do Catolé e Fernão Velho registrou um aumento significativo nos últimos anos. Em 2011, a área ocupada pelo sítio urbano era de 561 hectares, o que correspondia a 14,84% da área total da APA (Figura 6). A partir desse ano, principalmente na região norte e noroeste da APA ocorreram a construção de 12 novos condomínios residenciais com a construção de 6.144 casas populares, por meio do Programa Federal "Minha Casa, Minha Vida". Essas residências foram

entregues aos novos moradores entre os anos de 2014 e 2018, na área conhecida como Nova Satuba, conforme registrado por Ribeiro (2021, p. 58).

Essa expansão urbana resultou em um crescimento significativo da APA, com uma área adicional de 241 hectares (6,38% da área total) passando a ser ocupada pelo sítio urbano. Em 2023, a ocupação urbana totalizava 802 hectares, representando 21,22% da área total da APA (Figura 6).

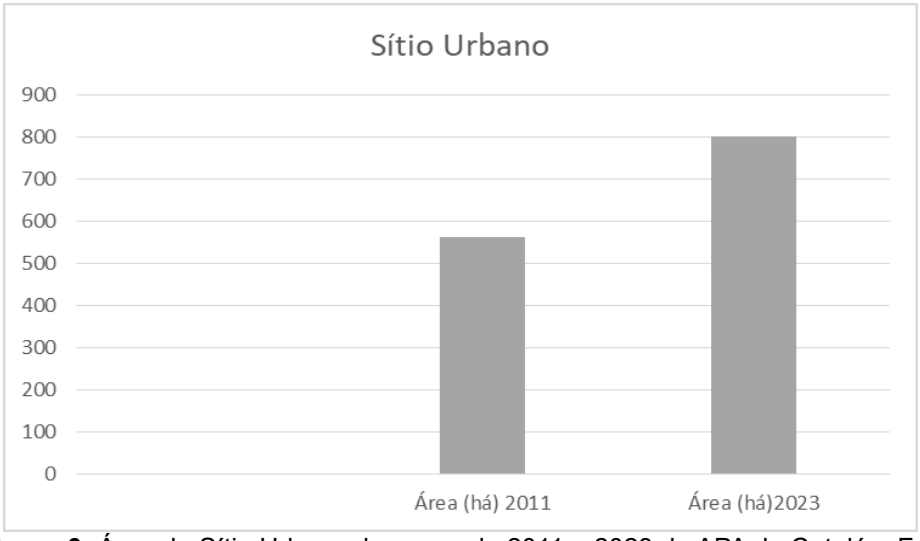


Figura 6: Área do Sítio Urbano dos anos de 2011 e 2023 da APA do Catolé e Fernão Velho
Fonte: Autores (2023).

Essa expansão urbana na APA do Catolé e Fernão Velho, por trazer desafios para a conservação ambiental na APA do Catolé e Fernão Velho, pois a preservação dos ecossistemas e dos recursos naturais é essencial para garantir a sustentabilidade da região e a qualidade de vida das comunidades locais. E a pressão das atividades humanas, como a urbanização desordenada, pode resultar em problemas como perda de habitats naturais, poluição, aumento do tráfego de veículos e pressão sobre os recursos naturais, incluindo a água e a vegetação nativa.

Esses dados reforçam a importância de políticas e medidas efetivas de planejamento urbano e de conservação ambiental para a preservação dos recursos naturais da APA. É fundamental garantir um equilíbrio entre o desenvolvimento humano e a proteção do meio ambiente, buscando promover a sustentabilidade e a qualidade de vida das comunidades locais, ao mesmo tempo em que se preserva a rica biodiversidade e os serviços ecossistêmicos oferecidos pela área.

Conclusão

Diante das informações apresentadas sobre o uso e ocupação do solo na APA do Catolé e Fernão Velho, é possível observar os desafios enfrentados pela região devido à

expansão urbana e às atividades humanas. O crescimento acelerado das áreas urbanas tem sido uma das principais causas de perturbação nos ecossistemas naturais, resultando em perda de cobertura vegetal, aumento de áreas de solo exposto e pressão sobre os corpos d'água. No entanto, também foi notado que medidas de conservação têm sido bem-sucedidas em manter a integridade de alguns recursos naturais, como os corpos hídricos e parte da cobertura vegetal.

É crucial que sejam adotadas estratégias de planejamento urbano e ambiental integrado, que considerem a proteção dos ecossistemas e a qualidade de vida das comunidades locais. Investimentos nas políticas de uso do solo adequadas, proteção de áreas verdes, recuperação de áreas degradadas, incentivos a uso sustentável são fundamentais para preservar a biodiversidade, os recursos hídricos e os serviços ecossistêmicos essenciais, garantindo a sustentabilidade dessa importante unidade de conservação e a qualidade de vida das comunidades que nela habitam.

A participação da sociedade civil e o engajamento das autoridades locais são imprescindíveis para a manutenção do equilíbrio entre o desenvolvimento econômico e a conservação ambiental na APA do Catolé e Fernão Velho. Somente com a colaboração de todos os atores envolvidos é possível garantir um futuro sustentável para essa importante unidade de conservação e para as gerações futuras. A proteção dos recursos naturais e a promoção do desenvolvimento humano são metas interligadas, e a harmonização desses objetivos é a chave para assegurar um ambiente saudável e próspero para todos.

Referências

CLIMATE-DATA. ORG. Dados climáticos para cidades mundiais. Disponível em: https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/alagoas/maceió-2193/. Acesso em: 07 de ago., 2023.

CARNEIRO, A. de S. R; JESUS, T. B. de. Estudo temporal do uso e ocupação do solo na APA do Pratagi. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS, XXIII., 2019, Feira de Santana. Anais... Feira de Santana: SEMIC, 2021. p. 1-4.

COELHO, R. V.; SOUSA, S. B. de. Utilização de imagens de satélite para criação do mapa de uso e cobertura da terra para o estado de Goiás – Ano base 2015. In: III CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENÇÃO DA UEG, 3., 2016, Pirenópolis. Anais [...]. Pirenópolis: UEG, 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Código Florestal. Disponível em: https://www.embrapa.br/codigo-florestal. Acesso em: 02 de ago, 2023.

IBAMA. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais e Renováveis. APA - Roteiro Metodológico para Gestão de Área de Proteção Ambiental. 1. ed. Brasília: IBAMA, 2001. 240 p.

IMA. Instituto do Meio Ambiente. Plano de Manejo da APA do Catolé e Fernão Velho. Disponível em: https://encurtador.com.br/koyY5. Acesso em: 21 de jul., 2023.

LOURENÇO, R. M. G. Identificação das áreas de fragilidade ambiental no núcleo urbano do município de Pilar, Alagoas. 2023. 78 f. Trabalho de conclusão de curso de Geografia – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2023.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. Sociedade & natureza, v. 20, p. 111-124, 2008.

NUNES, J. O. R. et al. Diagnósticos e intervenções: estudos de caso sobre vulnerabilidade/fragilidade da paisagem e conservação dos solos. In: COSTA, J. L. P. O; ZACHARIAS, A. A.; PANCHER, A. M (Org.). Métodos e técnicas no estudo da dinâmica da paisagem física nos países da CPLP - comunidade dos países de expressão portuguesa. Málaga, Espanha: EUMED, 2022. p.10 – 30. E-book. Disponível em: https://encurtador.com.br/hjkxE. Acesso em 05 de ago., 2023.

ODUM, E. P. Ecologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1988.

OLIVEIRA, E. L; ANDRADE, E. L; GUIMARÃES JÚNIOR, S. A. M; OLIVEIRA, A. N. S. Áreas potenciais à preservação ambiental na APA do Catolé e Fernão Velho – Alagoas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, XIX., 2019, Santos. Anais... Santos: INPE, 2019. p. 15-18.

RIBEIRO, R, L. A Região Metropolitana de Maceió: entre os limites territoriais e a conurbação. 2021. 93 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2021.

SILVA, G. A. da. Unidades de conservação como política de proteção à biodiversidade: uma caracterização perceptiva de grupos socioculturais do entorno da APA do Catolé e Fernão Velho, estado de Alagoas. 2006. 143 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente: Desenvolvimento Sustentável) - Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2006.

SPÖRL, C. Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais. 2007. 185 f. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2007.

Utilização de ferramentas SIG de baixo custo para validação de mapeamentos do uso e cobertura da terra

Use of low-cost GIS tools to validate land use and land cover mappings

Essia de Paula Romão-Torres
Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe
0000-0002-1578-2258
essia.romao@ufpe.br

Walber Roberto Guimarães Torres
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
0000-0003-3811-0718
torres_walber@hotmail.com

Andressa Vieira da Silva
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0002-7613-0579
silva.andressa1094@gmail.com

Rafael Oliveira de Araújo
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0005-5842-4230
rafael.oliveiraaraujo@ufpe.br

Cristiana Coutinho Duarte
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0002-5219-3903
cristiana.duarte@ufpe.br

Resumo: Usos e coberturas da terra são atividades humanas que resultam da relação entre elementos bióticos e antrópicos. Sua dinâmica pode ser mapeada com junção de dados de Sensoriamento Remoto e ferramentas SIG, como Google Earth Pro e Street View. Objetivou-se realizar a validação de mapeamentos do uso e cobertura da terra do IBGE e MAPBIOMAS em escala local para o Engenho Pitangueira, Paudalho-PE. A metodologia consistiu em cruzar os dados em análise com o mapeamento autoral e imagens tridimensionais. Para os resultados de 2020, a classificação do MAPBIOMAS foi mais detalhada que o IBGE, mas com menor detalhe em relação aos autores. Em 2021, a classificação do MAPBIOMAS foi generalista, comparada com as fotografias. Conclui-se que, apesar da limitação na disponibilidade de dados temporais, a utilização das ferramentas SIG permitiu mapear e analisar o uso e cobertura da terra em escala local, confirmando também a validade dos mapeamentos estudados.

Palavras-chave: Google Earth Pro. Street View. IBGE. MAPBIOMAS. Engenho Pitangueira.

Abstract: Land use and land cover are human activities that result from the relationship between biotic and anthropic elements. Its dynamics can be mapped by joining remote sensing data and GIS tools such as Google Earth Pro and Street View. The objective was to validate IBGE and MAPBIOMAS land use and land cover mappings at the local scale for the Pitangueira Mill, Paudalho-PE. The methodology consisted of cross-referencing the data under analysis with author mapping and three-dimensional pictures. For the 2020 results, the MAPBIOMAS classification was more detailed than IBGE, but with less detail regarding the authors. In 2021, the MAPBIOMAS classification was generalist compared to photographs. It is concluded that, despite the limitation in the availability of temporal data, the use of GIS tools allowed mapping and analysis of land use and land cover at a local scale, also confirming the validity of the mappings studied.

Keywords: Google Earth Pro. Street View. IBGE. MAPBIOMAS. Pitangueira Sugar Mill.

Introdução

As relações sociais e econômicas desenvolvidas pela sociedade para ocupação e apropriação do território, bem como os processos ambientais, moldam e transformam a

paisagem. Esses sistemas são reconhecidos por “usos e coberturas da terra”, onde o *uso* engloba as diversas atividades humanas e *cobertura* os elementos físicos, biológicos e construções artificiais que se encontram sobre a superfície terrestre (IBGE, 2013; Briassoulis, 2020). São conceitos intrinsecamente interligados, uma vez que o uso da terra influencia diretamente em sua cobertura. Nesse sentido, em Briassoulis (2020) é afirmado que uma mesma forma de cobertura da terra pode abrigar múltiplos usos, como uma floresta utilizada para extrativismo e ecoturismo, além disso, um sistema de usos representa uma única cobertura, como um mosaico de culturas agrícolas. Complementando, no Manual Técnico de Uso da Terra é destacado que:

> "É preciso considerar que a cobertura da terra ocorre sempre como uma combinação de superfícies com maior ou menor grau de homogeneidade, e que dentro do homogêneo existe heterogeneidade. Uma unidade de mapeamento pode ser designada por um único tipo de cobertura ou de uso da terra ou pela associação de vários tipos de componentes, cujos limites podem apresentar-se nítidos ou difusos entre si” (IBGE, 2013, p. 40).

Face às exposições, torna-se essencial monitorar as variações temporais e espaciais dessa multiplicidade de usos e suas diferentes coberturas. Esse tipo de mapeamento colabora ao fornecer informações acerca da distribuição e intensidade das atividades humanas, bem como suas interações e impactos ambientais. Além do que, suas alterações podem provocar impactos sobre os fluxos de serviços ambientais, providos dos ecossistemas, para os seres humanos (IBGE, 2022). Assim, ao mapear dados de uso e cobertura da terra, é preciso realizar levantamentos que indiquem as tipologias de usos através de padrões homogêneos na paisagem, visando sua classificação e espacialização (IBGE, 2013).

Desse modo, a conciliação dos dados geográficos obtidos por meio do Sensoriamento Remoto com a utilização de ferramentas do Sistema de Informações Geográficas (SIG) vem sendo revelado como uma combinação indispensável para obter um conhecimento abrangente e preciso do uso e cobertura da terra. Permitem, portanto, a possibilidade de mapeamentos temáticos com níveis de precisão aprimorados, o que consequentemente reduz a necessidade de trabalho de campo (Florenzano, 2008).

Dentre o conjunto de potencialidades do SIG, destaca-se ferramentas gratuitas como o *Google Earth Pro* e o *Street View*. Essas ferramentas disponibilizam imagens de satélites e fotografias tridimensionais da superfície terrestre, respectivamente, possibilitando a aquisição de dados geográficos de alta qualidade, como já demonstrados nos estudos de Cardoso; Aquino, (2014), Pereira e colaboradores (2018), Rocha e colaboradores (2018), Biljecki; Ito (2020), Gomes e colaboradores (2021). Com a disponibilidade e acesso a esses produtos, a necessidade de práticas de campo tem sido cada vez mais reduzida.

Para além disso, a pandemia da Covid-19, iniciada no ano de 2020, provocou um isolamento social global, gerando déficit econômico e prejudicando diversos setores produtivos. No Brasil, a crise de saúde pública foi agravada com uma já vivida crise político-econômica, que por sua vez, desencadeou uma grande crise educacional, em função da redução nos investimentos para a educação e das inúmeras dificuldades no acesso ao ensino remoto emergencial. Frente ao cenário nacional de readaptação e recomposição de orçamentos educacionais, reduzir as práticas de campo para algumas atividades específicas, como a validação de mapeamentos de uso e cobertura da terra, pode diminuir custos econômicos e exposição à riscos sanitários, importantes para o recente período de reconstrução pós-pandêmico.

Diante do exposto, o presente trabalho objetiva realizar a validação do mapeamento do uso e cobertura da terra do IBGE para o ano de 2020 e MAPBIOMAS em 2020 e 2021, através de imagens do *Google Earth Pro* e do *Street View*, na área do Engenho Pitangueira, Paudalho-PE. Esse espaço tem apresentado, nos últimos anos, mudanças no uso cobertura da terra, inclusive, sendo pioneiro na substituição de parte da monocultura de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) por reflorestamento com espécies do gênero Eucalyptus, iniciada em 2015, na zona da mata de Pernambuco.

Mapeamentos de Uso e Cobertura da Terra: IBGE e MAPBIOMAS

O mapeamento do uso e cobertura da terra para o Brasil vem sendo realizado por diferentes iniciativas, desde a oficial, pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), à não-governamental, como o MAPBIOMAS (Projeto Anual Brasileiro de Mapeamento do Uso e Cobertura do Solo), além de inúmeros estudos provenientes das universidades para áreas específicas do país. Todos esses dados, sobretudo, os de escala nacional, representam uma relevante base para tomadas de decisões sobre o uso do território brasileiro.

O monitoramento do IBGE, iniciado em 2015, ocorre de forma bianual e possibilita a detecção, quantificação e classificação espacial das diferentes formas de ocupação do espaço, pela integração de dados estatísticos com informações geoespaciais mapeadas. Para análise de 2020, foi realizado o aprimoramento de sua grade estatística com inserção de informações sobre a dinâmica do uso e cobertura de anos anteriores e dados complementares como vegetação, corpos hídricos, recenseamento agropecuário, entre outros. Tais informações são cruzadas com imagens orbitais do OLI/LANDSAT-8 numa divisão territorial em blocos de 450 km x 450 km, para em seguida, realizar sua interpretação em grades de 1 km² para todo o território nacional (IBGE, 2022). A classificação segue o recomendado no Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013). É possível consultar o detalhamento do

procedimento metodológico no relatório “Monitoramento da Cobertura e Uso da Terra do Brasil 2018/2020”.

Como produto espacial, o IBGE apresenta mapas vetoriais (Zioti *et al*, 2022) com tabelas de atributos em multiníveis, sendo o nível I com indicações de categorias de usos nacionais e inter-regionais, provenientes da interpretação direta de dados dos satélites. Os níveis II e III apresentam dados mais detalhados do terreno, com escalas maiores que abrangem cobertura regional (II) e o próprio uso da terra (III). Contudo, estes últimos níveis necessitam de informações exógenas aos sensores, como dados complementares de campo, principalmente o nível III (IBGE, 2013). Por fim, para a validação de dúvidas pontuais, o IBGE utiliza imagens do *Google Earth Pro* (IBGE, 2022), que pela dimensão territorial do Brasil, substitui visitas em campo.

Por outro lado, o MAPBIOMAS é uma iniciativa em rede multi-institucional que surgiu em 2015 com o intuito de realizar o mapeamento anual do uso e cobertura da terra, na perspectiva da conservação e mitigação das mudanças climáticas. Nos últimos anos, tem realizado levantamentos de dados em torno de outras temáticas ambientais para o mesmo fim, como irrigação, fogo, solo, água e pastagem. Dessa forma, seus produtos têm recebido aplicações para além dos estudos da dinâmica no uso e cobertura da terra, como em Lima e colaboradores (2017), Gomes e colaboradores (2017), Gonçalves; Ribeiro (2021), Lourenço, e colaboradores (2021), Parente e colaboradores (2021), Silva e colaboradores (2021) e Baeza e colaboradores (2022), entre outros.

A metodologia do projeto engloba uma classificação totalmente automatizada aplicada a um mosaico de imagens de satélites Landsat, através do uso de algoritmos de árvore de decisão do tipo *Random Forest*. Tanto o processamento quanto o armazenamento ocorrem em nuvem, através da plataforma *Google Earth Engine* (Souza Jr.; Azevedo, 2017; MAPBIOMAS, 2023a). Além disso, utilizam procedimentos para a redução da cobertura de nuvens e aumento do contraste espectral a nível de *pixel*, a fim de alcançar a interpretação e classificação do uso e cobertura da terra em períodos predefinidos (Maurano; Escada, 2019). Suas publicações, organizadas em coleções, englobam mapeamento de 1985 a 2021, estando atualmente na coleção 7.1. Os mapas são sempre atualizados quando há o aperfeiçoamento de algoritmos computacionais de classificação (MAPBIOMAS, 2023a). Para validação dos dados, são gerados pontos amostrais estratificados aleatoriamente, a fim de realizar a inspeção visual por meio de imagens Landsat. Até o momento, foram validados os mapas de uso e cobertura da terra para os anos de 1985 a 2018 (MAPBIOMAS, 2023b).

É importante enfatizar que estudos sobre uso e cobertura da terra, contribuem na compreensão das dinâmicas sociais, ecológicas e fisiográficas de determinada área (Pereira, *et al*, 2018). Ao possibilitar a espacialização e quantificação das diferentes formas de uso da

terra, esses mapeamentos oferecem uma compreensão sobre a distribuição e mudanças ocorridas sobre o território, permitindo verificar tendências e orientando para um uso mais racional de seus recursos.

No entanto, ressalta-se que, os monitoramentos que utilizam métodos e sistemas de classificação distintos, produzem resultados também distintos, que vão atender aos objetivos pelos quais foram atribuídos. Este é o caso dos mapeamentos de uso da terra aqui discorridos, onde o IBGE apresenta mapas com dados vetorizados a partir de uma metodologia que difere do MAPBIOMAS, ao qual, com procedimentos também específicos, apresenta a sociedade mapas informativos tipo *raster* (Zioti *et al*, 2020). Dessa forma, ao se extrair informações de levantamentos distintos, é preciso verificar a concordância dos produtos para auxiliar na aquisição, inferências ou análises, sobretudo em escalas locais (CAPANEMA *et al*, 2019). Em suma, buscar-se-á neste trabalho responder ao questionamento quanto à eficácia de ferramentas SIG para analisar a concordância entre os mapeamentos de uso e cobertura da terra do IBGE e MAPBIOMAS, para anos específicos, em escala local.

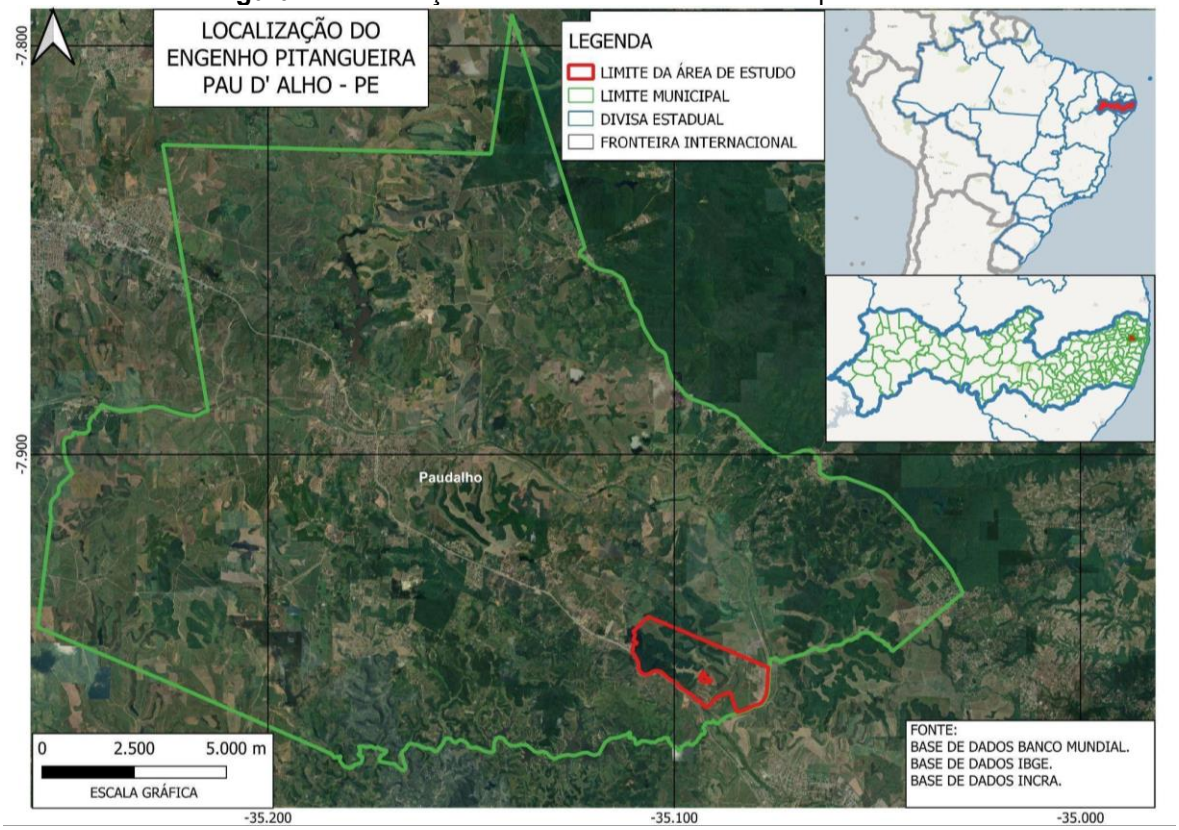
Materiais e Métodos

Localização e caracterização da área de estudo

O município de Paudalho está localizado na mesorregião Zona da Mata, especificamente, na Microrregião Mata Setentrional de Pernambuco, com sede municipal distante cerca de 44 km da capital do estado e área territorial de 269.621 km². De acordo com as projeções do IBGE, possui uma população estimada em 57.346 habitantes (IBGE, 2021). O relevo da área apresenta tabuleiros costeiros como principal compartimento, possui a presença de platôs sedimentares com retrabalhamento e vales colmatados, que foram preenchidos por sedimentos em momentos de instabilidade. A pedologia do Município de Paudalho é composta por uma variedade de solos em função dos diferentes compartimentos do relevo, apresentando Latossolos e Espodossolos, basicamente no topo dos tabuleiros; Argissolos em áreas de encosta; Luvissolos nas áreas rebaixadas onduladas; Gleissolos nas áreas mais rebaixadas; Planossolos nas áreas rebaixadas plana-arenosa e Neossolos Flúvicos, solos jovens associados a planícies aluviais (CPRM, 2005; EMBRAPA, 2018).

O Engenho Pitangueira (Figura 1), área foco deste estudo, está inserido na latitude 7°57'5.02"S e longitude: 35° 5'43.08"O, estando a sudeste do município de Paudalho, a 33 km de Recife. Abriga uma área de aproximadamente 502,4747 ha, faz confrontações ao Norte com Engenho Maciape, ao Leste com o Rio Capibaribe, Sudeste com a Fazenda Bicopeba, ao Sul com a PE-05 e BR-408 e Oeste o Residencial Guadalajara (INCRA, 2023).

Figura 1: Localização da área de estudo no município de Paudalho-PE.



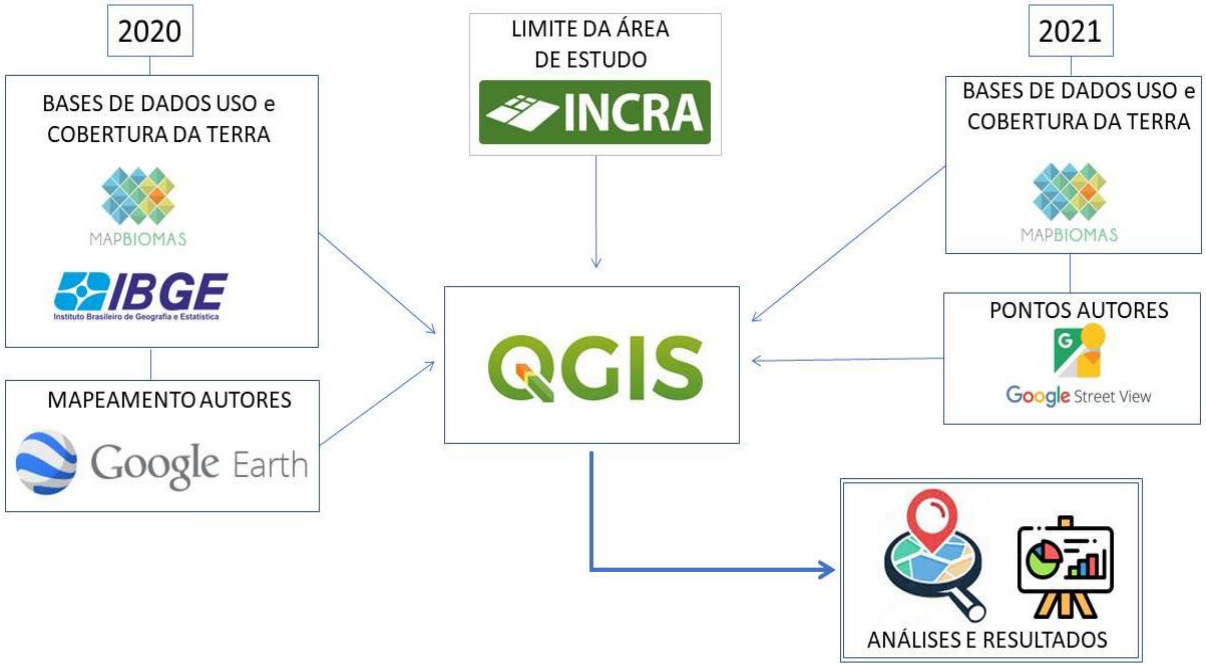
Fonte: Autores (2023)

A área está inserida na Zona Climática Tropical Nordeste Oriental, de características quente-úmida, com 3 meses secos e temperatura média anual acima de 18 graus Celsius. Quanto à classificação de sua vegetação, está inserida na região fitoecológica Floresta Ombrófila Aberta, apresentando cobertura vegetal a Leste de Floresta Ombrófila Aberta das Terras Baixas, a Oeste Floresta Ombrófila Aberta Submontana, o restante de sua área é classificado como Agropecuária (IBGE, 2021).

Procedimentos metodológicos

Os procedimentos desenvolvidos contemplam a aquisição de dados dos mapeamentos nacionais de uso e cobertura da terra do IBGE (2020) e MAPBIOMAS (2020 e 2021), produção de mapeamento de uso da terra em escala local e locação de pontos para validação dos dados base para o Engenho Pitangueira. O limite territorial da área foi adquirido na base de dados do acervo fundiário do INCRA (www.sigef.incra.gov.br). Para realização dos processamentos e análises, foram utilizados os softwares QGis 3.28.7, *Google Earth Pro* e *Street View*, todas as ferramentas gratuitas de SIG, conforme Figura 2.

Figura 2: Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



Fonte: Autores (2023)

Informações sobre mapeamento do IBGE e MAPBIOMAS são de domínio público e disponibilizadas de forma digital através do BDiA, o Banco de Dados de Informações Ambientais do IBGE e da plataforma MAPBIOMAS Brasil. Outro acesso possível é através de *plugins* desenvolvidos para o *software* QGIS (*IBGE Data Downloader* e *Mapbiomas Collection*). O Quadro 1 apresenta um resumo dos dados adquiridos para o estudo.

Quadro 1: Informações sobre mapeamentos do uso e cobertura da terra.

Mapeamento	Coleção	Satélite	Método	Formato	Disponível
IBGE	2018/2020	Landsat	Estatístico	vetor	www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15831-cobertura-e-uso-da-terra-do-brasil
MAPBIOMAS	Coleção 7.0	Landsat	Automatizado	raster	www.plataforma.brasil.mapbiomas.org

Produção: Autores (2023).

É importante ressaltar que os anos escolhidos para as análises propostas correspondem aos mapeamentos recentes de cada instituição, bem como aos anos de melhor qualidade das imagens disponíveis nas ferramentas SIG para a área. É preciso que tanto as informações dos mapeamentos quanto os dados de validação disponíveis sejam do mesmo ano, para isso, foi realizado uma pré análise dos dados base para concordância das informações. Ademais, esses anos foram marcantes para o Brasil em função da pandemia da

Covid-19, que impôs reflexões acerca do desenvolvimento de atividades em "*home work*", popularmente conhecido no Brasil por "*home office*". Entre essas possibilidades, que são discutidas até o momento, encontra-se a validação de mapeamentos com ferramentas SIG, por apresentarem dados de alta qualidade e gratuitos.

A validação dos dados do IBGE e MAPBIOMAS para o ano de 2020 é proposta ao cruzar suas informações com um mapeamento local supervisionado, produzido por este estudo, com base nas imagens de satélite disponíveis no *Google Earth Pro*. Assim, foi realizado a delimitação de polígonos para cada classe de usos e cobertura identificada e confrontadas com os resultados publicados pelos órgãos para a área de estudo. Em relação ao ano de 2021, foi estabelecido pontos de análise, validados com imagens do local disponíveis no *Street View*. É importante ressaltar que apenas o MAPBIOMAS tem dados publicados para o ano de 2021 e que a escolha dos pontos está associada a disponibilidade da imagem para a mesma data. Por fim, foi realizado o leiaute das análises no QGIS, possibilitando a espacialização dos resultados alcançados.

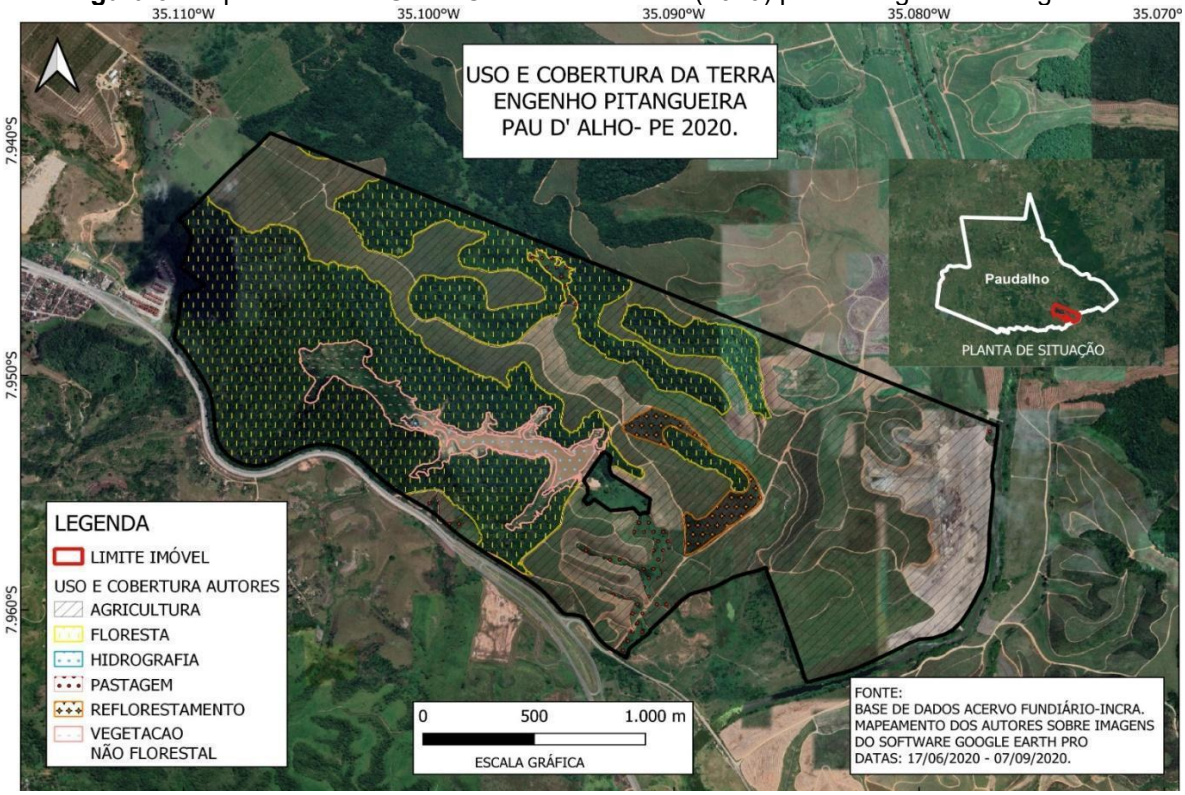
Resultados e Discussões

Utilizando o sensoriamento remoto em conjunto com ferramentas de ambiente SIG, foi possível mapear toda extensão da área do Engenho Pitangueira, possibilitando a identificação de seu uso e cobertura da terra. A área do Engenho foi classificada em áreas de características homogêneas a parte do uso econômico. Assim, seus compartimentos compreendem: hidrografia (6 ha), reflorestamento (8 ha), pastagem (10 ha), vegetação não florestal (16 ha), floresta (194 ha) e agricultura (269 ha). Esse mapeamento permite compreender a dinâmica do uso da terra e algumas relações econômicas e socioambientais da área de estudo**.**

Uso e Cobertura da terra no Engenho Pitangueira, Paudalho-PE (2020)

O mapeamento do uso e cobertura da Terra no Engenho Pitangueira (Paudalho, PE) foi realizado para o ano de 2020, como referencial de escala local. As informações foram provenientes de imagens de satélites de alta resolução obtidas no *Google Earth Pro*, que possibilitou o reconhecimento das classes agricultura, floresta, pastagem, vegetação não florestal e hidrografia (Figura 3).

Figura 3: Mapeamento de Uso e Cobertura da Terra (2020) para o Engenho Pitangueira.

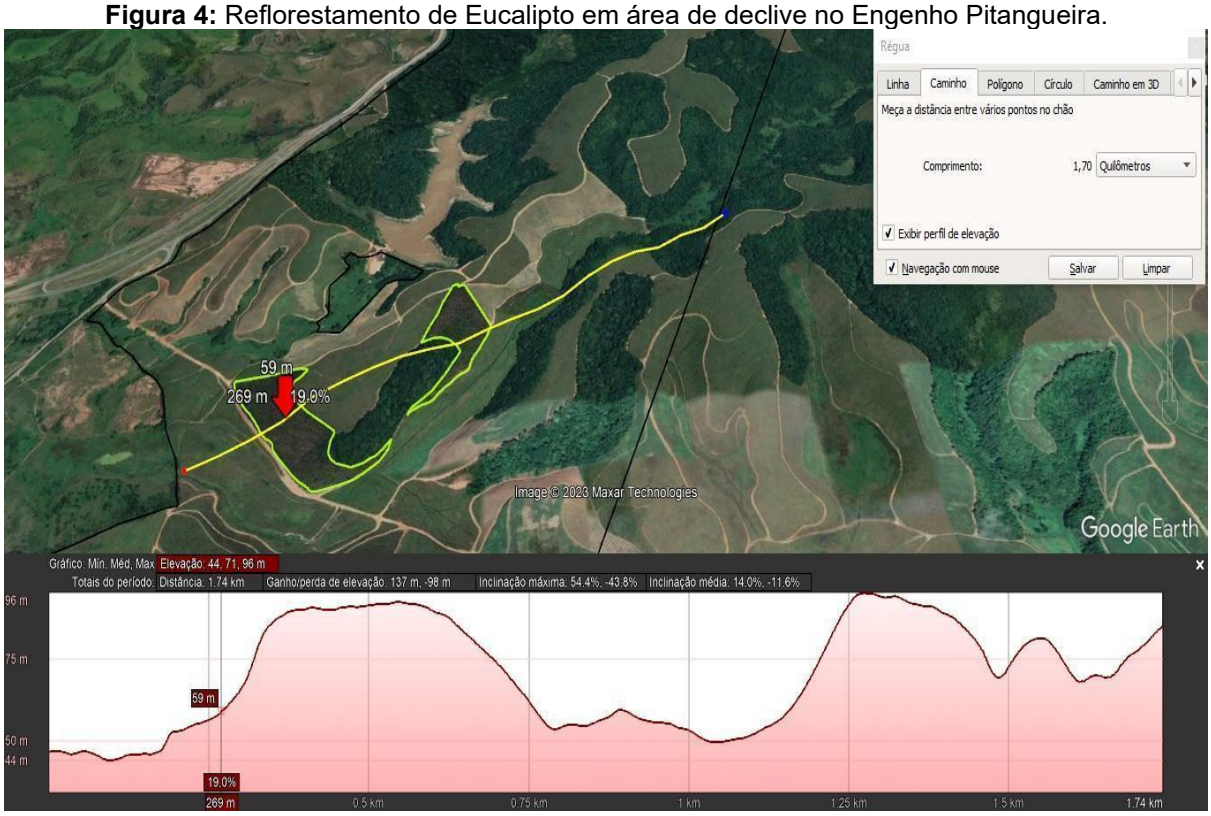


Fonte: Autores (2023).

A maior cobertura da área está associada ao uso agrícola (269 hectares), resultado esperado por abrigar uma usina de cana-de-açúcar (Usina Petribu). O diferencial seria a inserção da eucaliptocultura, que marcou, em 2015, o início desse processo para a Zona da Mata de Pernambuco. O projeto inicial previa uma substituição em massa da cultura de cana de açúcar para o eucalipto com seu uso para produção energética através de usina termoelétrica (JC-PE, 2015; Petribu, 2023). No entanto, percebe-se que a destinação de área para esse sistema ainda é bem limitada, com uma área de apenas 08 hectares.

Esta classe, surge também no intuito de realizar a substituição das referidas culturas em áreas de declive, permitindo uma maior redução dos custos de produção em detrimento das áreas planas (Portal do Agronegócio, 2015). Para tal, ao utilizar a ferramenta régua/caminho do perfil de elevação no Google Earth, foi possível traçar um perfil transversal sobre as áreas de cultivo de eucalipto e reconhecer que houve de fato a inserção da silvicultura do eucalipto nas encostas onde outrora fora cana de açúcar, porém em uma pequena proporção (Figura 4).

Figura 4: Reflorestamento de Eucalipto em área de declive no Engenho Pitangueira.



Fonte: Google Earth, Autores (2023).

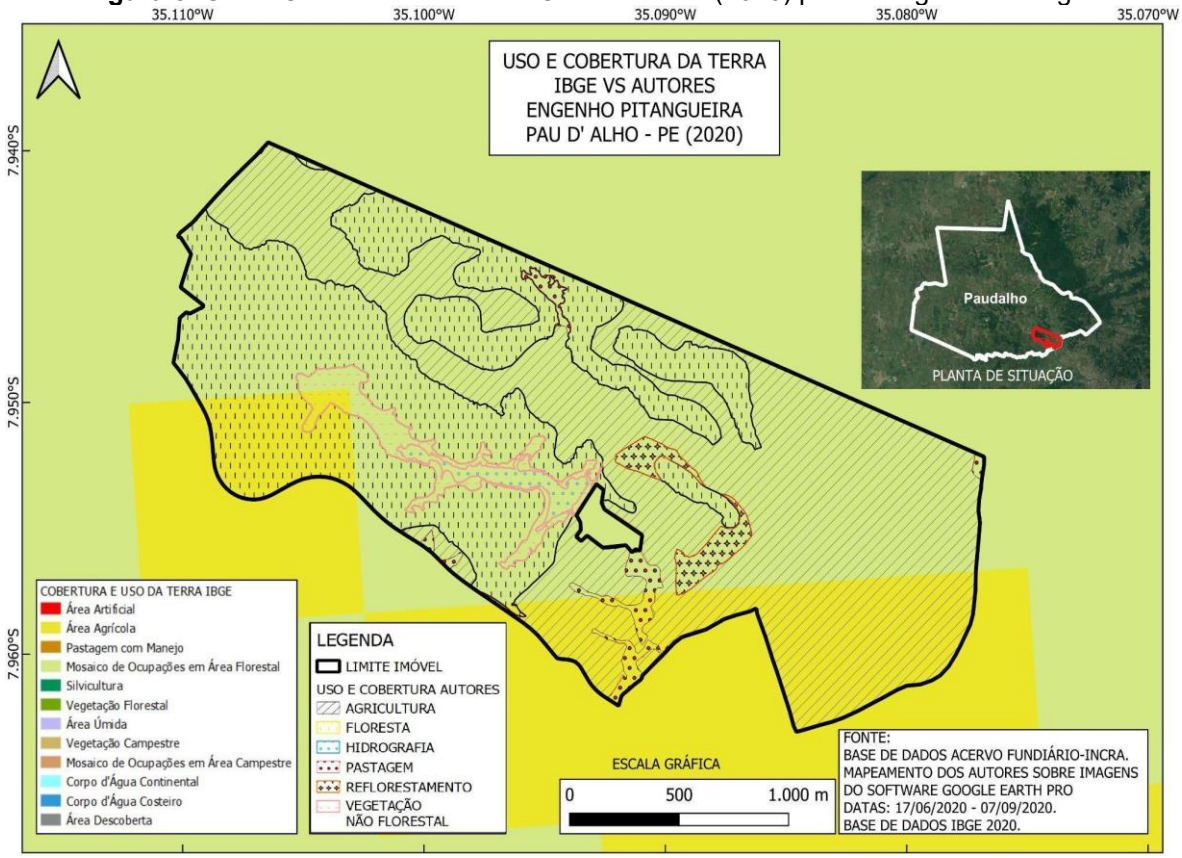
A classe floresta (194 hectares) recobre cerca de 38,5% da área, correspondendo, uma área de remanescente de vegetação nativa (CAR, 2023). Constituem-se, aparentemente, de mata ciliar, de encostas e topos de morro, com grande importância ecológica e ambiental, com recomendação de total conservação pelo Código Florestal Brasileiro (Brasil, 2012). Esse estudo, por sua vez, não verifica seu estado de conservação.

Foi observado a existência de vegetação não florestal (16 hectares) recobrindo parte do entorno da hidrografia local, que pode ter se desenvolvido em função de recuo ou assoreamento do corpo hídrico. Por fim, tem-se a classe pastagem (10 hectares), que não apresenta em grandes proporções territoriais, bem provável que seja pelo perfil econômico das atividades desenvolvidas na região, com destaque para sistemas agrícolas.

Mapeamentos de Uso e Cobertura da Terra em 2020 para escala local

O mapeamento do IBGE, para o ano de 2020, na área em questão identificou apenas duas classes de uso e cobertura, a saber “Mosaico de ocupação em área florestal” que ocupa quase a totalidade do território e “Área agrícola”, conforme a Figura 5. O mapa que se segue é resultado do confronto entre o mapeamento local, realizado pelos autores, com o mapeamento realizado pelo IBGE numa dimensão nacional.

Figura 5: Uso e Cobertura da Terra IBGE vs Autores (2020) para o Engenho Pitangueira.

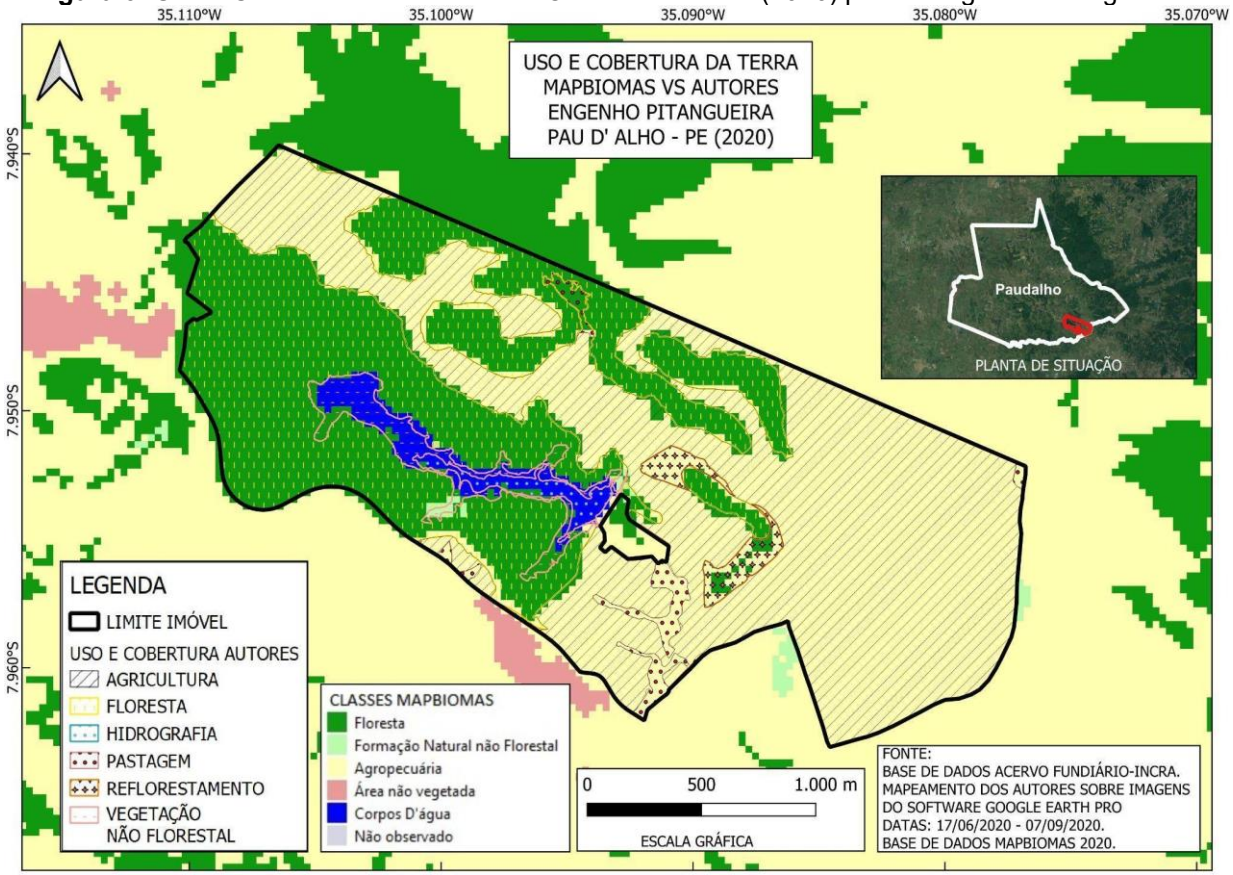


Fonte: Autores (2023).

A área agrícola da porção sudoeste difere da tipologia identificada como floresta pelos autores, as demais áreas, por comporem heterogeneidades presentes na classificação do IBGE, estão em conformidade semântica com as imagens do *Google Earth Pro*. É importante salientar que o sistema de classificação em multiníveis do IBGE visa subsidiar informações em proporções regionais, estaduais e locais, com escalas de 1: 250.000 e 1: 100.000 (IBGE, 2013). No entanto, a presente análise demonstra que as informações, em escala local, abrangem apenas o nível de reconhecimento do terreno.

Em relação a classificação automatizada do MAPBIOMAS, seus produtos possuem aplicabilidade para escala de 1:100 000, com visualização possível em 1:50 000, mesmo não sendo recomendada por seus produtores (Souza *et al*, 2020), o que pode lhe conferir um reconhecimento de usos a nível de semidetalhe. Então, foram reconhecidos como usos e cobertura da área, a presença de coberturas florestal e não florestal, uso agropecuário, além da hidrografia local e alguns pontos não observados, provavelmente pela presença de nuvens da imagem de satélite utilizada (Figura 6).

Figura 6: Uso e Cobertura da Terra MAPBIOMAS vs autores (2020) para o Engenho Pitangueira.



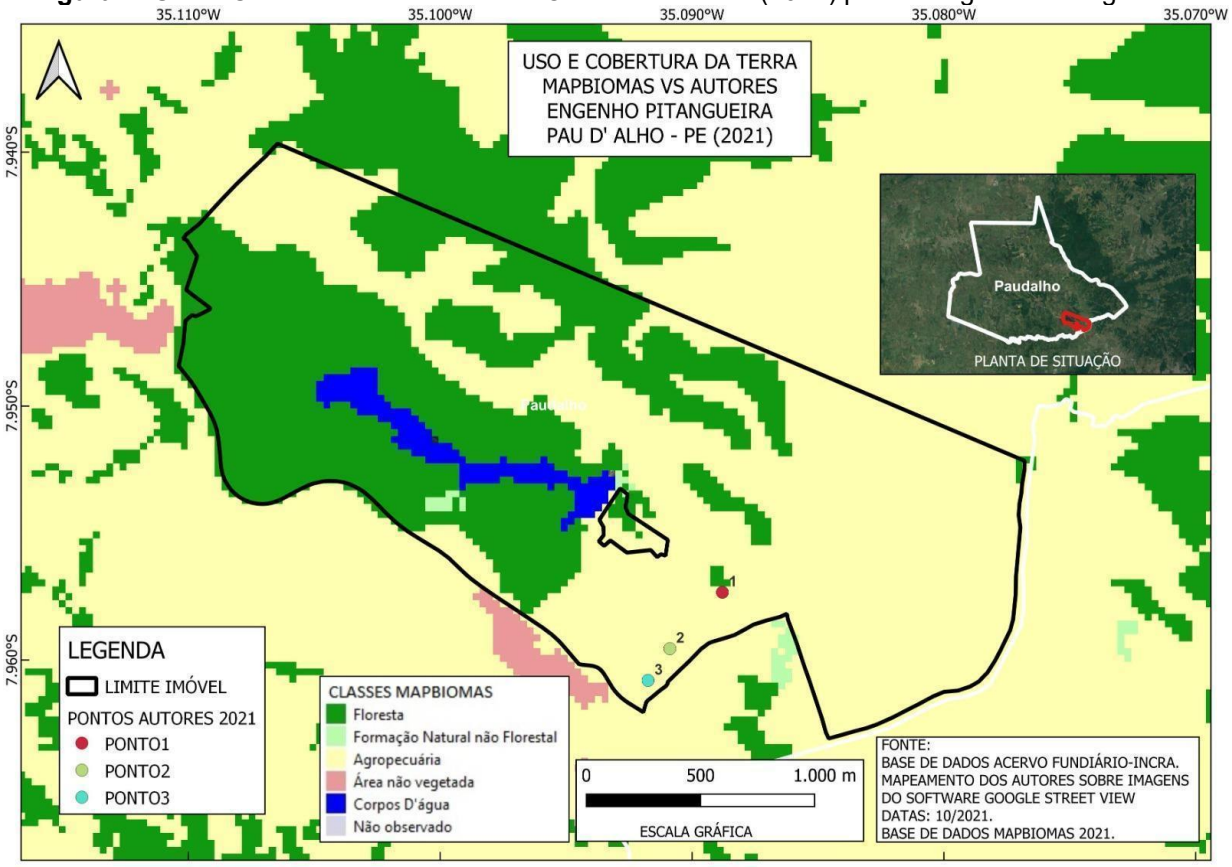
Fonte: Autores (2023).

Na classificação de uso e cobertura elaborada pelos autores, é reconhecida a classe vegetação não florestal. Como já destacado anteriormente, é uma área próxima à hidrografia, provavelmente exposta ao período de seca com recuo da água ou assoreamento. No mapeamento do MAPBIOMAS é mantido a área como corpo hídrico. Já para a classe agropecuária, as informações do projeto são generalistas, atribuindo-a como um grande mosaico de atividades, no entanto, a análise local, reconhece como área agrícola de produção canavieira e silvicultura, e só uma pequena porção destinada à pecuária com pastagem.

Uso e Cobertura da Terra do MAPBIOMAS em 2021 com fotografias Street View

Para o ano de 2021 foi comparado o mapeamento do MAPBIOMAS com alguns pontos da área em que tinham a disponibilidade de imagens do Google Street View para o período. O intuito é verificar a possibilidade de a ferramenta ser utilizada como validador de campo. A Figura 7 traz as classes de uso/cobertura e localização dos pontos avaliados.

Figura 7: Uso e Cobertura da Terra MAPBIOMAS vs autores (2021) para o Engenho Pitangueira.



Fonte: Autores (2023).

Os pontos de validação com imagens do *Google Street View*, se distribuem principalmente na área identificou de forma geral como agropecuária pelo MAPBIOMAS. O limite ao norte do Ponto 1, identificado inicialmente como classe Floresta, foi reconhecida por esse estudo como Reflorestamento por Eucaliptos. O Sul desse mesmo ponto tem-se uma área agrícola destinada à cana-de-açúcar (Figura 8).

Figura 8: Fotografia ao Norte e Sul do ponto 1 para o Engenho Pitangueira.

Fonte: Autores (2023).

No Ponto 2 é notado que, tanto Norte quanto ao Sul, há o predomínio de produção de cana-de-açúcar, inclusive, porção inferior esquerda da imagem ao norte, observa-se diferentes estágios de desenvolvimento da cultura. É possível perceber também a existência de gramíneas no primeiro plano das imagens e mata ao fundo, com destaque para a observação de eucalipto na porção inferior direita, restrito ao norte (Figura 9).

Figura 9: Fotografia ao Norte e Sul do ponto 2 para o Engenho Pitangueira.

Fonte: Autores (2023).

O ponto 3 se diferencia pela presença de canavial apenas ao norte, enquanto ao sul, destaca-se uma extensão de mata, aparentemente, com predomínio de bambus. É observado também a presença de gramíneas e sem cana-de-açúcar aparente (Figura 10).

Figura 10: Fotografia ao Norte e Sul do ponto 3 para o Engenho Pitangueira.

Fonte: Autores (2023).

Portanto, reconhece-se que o mapeamento de Uso e Cobertura da Terra realizado pelo MAPBIOMAS para 2021 generalizou os usos, sobretudo o que se refere à agropecuária. Foi percebido, ao confrontar as imagens do Street View, que a principal atividade correspondente a essa classe é agrícola, com monocultura de cana-de-açúcar. Para esse mapeamento, portanto, não houve o nível de semidetalhe, apenas o reconhecimento de terreno com uma classe mais generalista.

Considerações Finais

Ao analisar a concordância entre os mapeamentos na área do Engenho Pitangueira, percebe-se, portanto que, para o ano de 2020, a classificação para o uso e cobertura da terra do MAPBIOMAS abarcou uma maior variedade de classes, comparada com a do IBGE. Contudo, o maior detalhamento das atividades, em nível local, se deu pela classificação autoral com imagens do *Google Earth Pro*. A classificação de 2021 permitiu a identificação das tipologias de uso com fotografia de campo via aplicativo *Google Street View*, o que significou a possibilidade de validação dos usos no mapa sem a necessidade de ida a campo. Nesta, a classificação do MAPBIOMAS foi mais generalista, identificando como agropecuária toda uma área que há o predomínio de monocultura agrícola.

Portanto, o presente estudo conclui que a utilização das ferramentas SIG, *Google Earth Pro* e *Street View*, permitiram mapear e analisar, respectivamente, o uso e cobertura da terra em escala detalhada, garantindo a confiabilidade dos dados disponibilizados pelo IBGE e MAPBIOMAS, haja vista que, a escala representada por eles abrange nível nacional. No entanto, é importante ressaltar que a restrição desses dados em datas específicas para a área foi um fator limitante, e por tal, a utilização deles também ficaria restrita para determinada área e ou escala de tempo, nesses casos a prática de campo é totalmente indispensável. Contudo, diante de toda análise e discussão aqui proposta, pode-se confirmar a eficácia dessas ferramentas para validação de dados de uso e cobertura da terra, o que demonstra que são extremamente úteis para serem utilizadas como dados complementares ou em substituição de análises em campo.

Agradecimentos

Agradecer ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe (IFS) pela concessão do afastamento docente a primeira autora; Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela disponibilidade de bolsa EV-1 ao segundo autor, no âmbito do Projeto de Monitoramento dos Biomas Brasileiros por Satélite-construção de novas capacidades; À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Pernambuco (FACEPE) por fornecer bolsa de estudo à terceira autora.

Referências

BAEZA, S; VÉLEZ-MARTIN, E; DE ABELLEYRA, D; BANCHERO, S; GALLEGO, F; SCHIRMBECK, J; VERON, S; VALLEJOS, M; WEBER, E; OYARZABAL, M; BARBIERI, A; PETEK, M; GUERRA LARA, M; SARRAILHÉ, S.S; BALDI, G; BAGNATO, C; BRUZZONE, L; RAMOS, S; HASENACK, H. Two decades of land cover mapping in the Río de la Plata grassland region: The MapBiomas Pampa initiative**. Remote Sensing Applications: Society and Environment** 28, 2022.

BILJECKI, F; ITO, K. Street view imagery in urban analytics and GIS: A review. **Landscape and Urban Planning** 215, 2021.

BRASIL. Lei 12.651/2012. **Código Florestal Brasileiro**. 2012. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm Acesso em: 23 jun. de 2023.

BRIASSOULIS, H. **Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches**. 2nd edn. Edited by Scott Loveridge and Randall Jackson. WVU Research Repository, 2020.

CAPANEMA, V. P. et al. Comparação entre os produtos temáticos de uso e cobertura da terra do TerraClass Amazônia e MapBiomas: teste de aderência entre classes. **Anais** XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, São José dos Campos, INPE, 2019.

CAR - Cadastro Ambiental Rural. **SICAR Imóveis**. Disponível em: https:www.car.gov.br/publico/imoveis/index Acesso em: jun de 2023.

CARDOSO, J.; AQUINO, C. M. S. Mapeamento atual do uso e cobertura das terras da sub-bacia do Riacho do Roncador em Timon (MA) utilizando imagens do Google Earth. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v.8, n.2, p. 328-343, 2014

CPRM. Serviço Geológico do Brasil/ Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrrânea. **Diagnóstico do município de Paudalho, estado de Pernambuco**/ Organizado [por] João de Castro Mascarenhas, Breno Augusto Beltrão, Luiz Carlos de Souza Junior, Manoel Julio da Trindade G.Galvão, Simeones Neri Pereira, Jorge Luiz Fortunato de Miranda. Recife: CPRM/PRODEEM,2005.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **SIBCS**, 2018, 5º Ed.

FLORENZANO, T. G. **Os Satélites e Suas Aplicações.** São Paulo: SindCT, 2008.52 p.

GOMES, S. O., LIMA, V. N., CANDEIAS, A. L. B., SILVA, R. R. Uso e cobertura dos solos de Petrolândia utilizando MAPBIOMAS**. Anais In: XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia**, SBC, Rio de Janeiro - RJ, p. 805-808, nov. 2017.

GOMES, V.P; ARAÚJO, M.S.B; GALVÍNCIO, J.D. Mudanças espaço-temporais no uso e cobertura da terra na bacia hidrográfica do rio Pontal a partir de dados referenciais do Google Earth Pro. **Revista Brasileira de Geografia Física** v.14, n.07 (2021) 4148-4160.

GONÇALVES, V. P; RIBEIRO, E. A. W. Obtenção de série histórica da evolução da classe Floresta Plantada a partir dos dados de uso e cobertura do solo da Coleção 5 do projeto MapBiomas. **Revista Metodologias e Aprendizado**, v. 4, 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da População: 2021**. Coordenação de Estatística. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3ª edição. Rio de Janeiro: 2013. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil / Escala 1:250 000.** IBGE: Rio de Janeiro, 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil: 2018/2020**. IBGE, Coordenação de Meio Ambiente. Rio de Janeiro: IBGE, 2022. 39 p. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101966.pdf

INCRA. Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Sistema de Gestão Fundiária.** Disponível em: https://www.sigef.gov.br Acesso em: jun. de 2023.

JC-PE. Jornal do Commércio de Pernambuco. CULTIVO: **Eucalipto começa a substituir cana-de-açúcar em áreas de declive da Zona da Mata**, jul. de 2015. Disponível em: https://jc.ne10.uol.com.br/canal/economia/pernambuco/noticia/2015/07/05/eucalipto-comeca-a-substituir-cana-de-acucar-em-areas-de-declive-da-zona-da-mata-188744.php Acesso em: jun. de 2023.

LIMA, V.N; GOMES, S.O; CANDEIAS, A.L.B; SILVA, R.R. MAPBIOMAS e uso e cobertura dos solos do município de Brejinho, Pernambuco. **Anais** do XXVII Congresso Brasileiro de Cartografia e XXVI Exposicarta, SBS, Rio de Janeiro – RJ, p. 947-951, nov 2017. <http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://www.cartografia.org.br/cbc/2017/trabalhos/4/fullpaper/CT04-174_1506688707.pdf>

LOURENÇO, V. R; CARVALHO, A. A; ALMEIDA, G.C; MONTENEGRO, A. A. A. Comparison of water masses areas in a semiarid basin using spectral indices and MapBioma's classification. **Journal of Hyperspectral Remote Sensing** 11, 196- 203, 2021.

MAPBIOMAS [BRASIL]. **Estatísticas: Coleções MapBiomas.** Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em: 09 jun. 2023a.

MAPBIOMAS [BRASIL]. **Mapas e dados: Pontos de Validação.** Disponível em: https://mapbiomas.org/pontos-de-validacao. Acesso em: 14 jun. 2023b.
MAURANO, L.E.P; ESCADA, M.I.S. Comparação dos dados produzidos pelos PRODES versus dados do MAPBIOMAS para o bioma Amazônia. **Anais do XIX Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Santos-SP: INPE, 2019. Disponível em: http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://marte2.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/marte2/2019/09.06.14.00/doc/97346.pdf

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2010.

PARENTE, L; MATTOS, A.P; BAUMANN, L; LOPES, V; SILVA, E.B; NOGUEIRA, S. MESQUITA, V. V. FERREIRA, L.G. Shaping the Brazilian landscape: a process drive by land occupation, large-scale deforestation, and rapid agricultural expansion. **Research Square**, Aug, 2021, Disponível em: http://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://assets.researchsquare.com/files/rs-819697/v1_covered.pdf?c=1631876679

PEREIRA, L. F.; GUIMARÃES, R. M. F.; OLIVEIRA, R. R. M. Integrando geotecnologias simples e gratuitas para avaliar usos/coberturas da terra: QGIS e Google Earth Pro. **Journal of Environmental Analysis and Progress** V. 03 N. 03, 250-264, 2018.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. **Eucalipto começa a substituir cana-de-açúcar em áreas dedeclive da Zona da Mata**. Disponível em: https://www.portaldoagronegocio.com.br/florestal/culturas-florestais/noticias/eucalipto-comeca-a-substituir-cana-de-acucar-em-areas-de-declive-da-zona-da-mata-131366 Acesso em: 23 de junho de 2023.

ROCHA et al. Sky view factor and thermal comfort analysis using hemispheric images from Google Street View and wavelet in an urban ecosystem of the Brazilian Cerrado. **Ciência e Natura**, Santa Maria v.40, e26, 2018

SILVA, T. C. M; VIEIRA, I. C. G; THALÊS, M. C. Spatial-temporal evolution of landscap degradation on the Guamá River Basin, Brazil. RBCIAMB, v.56, n.3, Sept 2021.

SOUZA et. al. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine - **Remote Sensing,** Volume 12, Issue 17, 10.3390/rs12172735, 2020.

SOUZA JR., Carlos;.AZEVEDO, Tasso. **ATBD_R Algorithm Theoretical Base Document & Results**: MapBiomas General "Handbook" - Version2.0. MAPBIOMAS, 2017

USINA PETRIBU. **Eucaliptocultura**. Disponível em: https://www.petribu.com.br/eucaliptocultura Acesso em: 23 de junho de 2023.

ZIOTI, F; FERREIRA, K. R; QUEIROZ, G.R; NEVES, A. K; CARLOS, F. M; SOUZA, F. C; SANTOS, L. A; SIMÕES, R.E.O. A platform for land use and land cover data integration and trajectory analysis. **International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation** Volume 106, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0303243421003627?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=7d3aed9fdeb6028f>

As Chuvas na Comunidade Tito Silva, João Pessoa/PB: Análise de Impactos a Partir de Notícias Jornalísticas

The Rains in the Tito Silva Community, João Pessoa/PB: Analysis of Impacts Based on Journalistic News

Maressa Oliveira Lopes Araújo
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0009-0006-4590-8866
maressalopes49@gmail.com

Daisy Beserra Lucena
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-1645-9743
daisy.beserra.lucena@academico.ufpb.br

Resumo: Em realidade da desorganização socioespacial das cidades, a população pobre é a mais atingida por desastres do tipo inundação e alagamentos, que impactam em perdas econômicas/materiais e até mesmo de vidas. A Comunidade Tito Silva, em João Pessoa, está entre essas áreas de riscos. Assim, este trabalho objetiva analisar a repercussão das chuvas capazes de provocar impactos à Comunidade entre os anos de 2009 a 2019. Para isto, foram analisados Jornais A União e selecionado o episódio do dia 05/09/2013. Também foi analisado o comportamento do tempo atmosférico durante dias anteriores e posteriores ao evento, bem como a gênese das chuvas apresentada pelo Boletim Climatempo do INMET. O episódio deixou dois mil desabrigados na cidade, além de provocar alagamentos e inundações, entre outros. Diante disso, é indispensável que estudos em áreas ambientalmente frágeis estejam no centro das atenções científicas para que ações de redução dos riscos sejam executadas.

Palavras-chave: Riscos. Desastres. Chuvas Horárias.

Abstract: In reality of socio-spatial disorganization of cities, the poor population is the most affected by disasters such as flooding and flooding, which impact economic/material losses and even lives. The Tito Silva Community, in João Pessoa, is among these risk areas. Thus, this work aims to analyze the repercussion of rains capable of causing impacts to the Community between the years 2009 to 2019. For this, Newspapers A União were analyzes and the episode of 05/09/2013 was selected. The behavior of the atmospheric weather during the days before and after the event was also analyzed, as well the rains presented by the INMET Climatempo Bulletin. The episode left two thousand homeless in the city, in addition to causing flooding, among others. In view of this, it is indispensable that studies in environmentally fragile areas are at the center of scientific attention so that risk reduction actions are carried out.

Keywords: Risks. Desasters. Hourly Rains.

Introdução

Muito se tem discutido acerca das mudanças climáticas e de seus efeitos sobre o cotidiano da população mundial. Porém, para além do que se trabalha com os dados meteorológicos, é necessário compreender esse cenário de alterações do tempo e do clima considerando as configurações socioespaciais que formam, sobretudo, as cidades do mundo.

No Brasil, em decorrência do processo tardio de urbanização ocorrida no país, os espaços urbanos passaram a ser superlotados, ou seja, provocando a formação de grandes aglomerados (sub)urbanos, o que, consequentemente, levou a população mais pobre a residir

em áreas mais fragilizadas ambientalmente, como, por exemplo, ao longo das margens dos rios e nas encostas.

De acordo com Maricato (2009), quando a infraestrutura urbana não consegue acompanhar o aglomerado populacional em certas porções do espaço, conflitos sociais e ambientais estarão presentes. E são nessas áreas, portanto, que o alto grau de segregação social e sua inapropriada realidade para moradia, além de serem a última prioridade dos planejamentos públicos, trazem o risco, a vulnerabilidade e, consequentemente, a vida humana atingida pelos danos causados pelos desastres, sobretudo, de ordem hidrometeorológica.

Para Almeida (2012), o risco é um constructo eminentemente social de percepção por parte de um indivíduo ou um grupo de indivíduos. Para compreendê-lo, é necessário que se tenha a submissão da população a uma condição de vulnerabilidade, ou seja, colocando em questão os aspectos físicos, ambientais, técnicos, econômicos, sociais, políticos, entre outros (VEYRET, 2007).

Alves (2006; 2007; 2013) atribui à vulnerabilidade uma coexistência em que a pobreza, a privação social e a exposição ao risco ambiental se faz presente. Armond (2014, p. 68) considera que os conceitos de risco e vulnerabilidade "...constituem em importantes chaves de leitura desde os estudos sobre as dinâmicas da natureza na Geografia". Mendonça (2010) traz que associar as análises dos riscos e das vulnerabilidades socioambientais com o desconforto térmico, as inundações e a poluição do ar formam um conjunto de problemas que interessam a Climatologia Geográfica.

No Brasil, os desastres mais recorrentes, quando se refere ao clima, são aqueles oriundos pela falta de chuva (climatológicos), como estiagem e seca, e pela ocorrência de chuva em excesso (hidrometeorológicos), sendo provocadoras de inundações, alagamentos, enxurradas, entre outros. De acordo com Fernandes (2020), tanto os desastres climatológicos como os hidrometeorológicos causam os maiores números de morbidade no país, ou seja, de agravos à saúde da população exposta.

Sabe-se que a ocorrência de desastres nas áreas de risco e dos mais variados graus de vulnerabilidades, por influências climáticas, acompanhará a ocorrência de excepcionalidades. São estas, portanto, "... uma das importantes formas de estabelecer relações entre os elementos climáticos, a ciência geográfica e as dinâmicas da sociedade" (ARMOND, 2014, p. 66). Além disso, também é a partir de suas análises que será possível colaborar com as questões de planejamento territorial, ao passo que será provável evitar as perdas econômicas e sociais resultantes dos desastres (GODOY et al., 2015; SANTOS, 2019).

Em João Pessoa, capital da Paraíba e município do estado que apresenta 99,6% de sua população inserida no espaço urbano (IBGE, 2010), a desigualdade socioespacial não é diferente. Sua expansão ocorreu de forma desordenada e provocou a formação de áreas de segregação, injustiça social e vulnerabilidades nas direções do sul e do sudeste do município (MAIA, 2014).

De acordo com Silva (2018), 54,94% de toda a extensão territorial do município está enquadrada nas classificações de “alta” e “muito alta” vulnerabilidade socioambiental, o que carece da compreensão de como as chuvas afetam as populações residentes de tais localidades vulneráveis.

Diante do exposto, considera-se a necessidade de compreender os episódios extremos de chuva, a fim de que se possa entender a dinamicidade de um impacto, da gênese à interação com o meio socioambiental atingido. Para este entendimento, utilizando de uma visão rítmica e crítica da Geografia do Clima, portanto, foi escolhido o município de João Pessoa, com destaque para a Comunidade Tito Silva, como a área para a realização da análise.

O município de João Pessoa tem, de acordo com a Secretaria de Planejamento (SEPLAN), 101 áreas caracterizadas como aglomerados subnormais, ou seja, áreas com ocupação irregular dos terrenos em espaços urbanos. Dentre elas, portanto, insere- se a Comunidade Tito Silva, localizada às margens do rio Jaguaribe. Este tem aproximadamente 21 km de extensão e suas margens começaram a ser ocupadas pelos pescadores a partir da busca por terras próximas à beira mar. Em consequência disso, foram ocorridos desmatamentos, assoreamentos e contaminação da água pelos esgotos, por exemplo (DIEB; MARTINS, 2017). Acredita-se, portanto, que a partir da inserção da população nessa região ribeirinha e acrescido a isto a falta de planejamento e gestão e os constantes processos de degradação ambiental supracitados, deram-se início as possíveis ocorrências de inundações e deslizamentos de terras.

As residências da Comunidade são das mais diversas, sendo elas de diferentes formas, a saber: de alvenaria, de madeiras, de taipa e de material reciclado (NASCIMENTO, 2012). Somado a isso, sobre a infraestrutura local, os moradores têm água tratada, energia elétrica, iluminação pública, telefone público, coleta de lixo, esgoto, drenagem, pavimentação, contudo, é ressaltado a situação presente do esgoto a céu aberto (NASCIMENTO, 2012). Apesar dessa realidade apresentada, é importante estar ciente de que o entupimento das galerias e, em consequência, as inundações, por exemplo, estão diretamente ligadas com falta na constância da coleta de lixo e limpeza dos bueiros presentes.

Não apenas na Comunidade Tito Silva, mas como todas aquelas localidades que são mais atingidas do que outras, em um centro urbano, passam por questões de “injustiça

socioambiental". Este termo, de acordo com Bullard (2004), remete-se às desigualdades de impactos em um mesmo espaço, onde a sobrecarga desproporcional é depositada em uma minoria caracterizada por serem de baixa renda, marginalizadas, e por estarem em situações vulneráveis. Essas injustiças são, de acordo com a pesquisa intitulada de "Racismo ambiental e justiça socioambiental nas cidades", publicada em julho de 2022 pelo Instituto Pólis – Instituto de Estudos, Formação e Assessoria em Políticas Sociais, (re)produzidas cotidianamente, sobretudo sobre aqueles grupos que mais são excluídos das atenções políticas, a exemplo de mulheres, negros, indígenas e LGBTQIA+.

É importante destacar que este trabalho é, também, resultado de uma pesquisa de Dissertação de Mestrado, esta intitulada "Análise horária dos elementos climáticos na Paraíba: do descritivo ao geográfico" (ARAÚJO, 2022) e, a partir dela, considerou- se a justificativa na inovação de temática para o estado da Paraíba, visando colaborar com o planejamento e a gestão das localidades analisadas, dando subsídio à organização das atividades diárias e à prevenção de desastres que afetam a população mais necessitada e sustentadora do ensino público, sendo assim merecedoras de retornos acadêmicos que colaborem com seus cotidianos.

Assim, tem-se como objetivo central de trabalho a análise da repercussão de chuvas, ocorridas em João Pessoa, que foram capazes de provocar impactos ao meio socioambiental da Comunidade Tito Silva, entre os anos de 2009 a 2019.

Procedimentos Metodológicos

Para a identificação dos impactos deflagrados em decorrência do risco existente na Comunidade Tito Silva, foram levantados os desastres a partir de notícias do Jornal A União, este de responsabilidade do governo do estado da Paraíba, através do site https://auniao.pb.gov.br/servicos/arquivos-digital/jornal-a-uniao/, realizando o download de todos os jornais disponíveis entre os dias de 01 de janeiro de 2009 até 31 de dezembro de 2019. Foram baixados, portanto, 2880 arquivos[1], mas apenas 2696 dias com notícias.

De posse desses jornais e visando uma diminuição inicial de seu quantitativo, foram selecionados aqueles que apresentam, primeiramente, a palavra "Tito Silva", o que corresponde a aproximadamente 3,33% dos jornais baixados. A partir dessa seleção, foram pesquisados aqueles jornais que apresentaram, em suas notícias, palavras como "enchente", "alagamento", "inundação", "desastre", "desabrigado", "deslizamento", ou "chuva", a fim de que fosse feito um direcionamento ao objetivo da pesquisa, o que rendeu um total de 10 jornais com tais informações para os anos de 2009 a 2019.

De posse desses jornais, foram contabilizados, a partir dos danos ocasionados pelos desastres, o quantitativo de pessoas afetadas e/ou desabrigadas, uma vez que correspondem ao objeto de preocupação e de atenção deste trabalho, como apresentado no Quadro 1.

Dentre os eventos de maiores impactos na vida da população, quando se refere a ocorrência (em quantitativo[2]) dos danos humanos, foi selecionado 1 notícia para a localidade, correspondendo ao jornal do dia 05 de setembro de 2013.

1 Ressalta-se que o quantitativo de arquivos não corresponde ao quantitativo de dias analisados, uma vez que, por sua disponibilização online, nem todos os dias foram disponibilizados para download. Além disso, alguns dias tiveram o jornal postado em duas ou três partes distintas.
2 Destaca-se que a maioria dos jornais não trazem quantitativos para as ocorrências registradas. Como foi preferível selecionar o jornal a ser analisado a partir do quantitativo de pessoas atingidas, apenas o do dia 05/09/2013 (dois mil desabrigados) e o do dia 23/04/2016 (150 famílias desabrigadas) tiveram esse detalhamento. Como escolha de episódio, portanto, o primeiro apresentou-se como o de maior número de pessoas atingidas.

Ressalta-se que, em decorrência da primeira seleção dos jornais ter ocorrido naqueles que apresentassem “Tito Silva” em suas notícias, outros dias de chuvas significativas ao meio socioambiental da capital paraibana não foram apresentados no quadro acima.

Quadro 1 – Síntese dos danos provocados por desastres na Comunidade Tito Silva, João Pessoa, 2009 a 2019.

ANO	"Tito Silva"	"Tito Silva" com Episódios extremos	Materialização dos Desastres
2009	7	1	26/05/2009: Inúmeras inundações, perda de bens e eletrodomésticos (sem remoção de famílias)
2010	X	X	X
2011	8	0	X
2012	5	0	X
2013	15	2	05/09/2013: "Chuva deixa dois mil desabrigados" e João Pessoa entra em Situação de Emergência; alagamentos, queda de barreiras; caos no trânsito; 07/09/2013: pessoas desabrigadas, bairros inundados, ruas alagadas, postes caíram, queda de energia
2014	12	1	14/03/2014: alagamentos, trânsito lento (sem deslizamento)
2015	9	0	X

2016	13	2	18/04/2016: João Pessoa em Estado de Alerta; na Tito Silva, inundação e alagamentos. 23/04/2016:cerca de 150 famílias desabrigadas na cidade, 50 famílias da Tito Silva socorridas pelo alto volume do rio, mas retornaram logo em seguida para suas casas
2017	9	1	04/05/2017: alagamentos, queda de árvores, deslizamentos
2018	8	1	26/04/2018: queda de árvore
2019	10	2	14/02/2019: alagamentos, trânsito lento. 15/02/2019: alagamentos

Fonte: ARAÚJO (2022).

Dentre os eventos de maiores impactos na vida da população, quando se refere a ocorrência (em quantitativo[3]) dos danos humanos, foi selecionado 1 notícia para a localidade, correspondendo ao jornal do dia 05 de setembro de 2013.

> 3 Destaca-se que a maioria dos jornais não trazem quantitativos para as ocorrências registradas, apenas informam diretamente que “pessoas foram desabrigadas” ou “casas foram alagadas ou inundadas”, por exemplo. Como foi preferível selecionar o jornal a ser analisado a partir do quantitativo de pessoas atingidas, apenas o do dia 05/09/2013 (dois mil desabrigados) e o do dia 23/04/2016 (150 famílias desabrigadas) tiveram esse detalhamento. Como escolha de episódio, portanto, o primeiro apresentou-se como o de maior número de pessoas atingidas.

É importante ressaltar que as notícias apresentadas nos jornais fazem referência às chuvas ocorridas nos dias anteriores à notícia, ou seja, a análise dos elementos meteorológicos horários (precipitação, temperatura, umidade, velocidade do vento e direção do vento) será realizada de modo que detalhe o tempo antecedente ao dia do jornal. Neste caso, portanto, de posse dos dados horários da EMA de João Pessoa, percebeu-se que a intensidade dos danos gerados pode ter sido em decorrência ao acúmulo precipitado a partir do dia 30 de agosto de 2013 até o dia 04 de setembro de 2013, totalizando 325,8 mm em seis dias. Estes, portanto, serão apresentados na compreensão a seguir.

Tais dados meteorológicos são oriundos da Estação Meteorológica Automática (ema) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizada em João Pessoa, solicitados a partir do Banco de Dados Meteorológicos (BDMEP) de forma horária, entre os anos de 2009 a 2019. Essas informações coletadas foram disponibilizadas em Coordinated Universal Time (UTC) e transformadas para o Horário de Brasília, este de uso comum no Brasil. Após isto, foram organizados em planilhas eletrônicas para iniciar sua análise.

Posterior a isso, para a detectação do sistema atuante nesses dias, foi utilizado o Boletim Climanálise do CPTEC/INPE, obtido através do site http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/index0913.shtml para o mês de setembro de 2013.

Resultados e Discussão

Como apresentado anteriormente no Quadro 01, o jornal que apresentou mais pessoas atingidas em decorrência das chuvas em João Pessoa, o que inclui a Comunidade Tito Silva, foi aquele correspondente ao dia 05 de setembro de 2013.

Destaca-se que a maioria dos jornais não trazem quantitativos para as ocorrências registradas, apenas informam diretamente que “pessoas foram desabrigadas” ou “casas foram alagadas ou inundadas”, por exemplo. Como foi preferível selecionar o jornal a ser analisado a partir do quantitativo de pessoas atingidas, apenas o do dia 05/09/2013 (dois mil desabrigados) e o do dia 23/04/2016 (150 famílias desabrigadas) tiveram esse detalhamento. Como escolha de episódio, portanto, o primeiro apresentou-se como o de maior número de pessoas atingidas.

Porém, em complemento à publicação deste dia, acrescenta-se aquele do dia 07 de setembro de 2013, ainda com notícias dos desastres deflagrados.

A matéria jornalística do dia 05 é intitulada por “Situação de Emergência em JP: Chuva deixa dois mil desabrigados” e nela são apresentadas as consequências das fortes chuvas ocorridas na capital, realçando assim os espaços de risco e a quantidade de pessoas vulneráveis na região.

As pessoas desabrigadas foram encaminhadas para abrigos da Prefeitura Municipal de João Pessoa (PMJP), em escolas próximas às comunidades atingidas, e para casas de parentes. Na realidade da Comunidade Tito Silva, vários pontos de alagamentos foram registrados e as pessoas atingidas foram retiradas pelos órgãos municipais responsáveis, a fim de buscar a preservação da vida.

Em toda João Pessoa, barreiras, árvores e muros foram derrubadas; buracos foram aprofundados; o trânsito ficou mais lento; acidentes ocorreram; casas foram inundadas (o que acarreta a perda dos poucos bens materiais que as populações vulneráveis têm); e o açude Marés sangrou. É importante salientar que notícias jornalísticas acabam por retratar sucintamente os acontecimentos agravados pelas chuvas, assim, é necessário que estudos mais aprofundados sejam realizados nas áreas de risco para que a compreensão dos fatos seja mais detalhada.

Analisando as chuvas ocorridas, ressalta-se o período de ocorrência desses desastres como sendo o mês de setembro. Este, por sua vez, não está inserido no período

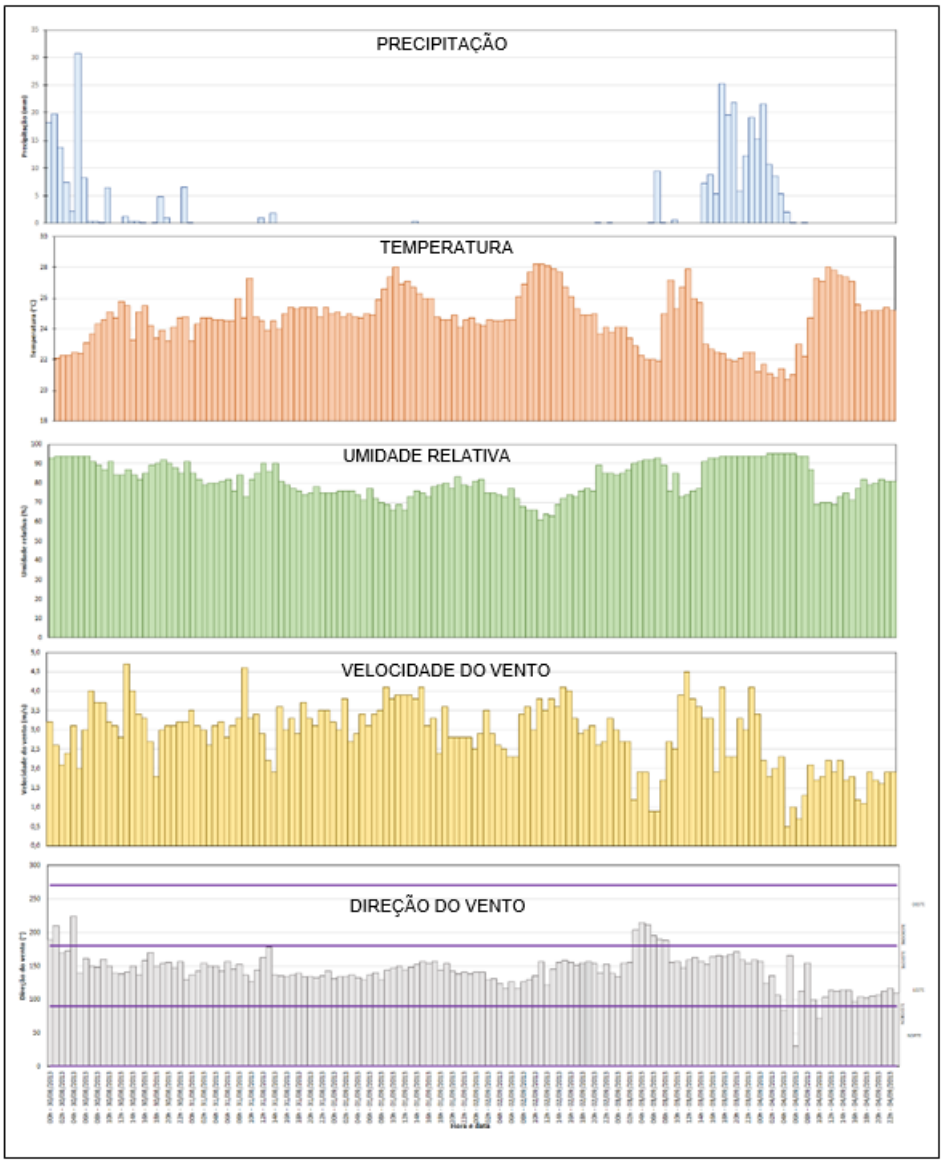
chuvoso para a Microrregião pluviométrica do Litoral (SILVA et al., 2012), a qual se insere João Pessoa, e, de acordo com a Normal Climatológica do INMET (1981- 2010), o volume de chuva esperado para ele é de 68,6 mm/mês. Ainda, como apresentado por Pereira (2018), 2013 pode ser considerado como um ano representativo para a categoria de ano-padrão chuvoso para a Zona da Mata brasileira, a qual engloba o estado da Paraíba e, em especial, o município de João Pessoa.

De acordo com o Jornal A União do dia 05 de setembro de 2013, as chuvas ocorridas em João Pessoa, de acordo com a meteorologista da AESA, foram em decorrência do aquecimento da temperatura da superfície do mar (aumentando a formação de nuvens na região litorânea). Ainda de acordo com ela, em 16 horas (entre a noite do dia 03 e a madrugada do dia 04) choveu 188,8 mm.

A partir dos dados do INMET utilizados para este trabalho, tem-se 122,6 mm no dia 30 de agosto de 2013; 135,6 mm no dia 03 de setembro de 2013; e 63,8 mm no dia 04 de setembro de 2013. Apenas nessas de setembro choveu 190,7% a mais do que o esperado para todo o mês.

Na análise hora a hora (Figura 1), as chuvas do dia 30 de agosto do presente ano concentraram-se, sobretudo, durante a madrugada e o início da manhã (de 00:00 horas às 10:00 horas). No dia 03 de setembro, o maior quantitativo precipitado teve início às 15:00 horas, iniciando assim as dezesseis horas ininterruptas de chuva até às 06:00 horas do dia posterior, totalizando, da mesma forma que fora apresentado no jornal do dia 05, 188,8 mm.

Figura 1 – Comportamento horário do tempo atmosférico em João Pessoa, 30 de agosto a 04 de setembro de 2013.



Fonte: ARAÚJO (2022).

A partir dos dados do INMET utilizados para este trabalho, tem-se 122,6 mm no dia 30 de agosto de 2013; 135,6 mm no dia 03 de setembro de 2013; e 63,8 mm no dia 04 de setembro de 2013. Apenas nessas de setembro choveu 190,7% a mais do que o esperado para todo o mês.

A umidade relativa do ar esteve mais elevada ao final e início dos dias, e mais baixa durante o período de maior incidência solar na superfície (de 10:00 às 16:00 horas aproximadamente). Destaca-se que, sobretudo durante as chuvas, a taxa esteve acima de 90%. Nas demais horas do dia, o tempo manteve-se úmido, não tendo registros abaixo dos

61%, o que, de acordo com o apresentado em Araújo (2022), normalmente é encontrado em João Pessoa.

Inversamente proporcional à umidade, as temperaturas apresentam-se mais quentes no mesmo período do tempo mais seco (com destaque para a máxima de 28,2ºC às 10:00 e 11:00 horas do dia 02 de setembro) e mais amenas durante o período da madrugada, com a mínima registrada de 20,8ºC às 03:00 horas do dia 04.

Os ventos variaram entre 0,5 m.s-1 e 4,7 m.s-1 durante os seis dias analisados, mas estiveram mais fracos a partir das 05:00 horas do dia 04. A direção desses ventos apresentou variabilidade, mas com destaque para aqueles oriundos de sul-sudeste (SSE) e sul (S). Contudo, durante os horários das chuvas, também foram registrados de sudeste (SE), direção esta de maior incidência entre 2009 a 2019 para a EMA de João Pessoa.

Quanto a gênese dessas chuvas, de acordo com o Boletim Climanálise para setembro de 2013, durante os primeiros dias do mês, a costa paraibana recebeu influências dos Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL's), o que provocou um acúmulo de chuvas no litoral, sobretudo em João Pessoa.

Diante do episódio supracitado, ressalta-se o trabalho realizado por Araújo et al. (2019) para a localidade, trazendo as próprias informações dos moradores para promover a educação para a Redução dos Riscos de Desastres (RRD) na Comunidade.

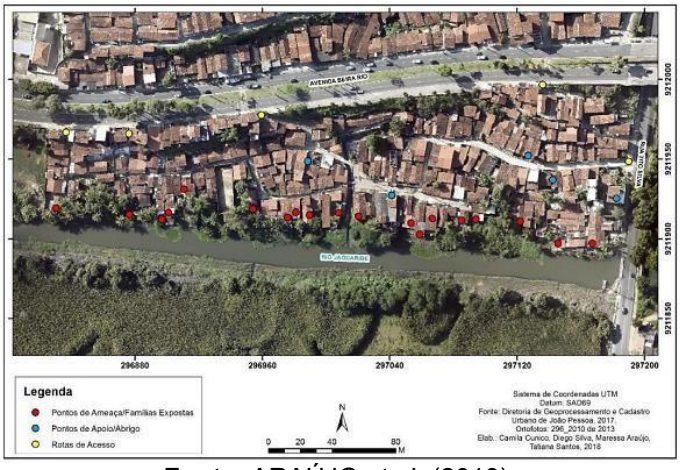
Acredita-se na ideia de que RRD é a ação primeira a ser tomada em locais dos mais variados níveis de vulnerabilidade, a fim de que se adeque a população para a possível ocorrência de impactos. Realizar serviços após o registro de inundações, alagamentos e deslizamentos, respondendo assim ao desastre, não colabora para que os moradores dessas regiões consigam reagir durante as fortes chuvas. Por isto, a prevenção deve ser realizada de forma indispensável pelos governos locais, dos quais, em ensino, influenciarão e colaborarão para a resiliência da população.

De acordo com Furtado (2015), promover ações de RRD é ter o objetivo de prevenir e preparar a população para os possíveis impactos que surjam em suas áreas de moradia. Dessa forma, Araújo et al. (2019), em reuniões com um grupo de moradores da Comunidade Tito Silva, identificaram as suas necessidades (a partir de trabalhos de campo para conhecer a comunidade e identificar a situação socioambiental do local, bem como do nível de entendimento deles acerca dos riscos que vivenciam em seus entornos); fizeram atividades de sensibilização e capacitação dos sujeitos sociais (a partir da produção coletiva sobre RRD em oficinas de conceitos, conhecimento sobre a ocorrência de desastres na Comunidade, e na produção de mapa manual das zonas de riscos a inundação pelos próprios moradores); e realizaram a produção de ferramentas de gestão comunitária em RRD (com a tabulação de

todas as informações trazidas pelo grupo e elaboração gráfica das áreas de risco comunitário – Figura 2 – e do Guia de informações de riscos e danos comunitários4).

4 Não será apresentado neste trabalho por motivos éticos, uma vez que, devido ao contato direto com a comunidade e, por isso, haver necessidade de ser mais claros nas informações, os nomes dos moradores mais atingidos foram apresentados. Contudo, ressalta-se que o Guia colaborou para os momentos que ocorreram as inundações, indicando a melhor saída para a distribuição dos atingidos dentro da própria Comunidade, bem como dos contatos emergenciais úteis para solicitações de ajuda, como os da Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Secretaria de Desenvolvimento Social de João Pessoa e do Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (ARAÚJO et al., 2019).

Figura 2 – Mapa de Risco Comunitário da Tito Silva, João Pessoa – Paraíba.



Fonte: ARAÚJO et al. (2019).

Na Figura acima é possível perceber as áreas mais atingidas da Comunidade a partir dos pontos de coloração vermelha. Compreende-se que o maior fator que influencia para tal situação é a construção dessas residências às margens do rio Jaguaribe. Quando se trata de pontos de apoio, apenas cinco (em azul) foram definidos pelos moradores com tais características, por isso, não há capacidade suficiente para agrupar todas as famílias atingidas na própria Comunidade, por isso, entre eles há a priorização (enquanto grau de impacto sofrido) de algumas pessoas para que se acomodem com mais segurança e saiam de suas casas enquanto estas estão cheias das águas da inundação.

Diante de todo o apresentado, compreende-se que a Comunidade Tito Silva carece de mais atenção governamental, estes enquanto agentes que deveriam prover as necessidades do povo, sobretudo com ações que adequem ou adaptem as residências, além das contínuas limpezas do rio e das galerias que já são realizadas. Desastres que provoquem a saída dos moradores de suas residências devem ser estudados, pensados e programados, objetivando a RRD. Para além disso, retirar a população dessas áreas em situação vulnerável

e mudá-las para realidades totalmente paralelas das que vivem é sinônimo de descaso com as vidas que (sobre)vivem debaixo das especulações imobiliárias e sob a influência do capital.

Considerações Finais

A partir do apresentado, é importante ressaltar que não apenas para a Comunidade Tito Silva, mas como para todas aquelas que estão dentre os principais pontos de alagamentos e inundações de João Pessoa, a atenção redobrada não deve ser apenas no meio teórico, mas também prático. E este não se tratando de ações que excluam a população da dinamicidade urbana do município, mas que adapte e organize os lugares e as infraestruturas, e redobre as atenções de cuidado para com a vida da população, as atribuindo possibilidades de resiliências e não das perdas.

Quando a análise é iniciada a partir de episódios de chuva já materializados em desastres, como foi feito neste trabalho, é compreendido que nem sempre as chuvas mais significativas (em termos de volumes) são aquelas capazes de influenciar a vida da população. A vulnerabilidade imposta aos moradores da Comunidade Tito Silva, por sua localização geográfica em áreas de encosta e às margens de um rio, e por suas situações sociais, sobretudo financeiras e de infraestruturas, apresenta-se como importante e necessário tema a ser aprofundado tanto no cunho teórico como metodológico para a localidade em si, mas também para aquelas que se assemelham a ela.

Ao poder público, reitera-se que a população necessita de que ações de prevenção e mitigação sejam realizadas, a fim de que a redução de riscos de desastres seja efetivamente pensada e executada em todas as áreas dos mais variados níveis de vulnerabilidade, diminuindo assim os índices de vidas atingidas. Enquanto o planejamento urbano for destinado apenas para os interesses excludentes do capital e a necessidade de quem realmente precisa for deixada de lado, mais problemas deverão ser enfrentados no dia a dia de qualquer que for o governo.

Salienta-se que o apresentado serve de subsídio para pesquisas futuras cujas temáticas sejam análogas, sobretudo aquelas que retratem uma maior abordagem geográfica nos espaços mais frágeis da malha urbana.

Agradecimentos

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelos investimentos mensais nos estudos durante o Mestrado (2020-2022), o qual um dos produtos fora apresentado no presente trabalho, bem como aos integrantes do Laboratório de Climatologia Geográfica (CLIMAGEO) da UFPB e do Grupo de Estudo e

Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA) pela colaboração durante a realização da pesquisa.

Referências

ALMEIDA, H. A. Climatologia aplicada à Geografia. UEPB, Campina Grande – PB, Publicação didática, 2012.

ALVES, H. P. F. Análise da vulnerabilidade socioambiental em Cubatão – SP por meio da integração de dados sociodemográficos e ambientais em escala intraurbana. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 30, n. 2, p. 349-366, 2013.

ALVES, H. P. F. Desigualdade ambiental no município de São Paulo: análise da exposição diferenciada de grupos sociais a situações de risco ambiental através do uso de metodologias de geoprocessamento. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 24, n. 2, 2007.

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 23, n. 1, p 43-59, 2006.

ARAÚJO, M. O. L. Análise horária dos elementos climáticos na Paraíba: do descritivo ao geográfico. 2022. 179 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.

ARAÚJO, M. O. L.; MOURA, M. O.; SILVA, D. A. M.; SILVA, T. S.; SILVA, N. T.; CUNICO, C. Participação social para ações de redução de riscos de desastres na Comunidade Tito Silva, João Pessoa - PB. REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA, v. 13, n. 1, p. 45-55, 2019.

ARMOND, N. B. Entre Eventos e Episódios: as excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano do Rio de Janeiro. 2014. 239 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Presidente Prudente, 2014.

BULLARD, R. Enfrentando o racismo ambiental no século XXI. In: ACSELRAD, H.; HERCULANO, S.; PÁDUA, J. A. (Orgs.), Justiça ambiental e cidadania. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004, p 40-68.

DIEB, M. A.; MARTINS, P. D. O Rio Jaguaribe e a história urbana de João Pessoa/PB: da harmonia ao conflito. In: XVII Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós- Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional, 2017, São Paulo. Anais do XVII ENANPUR. São Paulo, 2017, p. 1-22.

FERNANDES, J.S.A. Desastres socioambientais: Impactos na política de saúde do Brasil. O Social em Questão, ano XXIII, nº 48, p. 243-266, 2020.

FURTADO, J. R. Mobilização comunitária para Redução de Riscos de Desastres (RRD). Florianópolis: CEPD/UFSC, 2015.

GODOY, J. V. Z.; BAUMBACH, M. F.; MICHEL, G. P.; ZAMBRANO, F. C.; BARRAGAN, M. L. M.; KOBIYAMA, M. Análise estatística de chuva na região da bacia do arroio Forromeco, RS, Brasil.. In: XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015, Brasília. Segurança Hídrica e Desenvolvimento Sustentável. Porto Alegre: ABRH, 2015, p.1-8.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Base de informações do Censo Demográfico 2010: resultados do universo por setor censitário. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

MAIA, D. S. Habitação popular e o processo de periferização e de fragmentação urbana: uma análise sobre as cidades de João Pessoa-PB e Campina Grande-PB. Geosul, Florianópolis, v. 29, n. 58, p. 89-113, 2014.

MARICATO, E. Informalidade urbana no Brasil: a lógica da cidade fraturada. A cidade de São Paulo: relações internacionais e gestão pública. São Paulo: EDUC PUC-SP, p. 269-292, 2009.

MENDONÇA, F. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos: a contingência climática. Revista Mercator. Fortaleza-CE, v. 9, n. especial (1), p.153-163, dez, 2010.

NASCIMENTO, A. C. A. V. D. A construção do informal: uma análise morfológica das favelas da cidade de João Pessoa. 2012. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2012.

PEREIRA, M. D. B. Dinâmica climática e as chuvas na região da Zona da Mata, Nordeste do Brasil. 2018. 225 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

SANTOS, D. D. Análise estatística das precipitações no Litoral Norte Paulista: subsídios para a determinação de eventos extremos. 2019. 101 f. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. Universidade de São Paulo, 2019.

SILVA, L. L.; MENEZES, H. E. A.; DANTAS, R. T.; COSTA, R. F.; MENEZES, H. E. A. Relações das precipitações da pré-estação com o período chuvoso no estado da Paraíba. Revista de estudos ambientais (online), n. 4. 2012.

SILVA, N. T. As chuvas no município de João Pessoa: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental. 2018. 133 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

VEYRET, Y. Os riscos – o homem como agressor e vítima do meio ambiente. Trad.: Dilson Ferreira da Cruz. São Paulo: Contexto, 2007.

Uso e Ocupação do Solo e Problemas Ambientais na Bacia Urbana do Rio Poti em Crateús, Ceará

Soil Use and Occupation and Environmental Problems in the Poti River Urban Basin in Crateús, Ceará

Francisco Leandro da Costa Soares
Mestrando do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Vale do Acaraú - UVA
https://orcid.org/0000-0001-7359-7299
francisco.leandro.costa.soares@gmail.com

Vanda de Claudino-Sales
Professora do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Vale do Acaraú - UVA
http://orcid.org/0000-0002-9252-0729
vcs@ufc.br

Francisco Diones Oliveira Silva
Professor Adjunto da Universidade Federal do Ceará- UFC, Campus Crateús
https://orcid.org/0000-0001-5887-2109
francisco.diones.geologia@gmail.com

Resumo: Este trabalho averigua como o uso e ocupação do canal do Rio Poti interferiram na dinâmica geomorfológica e social na sede urbana do município de Crateús-CE. O arcabouço metodológico trilhado foi fundamentado na análise geossistêmica e o percurso técnico utilizado se deu segundo os seguintes passos: pesquisa bibliográfica, utilização de bases cartográficas e trabalho de campo. Os resultados indicam ocupação das margens do rio por domicílios e atividades agrícolas, implicando em inúmeros problemas ambientais. Tais situações produzem elevada degradação ambiental no segmentado analisado da bacia hidrográfica do Rio Poti.

Palavras-chave: Domicílios; Problemas Ambientais; Estado do Ceará.

Abstract: This work investigates how the use and occupation of the Poti River channel interfered in the geomorphological and social dynamics in the urban center of the municipality of Crateús-CE. The methodological framework followed was based on geosystemic analysis and the technical course used was based on the following steps: bibliographical research, use of cartographic bases and fieldwork. The results indicate occupation of the riverbanks by households and agricultural activities, implying in numerous environmental problems. Such situations produce high environmental degradation in the analyzed segment of the Poti River basin.

Keywords: Households; Environmental problems; State of Ceara.

Introdução

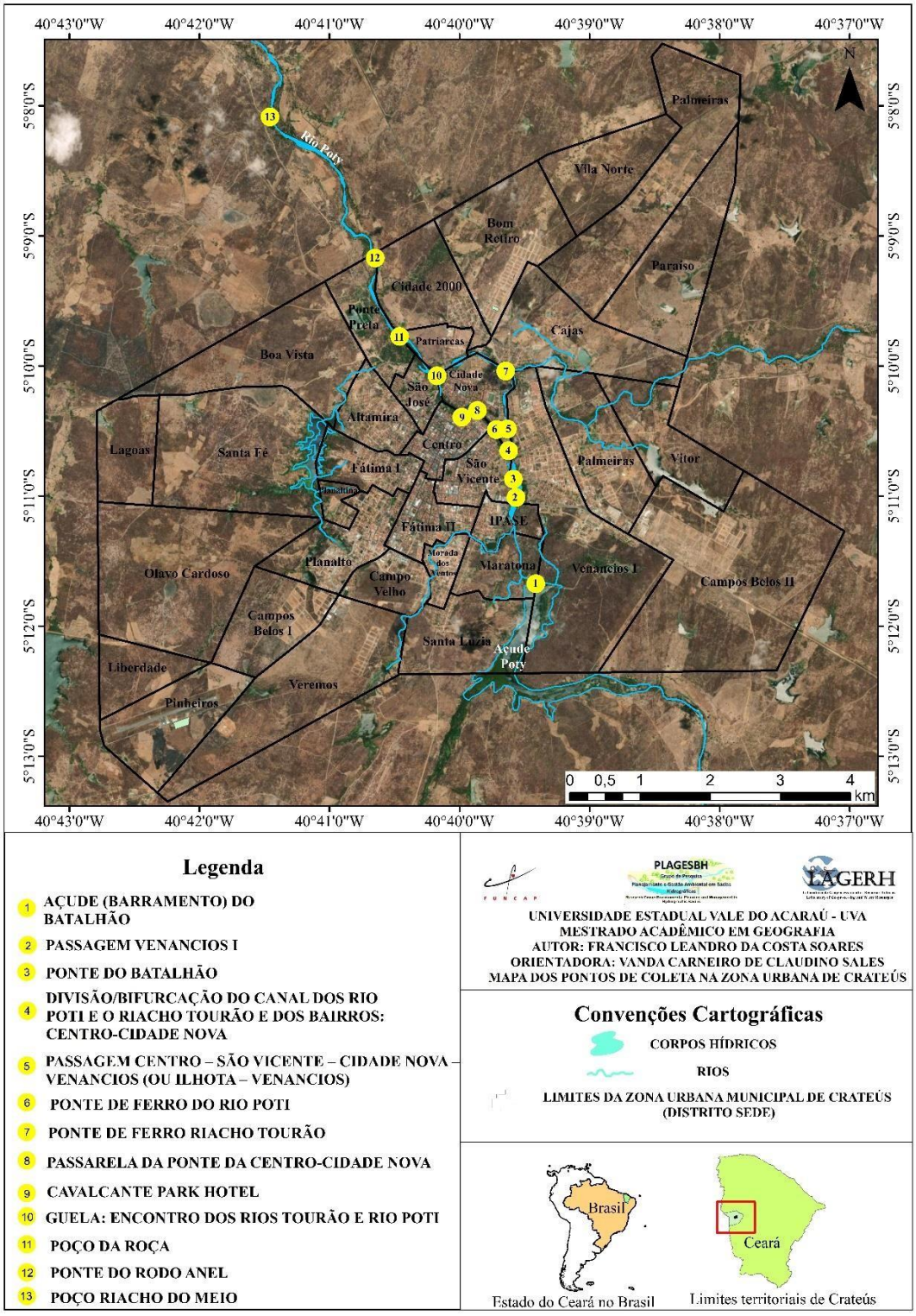
A proximidade com os corpos hídricos viabiliza o desenvolvimento múltiplo de atividades ligadas ao meio urbano, às práticas e ao cultivo de culturas agrícolas, ou à circulação de pessoas e mercadorias. As bacias hidrográficas nos centros urbanos, de pequenos a grandes, propiciam a utilização (o Uso) e o desenvolvimento da apropriação (a Ocupação) de suas áreas, pelos governantes, sociedade civil e instituições diversas, ao longo de toda a extensão territorial e político-administrativa dessas áreas. Estas atividades ainda são proporcionalmente fundamentais na sociedade urbano-industrial pós-moderna no/do século XXI quanto o que foram em tempos remotos (CARLOS, 2001; DAMIANI, 1993).

Os rios são recursos indispensáveis na prosperidade de quaisquer atividades antrópicas, desde a viabilidade de aglomerados urbanos pretéritos e contemporâneos até as atividades agropecuárias. Muitos são os exemplos de grandes cidades formadas próximas aos leitos de rios perenes que constituíram um legado valioso e importante para a História. Os rios eram necessários como atividade de sustentação da vida nas cidades (símbolos da sedentarização humana), pois as sociedades careciam de um bem necessário a qualquer ser que almeje viver: a água. Esse elemento natural deu sustentação à diferentes formas de Uso e Ocupação do Solo em cidades situadas à beira de rios, inclusive edificadas no semiárido nordestino (SEABRA, 1987; 2012; 2015; MUCELIN; BELLINI; 2008).

A cidade lócus dessa pesquisa está inserida na região do Semiárido Nordestino. Trata-se da cidade de Crateús, situada no oeste do Estado do Ceará. Essa é a cidade polo da Região Intermediária de Crateús e da Região Imediata de Crateús, comportando um total de 13 municípios em toda sua extensão e organização.

De acordo com o site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) a população total do município soma 76.390 pessoas, possuindo uma concentração demográfica de 25,62 hab/km2. Desse total, 50,3% sobrevivem com meio salário-mínimo per capita e somente 9,9% é ocupada (8.377). A cidade apresenta uma área urbanizada com 14,92 km2, com apenas 47,9% contendo esgotamento sanitário adequado (IBGE CIDADES, 2023). O Rio Poti cruza a cidade de SE para NE. O estudo está centrado na área representada na Figura 1.

Figura 1 – Mapa de Localização dos Pontos Visitados dentro da Zona Urbana de Crateús-CE



Sistema de Coordenadas Geografica. Datum: Sirgas 2000. Fonte: IBGE (2022), IPECE (2017).
Organização: Os Autores, 2023.

O desenvolvimento do município de Crateús seguiu os mesmos caminhos das demais cidades de porte pequeno e médio do interior nordestino: houve uma desvalorização do espaço urbano pelos grupos dirigentes, já que as cidades ofereciam, apenas, a função de aspectos direcionados à habitação, educação, comércio, ou ainda, ao sistema bancário (em contrapartida à agricultura da zona rural), o que propiciou uma repulsa em garantir e realizar investimentos voltados às suas melhorias (SEABRA, 2012).

Com efeito, a área se caracteriza pela ausência de ações concretas de planejamento, com carência de profissionais engajados na execução de intervenções favoráveis ao pleno desenvolvimento econômico, político, social, bem como aquelas aptas a propiciarem uma digna ocupação dos leitos dos rios urbanos (DAMIANI, 1993; MELO, 2005). Crateús e a ocupação inadequada das planícies do Rio Poti são resultados desses processos.

Diante disso, coloca-se que o objetivo do presente trabalho é realizar uma análise acerca do uso e ocupação das margens do Rio Poti no âmbito da cidade de Crateús, indicando as consequências e alterações geográficas, geomorfológicas e ambientais resultantes de sucessivas e constantes intervenções no curso do manancial. Os próximos itens irão detalhar essa situação.

Materiais e métodos

Os autores definiram como base metodológica os estudos e a produção bibliográfica de Bertrand (1972; 2009), um dos proponentes da teoria geossistêmica. A teoria do geossistema foi formulada com o objetivo de aplicar a teoria geral de sistemas ao estudo da superfície terrestre. É uma abordagem importante na pesquisa geográfica, pois permite entender as relações e dinâmicas entre a sociedade e a natureza de maneira complexa e integrada. A abordagem geossistêmica, mostra-se, assim, como um dos caminhos viáveis para a compreensão e desenvolvimento de estudos sobre a análise ambiental, pois correlaciona todos os aspectos do meio físico natural na estruturação da paisagem em uma abordagem holística, agregando ainda o potencial de exploração antrópica.

Do ponto de vista técnico, a pesquisa fundamentou-se na análise bibliográfica, cartográfica, análise da paisagem em campo e por último trabalhos de gabinete, relativos à compilação dos dados para a escrita do artigo. A escrita foi balizada pelo estudo de autores da ciência geográfica que realizam pesquisas sobre Geografia Urbana (e.g. Araújo, 2016; Almeida; Carvalho, 2009) e Geomorfologia Urbana (e.g. Casseti, 1991; Sudo; Leal, 1997; Baptista; Cardoso, 2016), além de pesquisadores que discutem sobre Uso e Ocupação nas áreas urbanas. A discussão referente ao Uso e a Ocupação é vasta, mas ainda pouco se pesquisa em cidades do Semiárido Nordestino, salvo exceções, como por exemplo, em áreas urbanas dos rios Parnaíba e São Francisco. Dessa maneira, foram analisados os textos de

Seabra (2012; 2015), Damiani (1993), Almeida e Carvalho (2009), Baptista e Cardoso (2016), Madureira (2015), dentre outros.

Em complemento, foram utilizadas informações do Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE 2023) e do Serviço Geológico do Brasil (2023) com foco na Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (SGB/CPRM) que forneceram os dados estatísticos e geográficos junto de imagens cartográficas referentes ao município, respectivamente.

A investigação cartográfica deu-se pela utilização do software denominado de Google Earth, na qualidade e formato online. O levantamento cartográfico se apropriou da leitura de imagens de satélite do software Google Earth, com esse dando suporte ao geográfico. A cartografia auxiliou como base para a compreensão das modificações espaciais e naturais por meio da investigação dos aspectos da Geografia local estudada.

Em continuidade foi realizado um levantamento no Repositório Institucional de Geociências – CPRM, na modalidade online, na qual se buscou mapas produzidos por essa instituição numa escala de 1:70.000 desde produções antigas até contemporâneas, almejando analisar as alterações existentes no contexto geológico e geomorfológico do Rio Poti.

Os mapas foram utilizados em campo para a demarcação por georreferenciamento (marcação das coordenadas geográficas) dos locais visitados. O mapa da figura 1 foi o produto técnico cartográfico final. Esse seguiu as seguintes etapas de produção: marcação das Coordenadas Geográficas dos pontos de coleta, via aplicativo online Google street view do aparelho celular, e em seguida, preparação da representação cartográfica em ambiente SIG, utilizando o software gratuito QGIS.

O estudo da paisagem requer constantes e incansáveis visitas em campo. Nesse contexto, foram realizadas no dia 20 de julho de 2023 visitas em 12 pontos distintos ao longo do curso do Rio Poti no trajeto urbano com o apoio técnico de um geólogo, professor da Universidade Federal do Ceará (UFC) e co-orientador dessa pesquisa, em conjunto com um guia turístico da cidade. Durante as visitas, foram realizados registros fotográficos, por via dos Smarthphones, dos logradouros e de pontos considerados pertinentes ao objetivo desse artigo (Quadro 1 dos resultados).

Caracterização da área de estudo

Segundo Carneiro (2022), a Bacia Hidrográfica do Rio Poti é composta por uma ampla diversidade biótica e abiótica típica da paisagem e do clima semiárido. Sua extensão total soma cerca de 51. 870. 751 km2, dos quais 14.171.714 km2 estão em território cearense e os 37.699.037 km2 pertencem ao território piauiense. O rio é intermitente, apresentando canal do tipo anastomosado, contando com a presença de bancos de sedimentos

transportados e depositados pela erosão fluvial cenozoica. Esses bancos, quando depositados nas margens, acumulam-se no meio do canal, constituindo-se pequenas ilhas heterogêneas com um formato laminar (90-225 metros de extensão). A drenagem está sob um substrato rochoso de formação de folheação gnáissico orto-derivado. A vegetação nativa, encontra-se suprimida e com elevados índices de substituição por espécies exógenas e invasoras, confluindo com a largura do rio na cidade, que varia de aproximadamente 30-110 metros no seu canal principal.

O fluxo de água no canal apresenta-se sinuoso. O canal dentro do distrito sede se bifurca na Passagem Molhada que divide os bairros Centro e Cidade Nova (Ponto 4 no Mapa) e encontram-se novamente na Guela (encontro do Riacho Tourão com o Rio Poti, no Ponto 10). O braço direito possui 2,6 km (Figura 2) e o esquerdo 5 km (Figura 3) de extensão. Os bairros existentes no segmento direito são: Venancios, Cajás, Patriarcas e Cidade 2000. No segundo e onde se concentra o maior quantitativo de bairros centrais estão: Santa Luzia, Maratoan, Ipase, São Vicente, Centro, São José e Ponte Preta.

O tipo de drenagem no âmbito da bacia, analisado a partir das imagens do Google Earth, é do tipo subdendrítico. Em decorrência da erosão fluvial nas margens e a explícita remoção da vegetação, formam-se ravinas, que atuam como pequenos tributários na estação chuvosa. Na estação seca, quando a continuidade hídrica do canal principal é reduzida, subsistem grandes poças com acúmulo de água, as quais perduram até o próximo período chuvoso. É válido destacar que o curso analisado, não é o único corpo hídrico presente na unidade territorial e municipal de Crateús. Outros três cursos fluviais são de grande importância como afluentes para a dinâmica urbana e fluvial do município e do próprio Poti, são eles: o Riacho Tourão, do Meio e do Retiro.

A geomorfologia da cidade está condicionada pelo embasamento cristalino de idade do Pré-Cambriano, com uma superfície marcada pela intensa ação dos agentes intempéricos, erosivos e sedimentares. A planície apresenta acumulação de sedimentos de tipologia areno-argilosa à areno-síltico. A porção estudada está inteiramente associada com a planície aluvionar. No entorno, ocorre relevo aplainado em rochas pré-cambrianas expondo dissecação orientada e direcionada para o curso hídrico principal.

Consoante com Ab'Saber (2003) e Oliveira (2020), a área de pesquisa está inserida no domínio das caatingas semiáridas, com volumes pluviométricos não superior a 800 milímetros/ano. A região é influenciada por sistemas de massas atmosféricas como a Massas de ar Equatorial Atlântica (mEa) e a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). As temperaturas variam de forma notória ao longo dos dois semestres do ano. No primeiro (janeiro-junho), a amplitude térmica varia de 22ºC a 26ºC entre as mínimas e as máximas. No posterior (julho-dezembro), entre 20ºC a 30ºC, respectivamente. Essa região está nas baixas

latitudes sul (zona sub-equatorial), na qual ocorrem elevados índices de recepção dos raios solares, o que influencia significativamente a dinâmica natural e humana no município.

Do ponto de vista pedológico, de acordo com o site da Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA, 2023) denominado de Infraestrutura de Dados Espaciais Embrapa (GEOINFO), identifica-se de forma predominante os seguintes tipos de solo: SXe (Planossolos Haplicos Distróficos), PVAe (Argissolos Vermelhos-Amarelo Eutróficos) e o TCO (Luvissolo Cromicos Orticos).

No aspecto biogeográfico, analisou-se o tipo de vegetação que ocupa o leito e/ou as margens do rio no espaço urbano. Os tipos de plantas encontrados, cujas funções são a de mata ciliar, variam desde as nativas às exóticas e invasoras como o caso da Boca-de-Leão (C. madagascariensis). As espécies nativas vistas foram: Oiticica (Licania rígida), Carnaúba (Copernicia prunifera), Cajá (Spondias mombin) e outras espécies de gramíneas ou arbustivas. Sobre as exóticas, notou-se a monodominância da espécie denominada de Algaroba (Prosopis juliflora) nas margens do rio, principalmente, onde o uso e a ocupação pela intervenção humana são densos, com um histórico cronológico longo, sucessivo e gradativo de substituição da área natural por artificial próximos ao manancial analisado. Essa espécie foi introduzida no Nordeste, na década de 1940, e se espalhou devido às condições favoráveis para sua reprodução (CORRÊA, 1931; FABRICANTE, 2013).

Resultados e Discussão

Os trabalhos de campo permitiram a identificação de uma seria de feições e elementos típicos da planície de inundação do Rio Poti dentro da cidade de Crateús, como indicado pela Quadro 1. A análise desses elementos aponta para resultados que não fogem dos aspectos já mencionados em outros centros urbanos que cresceram e se desenvolveram sem planejamento, gestão e ordenamento territorial.

Quadro 1 – Simplificação dos Dados Coletados e Organizados.

Ponto de Visita	Nome do Ponto	C. Geográficas	Tempo (Hora)	Características	Imagens
P1	Açude (Barramento) do Batalhão	Lat. - 5°11'40.48"S Long.- 40°39'24.77" W	07:40 – 08:20 am.	Presença de orto-gnaisses (com concentração de feldspatos e argilas areno-ferroginosas), com presença de paleomarmitas	
P2	Ponte do Batalhão	Lat. - 5°11'0.68"S Long. - 40°39'33.92"W	08:25 – 08:45 am.	Presença de Vegetação Ciliar, Exótica e Invasoras, animais silvestres (quelônios, crocodilianos, aves, mamíferos, anfíbios e outros); Concentração Lixo, ravinas, sulcos;	
P3	Passagem Venancios I	Lat. - 5°10'52.27"S Long. - 40°39'35.16" W	08:55 – 09:20 am.	Falhas Tectônicas, com fraturas extensionais e juntas com direção (N-S, 305° Azimute), Folheação em rochas gnaisses ortoderivado;	
P4	Divisão/Bifurcação do Canal do Rio Poti e do Riacho Tourão e dos Bairros: Centro-Cidade Nova	Lat. - 5°10'39.11" S Long. - 40°39'37.31"W	09:30 – 09:55 am.	Presença de Depósitos Tecnogênicos, Uso e Ocupação irregular, existência de plantas Invasoras e Nativas (*C. madagascariensis*). (*Licania rígida), (Copernicia prunifera*), (*Spondias mombin*), a impermeabilização e canalização do rio;	

P5	Passagem Centro – São Vicente – Cidade Nova – Venancios (ou Ilhota – Venancios)	Lat. -5°10'29.05" S Long. -40°39'37.87" W	10:05 – 10:25 am.	Existência de Xenólitos e Gnaisses com marcas de remoção das folheações superficiais, Lixo, Resíduos Sólidos, dejeção de excrementos, concentração de ictiofauna, aves e atividades agropastoris;	
P6	Ponte de Ferro do Rio Poti	Lat. -5°10'29.33"S Long. -40°39'42.95"W	10:35 – 10:45 am.	Águas límpidas, lixo no leito do rio, concentração significativa de mata ciliar mista (nativa e exótica);	
P7	Ponte de Ferro Riacho Tourão	Lat. -5°10'2.32"S Long. -40°39'38.66" W	10:35 – 10:45 am.	Águas límpidas, lixo no leito do rio, concentração significativa de mata ciliar mista (nativa e exótica);	
P8	Passarela da Ponte da Centro-Cidade Nova	Lat. -5°10'20.57"S Long. -40°39'51.75" W	10:50 – 11:05 am.	Águas límpidas, lixo no leito do rio, concentração significativa de mata ciliar mista (nativa e exótica);	
P9	Cavalcante Park Hotel	Lat. -5°10'23.61"S Long. -40°39'58.94" W	11:15 – 11:35 am.	Área de várzea; Concentração de solo arenoso com horizontes rasos; Vegetação Ciliar Mista;	
P10	Guela: Encontro dos Rios Tourão e Rio Poti	Lat. – 5°10'4.56" S Long. -40°40'10.32"W	11:40 – 11:55 am.	Leito e curso com significativa exposição: talhado, com paleomarmitas preenchidas desde detritos a materiais metálicos e semi-metálicos; concentração elevada de Uso e	

				Ocupação domiciliar e agrícola;	
P11	Poço da Roça	Lat. - 5° 9'46.38"S Long. - 40°40'27.63" W	12:15 – 12:40 pm.	Leito Menor: Sedimentos na margem são siltico-areno quartzosos (fino 0,0025 – 0,0015) com afloramentos rochosos do tipo gnáissico; L. Maior: apresenta acúmulo de sedimentos do tipo areno-argiloso muito fino (0,002-0,0015); Águas límpidas;	
P12	Ponte do Rodo Anel	Lat. - 5° 9'10.19"S Long. - 40°40'38.93"W	12:50 – 13:05 pm.	Águas turvas, eutrofizadas, Canalização, impermeabilização e assoreamento;	
P13	Poço Riacho do Meio	Lat. - 5° 8'5.05"S Long. - 40°41'27.46" W	13:12 – 13:30 pm.	Sem intervenções antrópicas nítidas, ecossistema parcialmente intacto.	

Fonte: Autores, 2023.

Coloca-se que o curso d'água encontra-se estrangulado por duas atividades relevantes, que são as atividades agrícolas e a construção de casas – por canal, leito e margem estrangulada, compreende-se, seguindo Bega, Oliveira e Albertini (2021), as áreas de um rio que sofreram na largura e na profundidade uma considerável diminuição pelas intervenções de uso e ocupação. As atividades responsáveis por esse estrangulamento, associadas com a agropecuária, são a criação de animais e o plantio de grãos (milho e feijão).

Quanto à construção de domicílios, ela é autorizada pela Lei Municipal 976/2021, que outorga as Unidades de Planejamento (UP), ou ocorre através da construção de residências de padrão mais simples. Ambas as atividades são irregulares (embora algumas permitidas pelo poder público municipal), pois estão ocupando área de preservação permanente (APP). Esses elementos serão expostos na sequência, classificados nos itens "Uso e Ocupação da planície do Rio Poti" e "Problemas Ambientais no leito urbano do Rio Poti".

O Uso e a Ocupação da planície do Rio Poti

A cidade cresceu e se desenvolveu seguindo a dinâmica do rio, tendo sido este utilizado como marco referencial das divisões de terras no meio rural e no urbano. Nessa utilidade complementar a de manancial, ocorreu a construção de uma série de domicílios ao longo do seu leito. As construções apresentam um padrão diferente de outras cidades do Brasil e do mundo, posto que tais residências viraram, literalmente, as costas para o rio.

Os motivos que levaram os moradores a construírem suas casas de costas para o rio incluem a busca por um maior conforto térmico, pois como explicitado nos parágrafos anteriores, o município de Crateús está em uma região de clima semiárido e próximo à Linha do Equador, estando em uma posição geográfica de latitudes baixas, com altas incidências de raios solares ao longo do ano e altos processos de evaporação da água retida na superfície. A incidência de luz solar associada às condições climáticas e a formação geológica cristalina, contribuiu para um desconforto térmico considerável. Com o intuito de reverter e amenizar a situação, as casas foram construídas com a frente para o Leste e os fundos para o Oeste, ou seja, para o poente, isso faz com que durante a maior parte do dia a casa receba menor incidência de luz solar na parte da frente.

As concentrações de casas em ambos os canais demonstram um adensamento elevado, sobretudo no canal esquerdo, seguindo em direção aos bairros centrais. Nessa área, ocorrem domicílios residenciais populares, mas também da classe média baixa e alta, além de inúmeros negócios comerciais familiares, do setor de serviços e educacionais. A figura 2 representa o canal direito do Rio Poti com uma extensão de 2,6 km e a figura 3 representa o canal esquerdo com a extensão de 5 km. As figuras foram registradas e editadas no software Google Earth (versão online livre).

Figura 2 – Rio Poti - Canal Direito (2,6 km).

Fonte: Google Earth, 2023.

Figura 3 – Rio Poti – Canal Esquerdo (5 km).

Fonte: Google Earth, 2023.

Os padrões encontrados dos domicílios variam do simples ao mais robusto. As casas populares são feitas de materiais simples, construídas sem instrução técnica e profissional. Nestas moradias, os quintais e as cozinhas são direcionados para o rio, as salas e os alpendres para o lado oposto, geralmente, para as ruas ou trajetos por onde as pessoas transitam rotineiramente. Nas casas mais robustas, encontra-se tamanho mais espaçado, notória aplicação de técnicas de engenharia civil, com a posição das cozinhas aos fundos e das garagens à frente.

A ocupação das margens do rio retrata a realidade social frágil e desigual do município: de um lado do canal fluvial, tem-se famílias vivendo com uma renda per capita inferior a meio salário-mínimo, sem saneamento básico, sem água encanada e sem coleta de lixo. No lado oposto, tem-se um conjunto populacional mais robusto, no que se refere ao poder aquisitivo, sendo mais assistido pelo poder público, usufruindo de serviços básicos. Tal situação demostra a disparidade socioespacial presente na cidade.

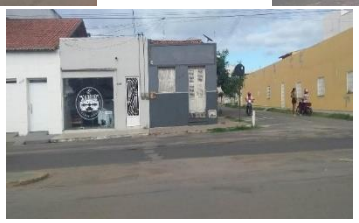
Assim, coloca-se que a maioria dos habitantes das margens do Rio Poti possui condições socioeconômicas baixas, e não conta com o apoio de políticas públicas associadas com o fomento à estruturação e a redução das desigualdades entre os bairros centrais e periféricos. Grande parte das residências é construída de materiais e de técnicas rústicas, variando desde as de pau-a-pique às casas de tamanhos de cômodos reduzidos (Figuras 4). Muitos dependem de uma agricultura de subsistência, além do setor de serviços, ou de

negócios autônomos (Figuras 5). Dessa maneira, o Rio Poti é um divisor entre as realidades territoriais distintas das desigualdades dos bairros centrais em divergência com os periféricos.

Figuras 4 - Casa construídas de materiais rústicos (Pau-a-Pique) no Bairro Patriarcas.

Fonte: Autores, 2023.

Figuras 5 – Casas localizadas entre os Bairros: Centro, Cidade Nova e Ponte Preta.



Fonte: Autores, 2023.

Durante o estudo, foi notório que as populações mais pobres residentes próximas ao leito maior do rio utilizam do Algaroba para suprir algumas de suas necessidades. Dentre essas necessidades, foram identificadas a utilização da madeira como matéria-prima para substituir os botijões de gás para uso doméstico, a construção de cercas, a alimentação dos animais de criação de subsistência (bovinos, caprinos, ovinos, suínos, aves) e a própria construção de residências, dentre outros.

Mais recentemente, a expansão da especulação imobiliária tem alterado a dinâmica econômica municipal de Crateús e, por sua vez, a planície fluvial do seu principal corpo hídrico. Essa alteração vem sendo alavancada pela construção de loteamentos próximos à sua margem. Durante o campo, verificou-se com nitidez entre os bairros Patriarcas, Ponte Preta-São José, Cidade Nova e 2000 locais onde os investimentos em termos de quantitativos de casas construídas são elevados. Para que essas fossem edificadas, houve a remoção da vegetação ciliar, a investidura de técnicas de terraplanagem (ou aplainamento artificial do relevo e do solo), e o soterramento dos canais de tamanhos pequenos e médios que servem como tributários ao rio principal.

Problemas Ambientais no leito do Rio Poti

O Uso indevido e a Ocupação inadequada coadunada com os processos de urbanização, crescimento e desenvolvimento social, econômico e político-administrativo sem planejamento, gestão, ordenação espacial e territorial afetaram, significativamente, a paisagem e a dinâmica flúvio-urbana do Rio Poti. As cabeceiras de drenagem apropriadas sofrem modificações nas dinâmicas dos fluxos pluviais e fluviais, gerando inúmeros agentes erosivos. Os processos erosivos decorrem da inexistência de cobertura vegetal e em associação com a construção de domicílios e loteamentos geram sulcos erosivos, ravinas e proto-voçorocas provocadas também pela alteração dos fluxos hídricos do canal principal e dos tributários.

Um aspecto visível da ocupação do leito do rio é a presença de canos de concreto (piping/manilhas) que canalizam e direcionam o percurso pluvial e fluvial das águas no interior e no exterior do canal principal. Além disso, com a finalidade de facilitar a logística do tráfego pelos civis que migram, diariamente, Periferia-Centro e vice-versa, realizou-se a construção de logradouros, travessias, pontes e estradas dentro do canal do Rio Poti, conhecidas pela população local de “Passagens Molhadas” (GANDARA, 2017; FAGUNDES, 2022).

Ao longo das margens, não foram identificadas cicatrizes de solapamento e sim, elevada concentração de urbanização em sua configuração. A expansão imobiliária e a Lei Municipal no 976/2021, que “Dispõe sobre Organização Territorial do Município de Crateús,

delimitando às Unidades de Planejamento (UP's)", permitiram a ampliação dos terrenos aplainados e nivelados.

Em adição, a população usa a margem do rio para despejo de lixo, dejetos diversos, restos de animais, inclusive na proximidade das residências. Tais fatos interferem nos talvegues, pois estes passam a receber esses materiais, assim surgindo as planícies tecnogênicas. Os detritos que compõem as planícies tecnogênicas variam de seixos, siltes, argilas à cascalhos, como também matéria orgânica e resíduos sólidos. Os detritos que se acumulam os talvegues dos recursos hídricos constituem uma morfologia de fundos achatados, que representam compartimentos morfodinâmicos recentes.

Grandes transformações urbanas em Crateús se deram ao longo do século XX, graças às grandes obras de engenharia movidas pelo 400 Batalhão de Engenharia de Combate (BEC), atual 40 Batalhão de Infantaria (40º BI). Essas transformações estavam associadas com a construção da Barragem do Batalhão, da Linha Férrea, bem como de pontes e estradas. No século XXI, ocorrem os loteamentos novos, gerando bairros planejados, novas estradas, expansão das atividades da construção civil e construção de novos reservatórios (barramentos), movidos sobretudo por interesses empresariais. Essas intervenções propiciaram o surgimento de dois outros problemas: o assoreamento dos rios e a impermeabilização do solo.

O assoreamento resulta da remoção e/ou eliminação parcial ou total da cobertura vegetal, a qual favorece a exposição do solo às ações dos agentes do clima, principalmente, a chuva. Com as chuvas as gotas d'água ao entrarem em contato com o solo exposto desagregam as partículas do solo por splash e essas não infiltram, escoam e provocam o conhecido e recorrente assoreamento dos cursos hídricos.

A impermeabilização, ou ato de tornar algum material incapaz de fazer a água penetrável na estrutura, resulta do arruamento, ou seja, da construção de ruas e logradouros, os quais frequentemente são asfaltados, ou pavimentados com placas de concreto. Os efeitos são interferência no abastecimento do lençol freático e poços naturais no interior do tecido urbano.

Em síntese, uma série de problemas ambientais foram detectados no vale do Rio Poti no segmento urbano de Crateús, como resultado das formas de uso e ocupação pelos quais vem passando desde o Século XX, como explicitado nas discussões acima. Os problemas ambientais detectados foram assoreamento, impermeabilização, contaminação das margens pelo expressivo acúmulo de lixo, falta de saneamento básico, acúmulo de resíduos sólidos nos bairros que o margeiam. Esses fatores afetam a capacidade de drenagem, a saturação hídrica do solo, a pedogênese, a precipitação e a qualidade dos ecossistemas urbanos.

Ocorre ainda eutrofização do rio, contaminação, do solo, da água, do ar, aumento do risco de inundações e enchentes durante a quadra chuvosa, o surgimento de sulcos, ravinas ao longo de suas margens, a diminuição da infiltração e o aumento do escoamento superficial das águas precipitadas durante as chuvas torrenciais. Cita-se ainda a remoção da mata ciliar, a redução da ictiofauna, das aves, mamíferos, a poluição dos poços d'água, o risco de contaminação do lençol subterrâneo, e o impacto para a pesca artesanal e de subsistência.

Considerações Finais

Existem vários problemas ambientais em bacias urbanas no Nordeste do Brasil, e a cidade de Crateús, tendo como elemento o Rio Poti, é exemplar nesse sentido. A sua ocupação nas margens é um problema complexo e multifacetado que requer atenção e ação imediata. Ações conjuntas entre governos, empresas e sociedade civil são fundamentais para garantir que as margens do rio possam vir a ser recuperadas, preservadas e utilizadas de maneira responsável e sustentável.

A urgência vem do fato de que ocupação inadequada do leito do Rio Poti gera uma série de prejuízos à natureza, tais como o assoreamento e a contaminação da água. Além disso, a falta de critérios de uso e ocupação das margens do rio, que são áreas ambientalmente sensíveis, acarreta sérios impactos ao meio ambiente, alterando substancialmente a dinâmica do curso d'água e provocando desequilíbrios diversos, como a intensificação de processos erosivos, inundação das margens, assoreamento do leito e a morte de nascentes.

A cidade de Crateús enfrenta muitos desafios sociais. Um desses desafios é a desigualdade de renda e acesso a serviços gerais típicos da cidadania plena. Isso é visível na forma de uso e ocupação das planícies do Rio Poti na sede do município, com a ocorrência de domicílios subanormais de um lado, e a existência de loteamentos de maior poder aquisitivo em outros segmentos fluviais. Ambas as ocupações, que expressam as desigualdades sociais, do ponto de vista da natureza, são indevidas, e mesmo ilegais, pois ocupam áreas de preservação permanente.

A indevida ocupação dos territórios pertencentes ao rio reforça a ascensão e a substituição dos elementos naturais pelos artificiais. Crateús e seu ecossistema natural, no século XXI, vem sofrendo por conta das tensões entre as relações Homem x Natureza. Seu tecido urbano está incorporando novas feições à sua paisagem, interferindo, expressivamente, na dinâmica hídrica da espinha dorsal dos Sertões de Crateús – o Rio Poti. É importante, assim, continuar estudando e monitorando esses problemas para encontrar soluções eficazes para proteger o meio ambiente e garantir um futuro sustentável para a região.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação Cearense de Apoio a Pesquisa – FUNCAP, pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor.

Referências

AB'SÁBER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003, 159p.

ALMEIDA, L. Q. de; CARVALHO, P. F. de. A negação dos rios urbanos numa metrópole brasileira. 2009.

BAPTISTA, M. B.; CARDOSO, A. S. Rios e cidades: uma longa e sinuosa história. Revista da Universidade Federal de Minas Gerais, v. 20, n. 2, p. 124-153, 2016.

BEGA, J. M. M.; OLIVEIRA, J. N. de; ALBERTIN, L. L. Dinâmica temporal da qualidade da água em um córrego urbano. Engenharia Sanitária e Ambiental, [S.L.], v. 26, n. 5, p. 903-913, out. 2021. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1413-415220200163. Disponível em: https://www.scielo.br/j/esa/a/WyWFSqzqGPynyh8fMQshkkP/abstract/?lang=pt. Acesso em: 12 jun. 2023.

BERTRAND, G. C. Uma Geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das territorialidades. (Org). Messias Modesto dos Passos. Maringá/PR: Massoni, 2009.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: um esboço metodológico. Caderno de Ciências da Terra. N.13. São Paulo. IGUSP. 1972. 27p.

CATALÁ, L. S.; CARMO, R. L. do. O conceito de aglomerado subnormal do IBGE e a precariedade dos serviços básicos de infraestrutura urbana. Revista Brasileira de Estudos de População, v. 38, 2021.

CARNEIRO, C. da S. Levantamento dos Sistemas Ambientais da Bacia Hidrográfica do Rio Poti – Ceará/Piauí - Brasil. Sobral, 2022. 137p. Dissertação de Mestrado em Geografia – Universidade Estadual Vale do Acaraú, UVA, 2022.

CARLOS, A. F. A. Espaço-tempo na metrópole. São Paulo: Contexto, 2001. CASSETI, V. Ambiente e apropriação do relevo. São Paulo: Contexto, 1991.

CORRÊA, M. P. Diccionario das plantas uteis do Brasil e das exoticas cultivadas. 1931. p. XXII, 707-XXII, 707.

DAMIANI, A. L. A Cidade (Des)Ordenada Concepção e cotidiano do Conjunto Habitacional Itaquera I. Tese de doutorado. São Paulo: Departamento de Geografia, FFLCH/USP, 1993.

EMBRAPA. Mapa de Solos do Brasil. Disponível em: http://geoinfo.cnps.embrapa.br/layers/geonode%3Abrasil_solos_5m_20201104. Acesso em: 25 de julho de 2023.

FABRICANTE, J. R. Plantas Exóticas e Exóticas Invasoras da Caatinga-Vol. 1. Bookess, 2013.

FAGUNDES, B. Rios urbanos e a política de canalização. Sociedade & Natureza, v. 32, p. 396-406, 2022.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. Revista do Departamento de Geografia, n.16, p.76-80, 2005.

GANDARA, G. S. Rios: território das águas às margens das cidades: o caso dos rios de Uruaçu-GO. Fronteiras: Revista franco-brasileira de geografia/Revista franco-brasileira de geografia, n. 31, 2017.

IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/CA/A/Q. Acesso em: 01 de maio de 2023.

IBGE. Aglomerados Subnormais. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/. Acesso em: 3 nov. 2020.

IBGE. Censo Demográfico 2022. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/acervo#/S/CA/A/Q. Acesso em: 01 de maio de 2023.

IBGE Cidades. Panorama. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/crateus/panorama. Acesso em: 28 de jul. de 2023.

PEDRO, L. C. Geomorfologia Urbana: Impactos no Ambiente Urbano Decorrente da Forma de Apropriação, Ocupação do Relevo. Geografia em Questão, [S. l.], v. 4, n. 1, 2011. DOI: 10.48075/geoq.v4i1.4277. Disponível em: https://saber.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/4277. Acesso em: 26 jul. 2023.

PELOGGIA, A. O homem e o ambiente geológico: geologia, sociedade e ocupação urbana no Município de São Paulo. São Paulo: Xamã, 1998.

MADUREIRA, H. Os tempos dos rios e das cidades. Revista Convergência Crítica, n. 7, 2015.

MELO, V. M. Dinâmica das paisagens de rios urbanos. In: Anais do XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional– ANPUR. Salvador, Bahia, 2005.

MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. Sociedade & Natureza, v. 20, p. 111-124, 2008.

NASCIMENTO, F. R. do. Categorização de Usos Múltiplos dos Recursos Hídricos e Problemas Ambientais. Revista da ANPEGE, [S. l.], v. 7, n. 01, p. 81–97, 2017. DOI: 10.5418/RA2011.0701.0008. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6555. Acesso em: 27 jul. 2023.

OLIVEIRA, J. R. F. de. O clima urbano em cidade de pequeno porte no semiárido cearense: o caso de Crateús. 2020. 151 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

REZENDE, G. B. de M.; ARAÚJO, S. M. S. de. As cidades e as águas: ocupações urbanas nas margens de rios. Revista de Geografia, Recife, v.33, n.22, 2016.

SEABRA, O. C. de L. Urbanização e industrialização: rios de São Paulo. Labor e Engenho, Campinas, SP, v. 9, n. 1, p. 37–48, 2015. DOI: 10.20396/lobore.v9i1.2092. Disponível em:

https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/labore/article/view/2092. Acesso em: 9 jun. 2023.

SEABRA, O. C. de L. Geografia Urbana que Fazemos. Revista do Departamento de Geografia, [S. l.], p. 284-307, 2012. DOI: 10.7154/RDG.2012.0112.0014. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/53852. Acesso em: 9 jun. 2023.

SEABRA, O. C. de L. Os meandros dos rios nos meandros do poder, Tietê e Pinheiros: valorização dos rios e das várzeas na cidade de São Paulo. Tese (Doutorado em Geografia Humana) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1987.

SUDO, H. e LEAL, A.C. Aspectos geomorfológicos e impactos ambientais da ocupação dos fundos de vales em Presidente Prudente–SP. Revista Natureza, Uberlândia, v. E.S.P., p. 362-366,1997.

SGB/CPRM. RIGeo - Repositório Institucional de Geociências, 2023. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/simple-search?query=crateus. Acesso em: 10 de jun. de 2023.

Análise dos Impactos da Agricultura de Vazante em Setor do Baixo Curso do Rio Sitiá, Banabuiú- CE

Analysis of the Impacts of Floodplain Agriculture in a Section of the Lower Course of the Sitia River, Banabuiú-CE

Mailson Almeida da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Quixadá
0009-0002-8036-1441
mailson.almeida.sila06@aluno.ifce.edu.br

Caroline Vitor Loureiro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Quixadá
0000-0002-1870-6744
caroline.loureiro@ifce.edu.br

Nathália Késia Gomes de Souza
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Quixadá
0009-0001-1444-824
nathalia.kesia.gomes.08@aluno.ifce.edu.br

Ana Lúcia Moura Andrade
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Quixadá
0000-0002-7922-6891
lucia.moura@ifce.edu.br

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo analisar os impactos ambientais decorrentes da agricultura de vazante em setor do baixo curso do Rio Sitiá, Banabuiú-CE. A pesquisa de natureza qualitativa se desenvolveu a partir de análise bibliográfica, técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto para o levantamento dos usos e cobertura do solo na área de preservação permanente e de visitas *in loco* para melhor observação das condições ambientais. O estudo evidenciou um intenso uso da área de vazante para o cultivo agrícola, pois a prática é comum no semiárido devido a escassez hídrica no período de estiagem. No entanto, observou-se que alguns impactos ambientais são gerados pela agricultura de vazante. A ocupação do leito do Rio pelas plantações altera o fluxo de sedimentos e a dinâmica fluvial, além da supressão da mata ciliar que impacta na qualidade do ambiente e deixa o solo suscetível a processos erosivos.

Palavras-chave: Rio Sitiá. Agricultura de vazante. Impacto ambiental.Uso e cobertura do solo.

ABSTRACT: The present study aimed to analyze the environmental impacts resulting from floodplain agriculture in a sector of the lower course of the Sitiá River, Banabuiú-CE. The qualitative research was conducted through bibliographic analysis, geoprocessing techniques, and remote sensing to assess land use and land cover in the permanent preservation area, along with on-site visits for a better observation of environmental conditions. The study revealed intensive use of the floodplain area for agricultural cultivation, which is common in the semiarid region due to water scarcity during the dry season. However, it was observed that some environmental impacts are generated by floodplain agriculture. The occupation of the riverbed by crops alters sediment flow and river dynamics, in addition to the removal of riparian vegetation, which affects the quality of the environment and renders the soil susceptible to erosive processes.

Keywords: Sitia River. Floodplain agriculture. Environmental impact. land use and land cover

Introdução

A agricultura de vazante figura-se como sistema tradicional de cultivo comum na agricultura camponesa. A prática consiste no plantio efetuado sobre áreas descobertas, ao passo em que o nível das águas de açudes/ barragens e rios diminui, junto ao período seco (Gurgel e Moreira, 2021).

Com a estiagem a ocupação de vazantes torna-se uma alternativa viável para o pequeno produtor agrícola no semiárido, haja vista que, a pouca incidência pluviométrica sobretudo durante o segundo semestre anual, aliada a ausência de recursos financeiros necessários para o investimento em técnicas agrícolas como a irrigação, fazem com que o uso de tais áreas se efetivem como alternativas para a convivência e resistência agrícola.

As vazantes são faixas de terras situadas às margens de açudes, barragens, lagoas e leitos dos rios, que são cobertas pelas águas durante o período chuvoso e que são descobertas progressivamente à medida que o espelho d'água vai diminuindo durante o período seco, sendo utilizadas por agricultores para a produção de alimentos e de forragem (Araújo, 2017). Na conjuntura hídrica do semiárido, na qual prevalecem rios de caráter intermitentes, a prática da agricultura de vazante é característica, tornando-se parte permanente da paisagem rural, pois é quem permite a viabilização para que a produção agrícola diversa permaneça no decorrer do ano.

No entanto, conforme evidenciado por Binda (2011) os materiais vegetais encontrados nos cursos d'água apresentam significativa influência na retenção e granulometria de sedimentos no leito dos rios, lagos, barragens ou açudes, potencializando os processos erosivos e deposicionais, impactando sobremaneira na alteração das características ambientais e geomorfológicas desses sistemas ambientais.

Sob este contexto, o Rio Sitiá figura-se como um rio brasileiro o qual banha o estado do Ceará, inserindo-se na sub-bacia do Rio Banabuiú, e consequentemente, da bacia do Jaguaribe, apresenta condições pluviométricas típicas da região semiárida, possuindo regime intermitente típico da região sertaneja central cearense (CEARÁ, 2017).

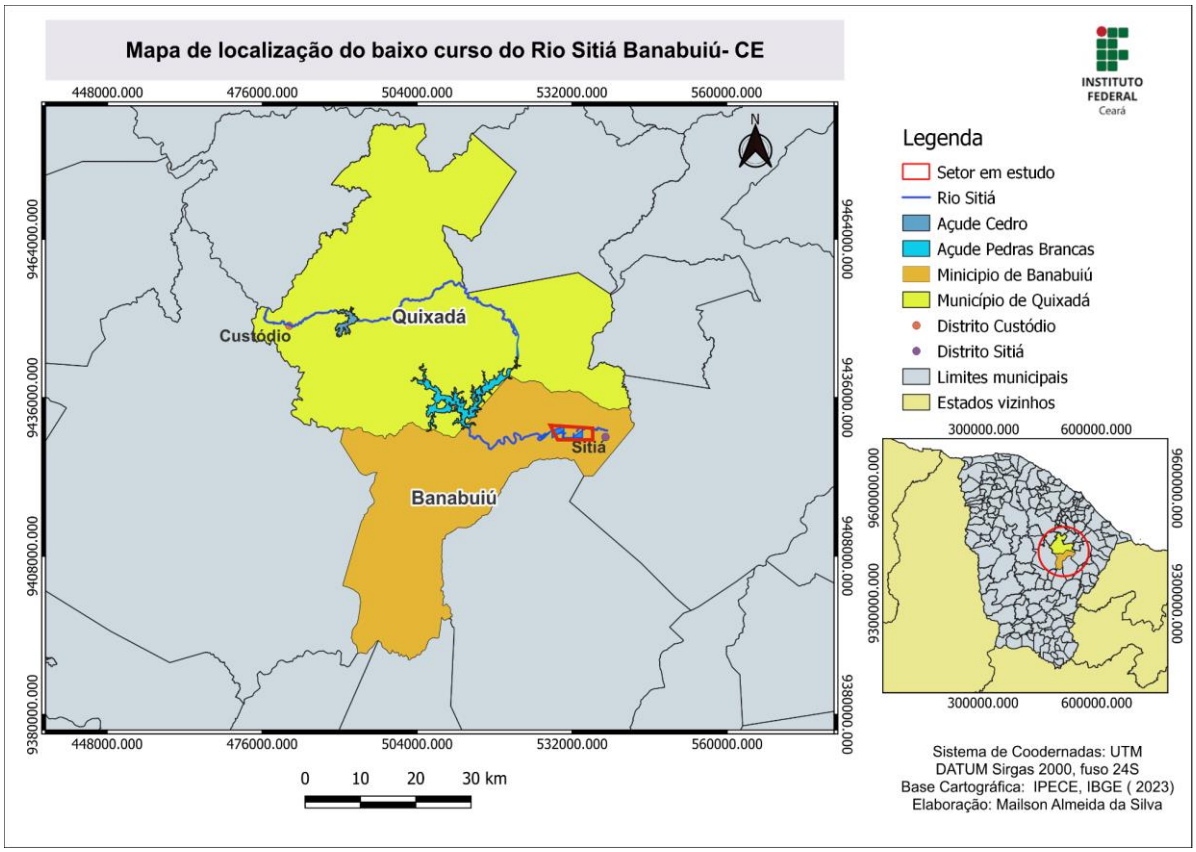
A problemática analisada no baixo curso do Rio Sitiá decorre dos impactos ambientais advindos do uso e ocupação do solo projetado através da produção agrícola de vazante, prática comum na região, a qual consiste na retirada da mata ciliar para posterior ocupação de margens e leito para efetivação das plantações de cunho agrícola. Por esse viés, este trabalho propõe analisar os impactos ambientais oriundos da agricultura de vazante em setor do baixo curso do Rio Sitiá, Banabuiú - CE.

Área de estudo

O Rio Sitiá drena os municípios de Quixadá e Banabuiú, está situado na sub-bacia hidrográfica do Rio Banabuiú, percorrendo um trecho de noventa quilômetros, suas nascentes localizam-se no distrito de Custódio (Quixadá) e sua foz no distrito Sitiá (Banabuiú). O Rio Sitiá caracteriza-se como um rio intermitente, que apresenta para o contexto regional significativa relevância, haja vista que subsidia atividades de cunho agrícola, pastoril, mediante o fornecimento hídrico para irrigação, ainda sobre o curso do Sitiá, há dois grandes reservatórios: açude cedro e o pedras brancas (Figura 1).

O objeto de estudo na referida pesquisa, encontra-se inserido no baixo curso do Rio sitiá no município de Banabuiú. Quanto aos condicionantes geoambientais, o município se caracteriza no contexto geomorfológico pela presença da depressão sertaneja circundada por maciços residuais. O clima equivale ao tropical quente semiárido com precipitação média anual de 815,3 mm; Os aspectos pedologicos se dão pela predominância de solos aluviais e solos litólicos; o quadro fitoecológico é demarcado pela presença da vegetação caatinga arbustiva (densa ou aberta) e floresta mista dicotillo- palmácea (CEARÁ, 2017).

Figura 1: Mapa de localização do Rio Sitiá



Fonte: Autores (2023).

Fundamentos Teóricos-Metodológicos

Fundamentação Teórico-conceitual

A agricultura de vazante consiste em uma estratégia desenvolvida por pequenos agricultores para o período de estiagem. A técnica adotada pelos agricultores é rústica, com o trabalho sendo feito de maneira manual ou tração animal. O cultivo ocorre na medida em um corpo hídrico baixa a sua vazão e deixa novas áreas descobertas, normalmente as vazantes são áreas com solos férteis e alto potencial agrícola (Araujo, 2017).

A agricultura em vazantes é uma técnica bastante antiga e de baixo custo, na Região semiárida a prática é bastante comum, pois os agricultores sem condições financeiras para desenvolver uma agricultura irrigada cultivam nas vazantes para tirar o sustento da família e para alimentação do rebanho (Costa, 2013). Embora os solos das vazantes apresentem umidade e sejam bastante produtivos para a agricultura, também desempenham uma importante função ecológica, pois sustenta a mata ciliar, que precisa está conservada para o equilíbrio ambiental do corpo hídrico.

Os sistemas de informação geográfica (SIG) têm aplicações em praticamente todas as atividades humanas. Porém, para utilizar um SIG para levantamentos de informações geográficas: é necessário conhecimento em informática, banco de dados, cartografia, sensoriamento remoto, fotogrametria e geodésia, pois a partir do conhecimento é possível manipular dados geográficos a fim de produzir informações geográficas (Ferreira, 2006).

O sensoriamento remoto possibilita uma análise ambiental, uso e cobertura do solo e várias outras aplicações. No que se refere ao uso e cobertura do solo, o manual técnico do IBGE diz que:

> [...] O levantamento da Cobertura e do Uso da Terra indica a distribuição geográfica da tipologia de uso, identificada por meio de padrões homogêneos da cobertura terrestre. Envolve pesquisas de escritório e de campo, voltadas para a interpretação, análise e registro de observações da paisagem, concernentes aos tipos de uso e cobertura da terra, visando sua classificação e espacialização por meio de cartas. O levantamento sobre a Cobertura e o Uso da Terra comporta análises e mapeamentos e é de grande utilidade para o conhecimento atualizado das formas de uso e de ocupação do espaço, constituindo importante ferramenta de planejamento e de orientação à tomada de decisão (IBGE, 2013, p.36,37).

A técnica adotada para o mapa de uso e cobertura do solo foi uma classificação supervisionada. De acordo com Crosta (1999) para a classificação supervisionada, “o usuário identifica alguns dos pixels pertencentes às classes desejadas e deixa ao computador a tarefa de localizar todos os demais pixels pertencentes àquelas classes, baseado em alguma regra estatística pré-estabelecida”.

A classificação supervisionada segue um conjunto de treinamentos. O método adotado foi o do paralelepípedo, que considera uma área ao redor do conjunto de treinamento e tem a forma de um quadrado ou paralelepípedo, onde o pesquisador indica polígonos referentes a cada classe a ser processada no sistema de informação geográfica. Para esse tipo de classificação é necessário conhecer o setor de estudo, pois a partir de visitas *in loco* é definido as classes a serem classificadas (Crosta,1999).

As áreas de preservação permanente (APP) têm como finalidade proteger o ambiente correspondem a ambientes de significativa importância para a conservação e equilíbrio natural. O que significa que não são áreas adaptadas para alterações ou uso da terra, necessitando estar coberta pela vegetação original, pois as vegetações atenuam os processos erosivos, regularização dos fluxos hídricos e redução do assoreamento dos cursos de água (Rizzotto, 2011).

De acordo com a lei n°(12.727.12) do novo código florestal. As medidas do cumprimento das áreas de preservação permanente (APP) seguem as medidas dos corpos hídricos, sendo: “30 metros para os cursos d’água com menos de 10 metros de largura; 50 metros, para os cursos d’água que tenham de 10 a 50 metros de largura; 100 metros, para os cursos d’água que tenham de 50 a 200 metros de largura”...

Procedimentos Metodológicos

Os elementos metodológicos realizados no presente estudo pautaram-se em diferentes etapas as quais consistiram no levantamento bibliográfico referente a temáticas pertinentes ao objeto de estudo, visitas a campo e etapa de gabinete para a maturação de dados e informações que sucederam aos resultados obtidos.

A priori a análise bibliográfica, partiu do levantamento dos conceitos chaves da pesquisa, e consulta a legislação ambiental vigente, tendo como objetivo fundamentar o corpo teórico do trabalho e fomentar a identificação dos impactos ambientais projetados pelo cultivo agrícola em vazantes sobre a área de APP.

A etapa de campo tornou-se indispensável a este estudo, por meio desta, tornou-se possível reconhecimento da área de estudo, obter registro fotográfico, identificar as problemáticas ambientais da área, oriundas da atividade agrícola. Realizou-se também a coleta de pontos (coordenadas geográficas locais) para posterior mapeamento e espacialização dos fenômenos estudados, aliados a ficha de campo para registro das observações. A etapa de gabinete restringiu-se à tabulação de dados coletados em campo, escrita e a fundamentação dos resultados para discussões, junto a elaboração geocartográfica. A tabela 01 apresenta de forma sintetizada os produtos utilizados.

Tabela 1 – Recursos usados como instrumentos aplicados à operacionalização da pesquisa

Imagens de Satélites usadas:	**Google satélite** ***CBERS 4 A* sensor WPM**
Projeção: **Datum:**	**Plana** **SIRGAS 2000**
Software:	**QGIS (3.28)**
***Software* Auxiliares:**	***Google Earth Pro*; GPS *Garmin etrex* 10 móvel;**
Mapa de Localização	***Escala de representação: 1: 75.0000***
Mapa de Uso agrícola	***Escala de trabalho:1:2.0000*** ***Escala de representação: 1:10.000***

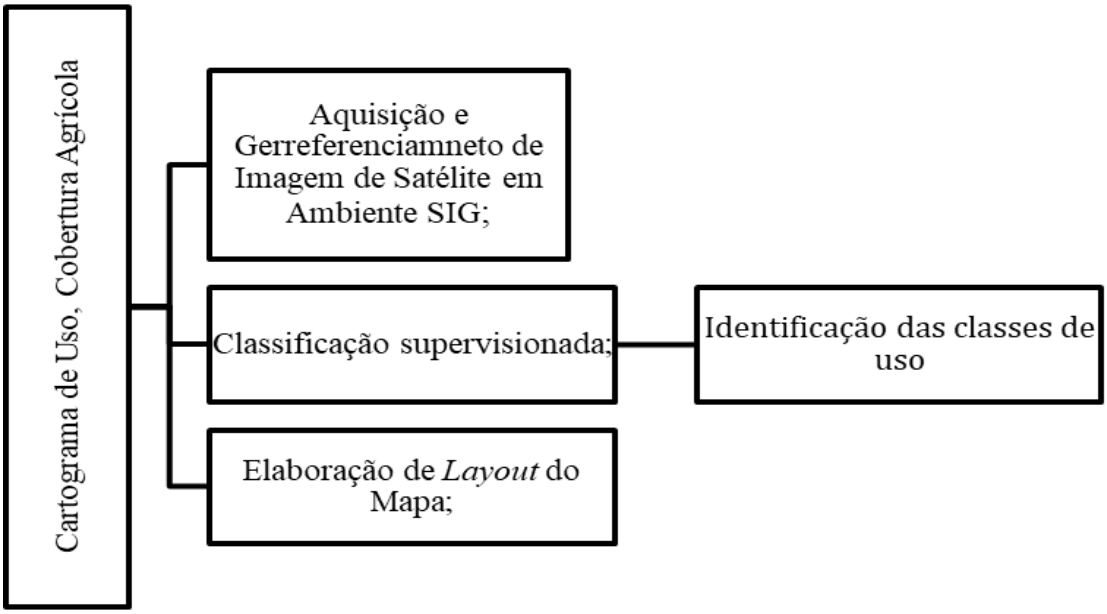
Fonte: Autores, 2023

Elaboração do Cartograma de Uso agrícola:

O levantamento das classes de uso, cobertura e ocupação do solo, decorreu do emprego das técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto em ambiente *SIG*, onde adotou-se como metodologia para definição das tipologias de uso, a classificação supervisionada. A classificação supervisionada corresponde, segundo Andrade et al (2019) a procedimentos utilizados com maior frequência para análise quantitativa de dados de imagens de sensoriamento remoto.

Este processo envolve o uso de algoritmos para nomear os pixels em uma imagem de forma a representar tipos específicos de cobertura terrestre, a classificação trata-se de uma tarefa destinada à identificação de classes a qual um determinado objeto pertence, é baseada na identificação de diferentes classes com comportamentos espectrais diferentes, onde adotam-se algoritmos de classificação para assim realizar a extração de feições de interesse em um espaço multidimensional (Santos, et al., 2019). A seguir a figura 2 apresenta as principais etapas percorridas durante o mapeamento de uso, cobertura e ocupação do baixo curso do Rio Sitiá.

Figura 2: Fluxograma das Etapas percorridas na elaboração do Cartograma de Uso, Cobertura e Ocupação do Baixo curso do rio Sitiá - Banabuiú -CE



Resultados e discussões

A ocupação das áreas de vazante para a efetivação do cultivo agrícola sejam nas margens de açudes, barragens, lagoas ou mesmo leitos de rios, como se sucede sobre o Rio Sitiá, tornaram-se ao longo dos anos uma prática comum, sobretudo em áreas rurais do Semiárido nordestino, haja vista a necessidade do pequeno produtor de conviver com os severos períodos de estiagem que se propagam no decorrer do ano.

Em campo pôde-se observar que a ocupação agrícola em vazantes chega sobre o cotidiano produtivo como uma maneira eficaz de promover a técnica de irrigação de uma forma simples e barata, sendo uma alternativa vista pelo produtor como viável, pois envolve técnicas simples de manejo e baixo custo de manutenção.

É notório o potencial que a ocupação das áreas de vazante promovem para o cultivo agrícola diverso, sendo na atualidade previsto e liberado em lei (Lei Nº 12.6510) entretanto, apresentando restrições para sua efetivação, uma vez que, a produção agrícola em seus mais distintos sistemas produtivos equivale a uma das atividades socioeconômicas que mais carecem deter uso de recursos naturais como os solos e a água para garantir sua manutenção e desenvolvimento sadio.

Contudo, por intermédio do trabalho de campo constatou-se a ocupação agrícola efetuada no baixo curso do Rio Sitiá, a qual enquadra-se dentro da legislação brasileira como

área de preservação permanente, não estabelecem condições de produção aliada aos preceitos sustentáveis, se desenvolvendo ao passo que a vegetação nativa é retirada na área.

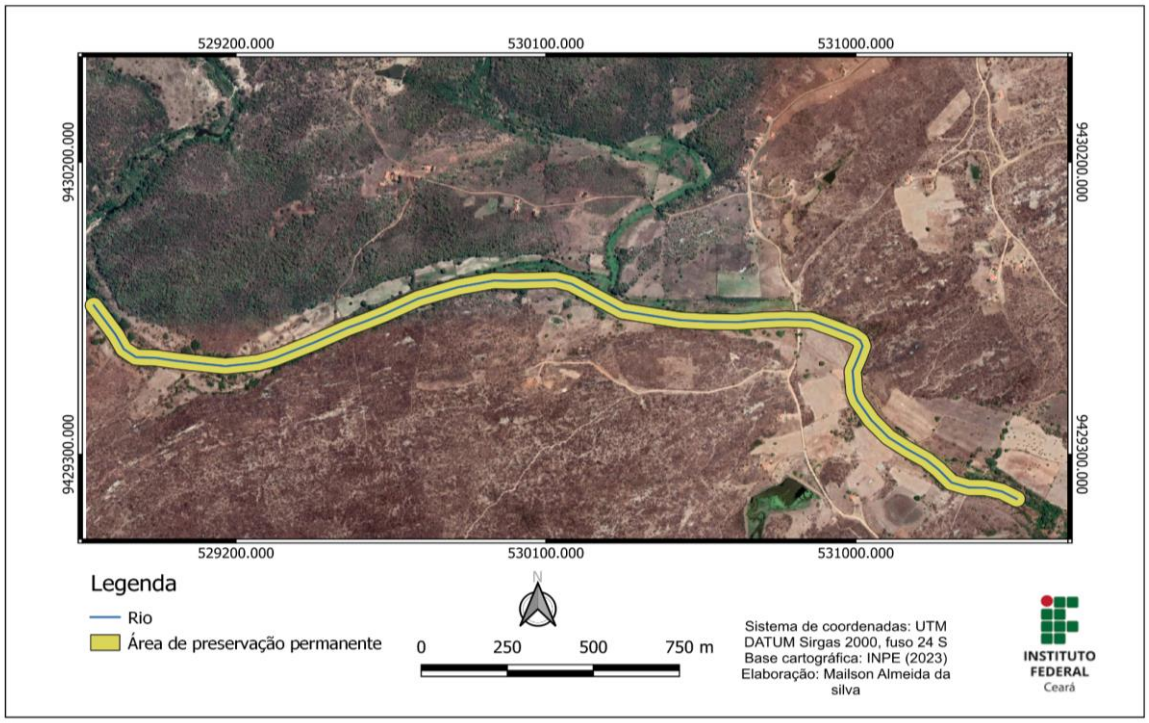
Como é sabido, a mata ciliar tem como função proteger os corpos hídricos de processos prejudiciais, funcionando como “cílios”. com a retirada da vegetação nativa, esses locais passam a estar cada vez mais propícios a desenvolvimento e/ou ampliação de ações de assoreamento, erosão/escoamento superficial, alteração na qualidade d'água e desequilíbrio ecológico (Pinheiro, 2022).

A supressão da mata ciliar no setor em estudo evidencia uma alteração nas condições ambientais, pois o uso intenso do solo para atividade agrícola deixa o ambiente vulnerável, potencializando a ação erosiva que repercute no assoreamento, na qualidade d’água e no fluxo de sedimentos. A resolução 001/86 do Conselho nacional do meio ambiente (CONAMA) define impacto ambiental como:

> Art. 1° Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986, p.1).

O setor em estudo tem sua área de preservação permanente (APP) determinada em 50 metros, pois a largura do curso do Rio está entre 10 e 50 metros (Figura 2). A delimitação segue o código florestal de 2012.

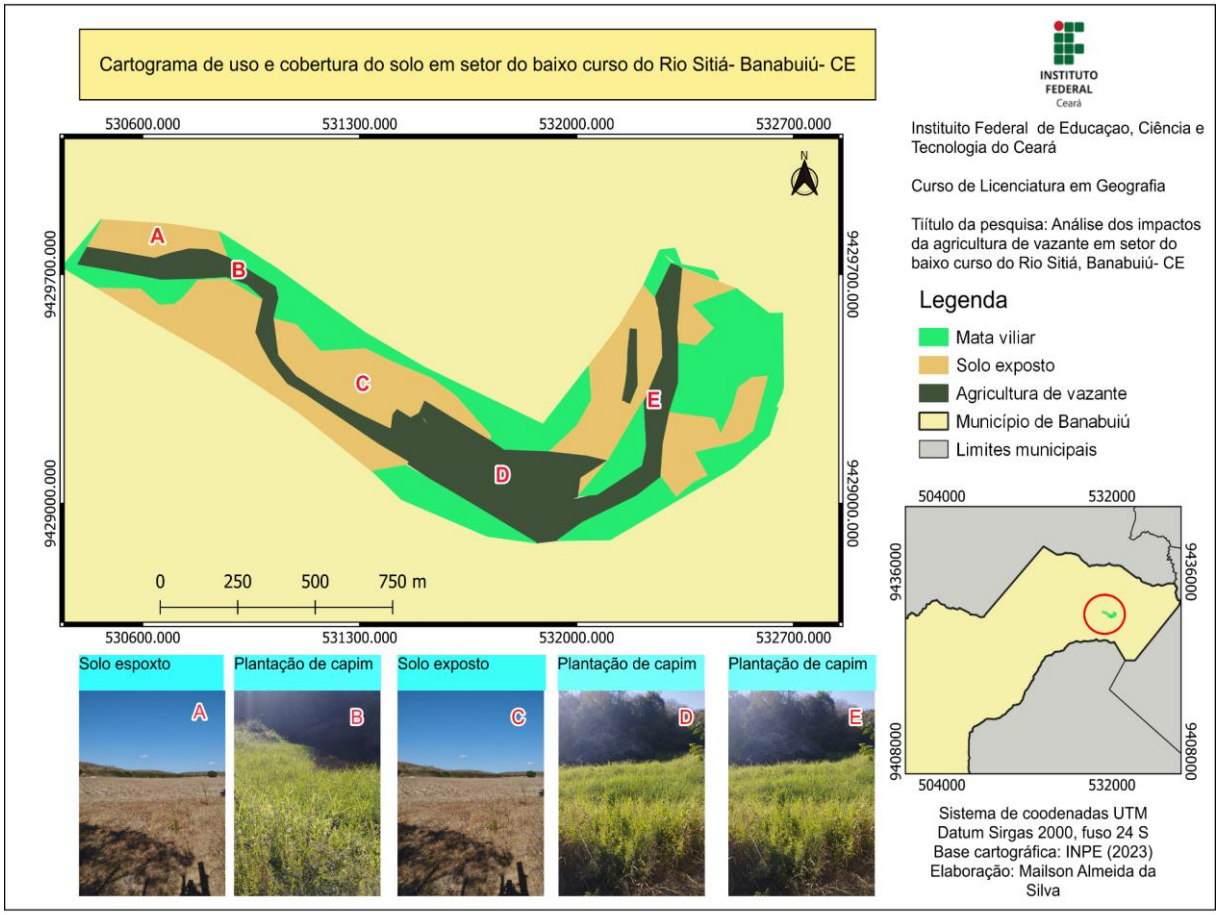
Figura 2: Delimitação da área de preservação permanente (APP)



Fonte: Os autores (2023)

Os impactos ambientais levantados ao longo da pesquisa evidenciam uma alteração na qualidade dos recursos naturais. Através da classificação supervisionada obteve-se resultados referentes ao uso e cobertura do solo no setor em estudo. Um dos principais impactos ambientais levantados pela classificação foi a alta exposição do solo na APP, que ocorre pela supressão da mata ciliar em decorrência da prática agrícola (Figura 3).

Figura 3: Cartograma do uso e cobertura do solo no setor do baixo do Rio Sitiá



Fonte: Os autores (2023)

O cartograma apresenta os usos e cobertura do solo no setor em estudo. No decorrer do estudo foram visitados alguns pontos conforme está indicado na figura 3, que retratam a intensa utilização da área de preservação permanente (APP) do Rio Sitiá pela agricultura de Vazante. Os usos do solo levantados pela classificação evidenciam os impactos na qualidade ambiente, pois há uma vasta área de solo exposto setor em estudo, que resulta da remoção da mata ciliar.

No ponto A e C observa-se o solo exposto, pois são áreas de plantio agrícola, embora esteja sem nenhuma plantação no momento do trabalho de campo, os solos expostos indicam a degradação ambiental provocada pela ação antrópica.

Nos pontos B,D e E observa-se plantações de capim, uma mesma espécie foi observada nos diferentes pontos visitados no trabalho de campo. As plantações de capim são feitas pelos agricultores no decorrer do período seco para a alimentação animal, que destaca o aspecto socioeconômico da agricultura de vazante. No entanto, a atividade agrícola não ocorre de forma sustentável, pois há alterações na qualidade do ambiente, em razão da remoção da mata ciliar e da ocupação do leito do Rio pelas plantações.

Figura 4: Plantação ocupando o leito do Rio

Fonte: Os autores (2023)

Durante as visitas *in loco* observou-se que as plantações ocupam a maior parte do leito. Por ser um Rio intermitente durante alguns meses do ano com baixa de sua vazão, as plantações passam a ocupar a maior parte de seu leito, pois a medida em que o Rio baixa seu nível freático as margens são expostas o que prejudica manutenção das plantações na área de várzea. Desse modo, o plantio passa a ocorrer no próprio leito, onde há água suficiente para a produção agrícola.

As plantações que ocupam o leito do Rio são espécies forrageiras, que são utilizadas para a alimentação de animais. Conquanto, as plantações ocasionam uma alteração na dinâmica fluvial, impactam na granulometria e fluxo de sedimentos e contribui para alterações nas propriedades físicas do corpo hídrico.

Considerações Finais

Por meio desta pesquisa foi possível efetivar uma análise dos impactos ambientais oriundos da agricultura de vazante efetuada sobre o baixo curso do Rio Sitiá, constatou-se que os principais impactos ocasionados no setor de estudo são a supressão da mata ciliar e

a ocupação do leito por plantações agrícolas. Apesar de sua relevância socioeconômica para o produtor local, é perceptível que o cultivo existente auxilia diretamente para o comprometimento da resiliência ambiental do Rio.

A produção agrícola de vazante de acordo com o novo código florestal consiste em prática lícita de ser efetivada sobre APP, pois a prática é permitida pela legislação ambiental, desde de não haja a supressão da vegetação ciliar e alteração na qualidade do ambiente. No entanto, no setor estudado foram levantados alguns impactos ambientais que estão desacordo com a legislação ambiental.

A retirada da vegetação ciliar e as plantações ocupando o leito do Rio Sitiá impactam na qualidade do ambiente. Mediante o cenário de degradação ambiental algumas ações mitigadoras são necessárias para atenuar tais problemáticas. Tendo em vista que a agricultura de vazante é uma alternativa de se produzir no período seco, é importante que o poder público propunha e fomente projetos alternativos para a redução dos impactos, subsidiar projetos alternativos, uma possibilidade é investir em técnicas de irrigação, financiar os equipamentos necessários e dar assistência profissional para que os agricultores possam desenvolver um cultivo em consonância com as fragilidades do ambiente.

Referências

ANDRADE, B. S.; MELO, M. R. S.; SILVA, M. H. S. Geoprocessamento aplicado a análise da cobertura e uso da terra na área de proteção ambiental dos mananciais do córrego lajedo, Campo Grande - MS. **Sociedade e Território**. Natal, 2019. Vol. 31, N. 1, p. 200–221.

ARAÚJO, F. P. Agricultura de vazante: uma opção de cultivo para o período seco. **Cadernos do Semiárido: Riquezas & Oportunidades**, Petrolina- PE, v.11, n. 11, p. 35-39, mai./jun., 2017. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1098732. Acesso em: 9 ago. 2023

BINDA, A. L.; FERNANDEZ, O. V. Q. Morfologia de leito e processos erosivos deposicionais em áreas afetadas por acumulações de detritos lenhosos: rio Guabiroba, Guarapuava/PR. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 12, n. 2, p. 35-39, 2011.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=281615&view=detalhes Acesso em: 28 abr. 2023.

BRASIL. Lei 4771/1965. **Código Florestal Brasileiro**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/L4771.htm. Acesso em : 15 mai. 2023.

CEARÁ. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. **Perfil Básico Municipal de Banabuiú**. 2017. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2017/. Acesso em: 10 ago. 2023.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 001/1986 - Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambienta**l. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/atos-normativos-sistema. Acesso em: 10 mai. 2023.

COSTA, E. J. B. et al. **Propriedades físico-hídricas de solo e rendimento de sorgo em cultivo de vazante**. 2013. 6 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Serra Talhada, 2013.

CROSTA, Alvaro Penteado. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. UNICAMP/Instituto de Geociências, 1999.

FERREIRA, Nilson Clementino. **Apostila de sistema de informações geográficas**. Goiânia: Centro Federal de Educação Tecnológica de Goiás, 2006.

GURGEL, Maria Lúcia de Souza Moreira. Agricultura de vazante no semiárido: um intento de revisão bibliográfica**. Revista Encontros Universitários da UFC**, v. 6, n. 9, 2021.

PINHEIRO, Claudio Urbano B.; DE SOUZA, Miqueias Oliveira. Sustentabilidade do uso de espécies vegetais ciliares em construções rurais na região da Baixada Maranhense. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 03, p. 1289-1307, 2022.

RIZZOTTO, Douglas et al. **Uso e ocupação do solo na área de preservação da microbacia do Rio Tigre Município de Verê-PR**. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 18., 2009, Campo Grande. Anais… Campo Grande: 2009 p. 1-18.

SANTOS, A. S. R. M. Et al. MÉTODOS DE CLASSIFICAÇÃO SUPERVISIONADA APLICADOS NO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NO MUNICÍPIO DE PRESIDENTE MÉDICE – RO. **Revista: Biodiversidade** - V.18, N1, 2019 - pág. 150

Dinâmica espaço-temporal de áreas úmidas artificiais na costa semiárida do Rio Grande do Norte, Brasil

Space-time dynamics of artificial wetlands on the semiarid coast of Rio Grande do Norte, Brazil

Denise Santos Saldanha
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0000-0003-0259-3228
denisesaldanha.lama@gmail.com

Yuri Gomes de Souza
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0000-0002-4198-0004
yurigomes.s28@gmail.com

Anderson Álefe Rodrigues de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0000-0002-4445-1167
anderson_alefi@hotmail.com

Deise Santos Saldanha
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0009-0009-9051-7305
deiseesaldanha@gmail.com

Diógenes Félix da Silva Costa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0000-0002-4210-7805
diogenes.costa@ufrn.br

Resumo: Esta pesquisa teve como objetivo identificar a dinâmica espaço-temporal da ocorrência de ecossistemas de salinas solares e carcinicultura no litoral semiárido do Rio Grande do Norte. Para isso, foi realizado o mapeamento dos referidos empreendimentos com base na utilização de ferramentas de Sistemas de Informações Geográficos (SIG), imagens de satélite e fotografias aéreas. Os resultados encontrados a respeito da variação dessas áreas úmidas artificiais consideram os anos de 1968, 2000, 2009 e 2019, nos quais se percebeu a ocorrência de um expressivo aumento das salinas solares e da carcinicultura a partir do ano de 1970, mediante as condições ambientais e naturais favoráveis. Deste modo, dada a importância social e econômica das AUs artificiais na área de estudo, torna-se importante espacializar e discutir os avanços dessas atividades em escala local e/ou regional.

Palavras-chave: Análise multitemporal. Ecossistemas artificiais. Costa setentrional. Piranhas-Açu (RN).

Abstract: This research aimed to identify the space-time dynamics of the occurrence of solar saline ecosystems and shrimp farming on the semi-arid coast of Rio Grande do Norte. In that regard, the mapping of the referred undertakings was accomplished using Geographic Information Systems (GIS) tools, satellite images and aerial photographs. The observed results concerning the variation of these artificial wetlands consider the years 1968, 2000, 2009 and 2019, in which there was a significant increase in solar salines and shrimp farming from the year 1970, due to favorable environmental and natural conditions. Thus, given the social and economic importance of artificial wetlands in the study area, it becomes important to spatialize and discuss the advances of these activities on a local and/or regional scale.

Keywords: Multitemporal analysis. Artificial ecosystems. North coast. Piranhas-Açu (RN).

Introdução

A combinação da geomorfologia com os fluxos hidrodinâmicos das marés e das águas continentais formam ecossistemas diferenciados e complexos: as áreas úmidas costeiras. Como são marcados pela influência da salinidade, esses ambientes apresentam uma concentração variada ao longo do gradiente longitudinal, podendo atingir níveis superiores à $40g/L^{-1}$, os chamados ecossistemas hipersalinos. Com ampla ocorrência em regiões de climas áridos e semiáridos de todo o mundo, esses são caracterizados pela elevada temperatura, alta evaporação, baixo índice pluviométrico, reduzida vazão dos rios, período de seca anual, e pelo consequente processo pedogenético de salinização, gleização, sulfidização e bioturbação dos solos (ALBUQUERQUE *et al*., 2014; QIAO *et al*., 2018; TWEEDLEY *et al*., 2019).

Essa influência ambiental torna essas áreas ainda mais severas, formando extensas planícies de maré com alta concentração salina e uma complexa configuração de organismos halófilos. Como consequência, apesar desses setores limitarem a ocorrência e diversidade de muitas espécies da fauna e flora costeira, mesmo em cenários de mudanças climáticas e consequente aumento da salinização, eles propiciam o amplo desenvolvimento de atividades produtivas, como são os casos da salinicultura e da carcinicultura, que formam bases da economia costeira de muitos países como o Brasil (COSTA *et al*., 2015; CAMARA, 2020; ABELHO; RIBEIRO; MOREIRA-SANTOS, 2021).

Em virtude das condições geográficas encontradas na costa semiárida brasileira, a instalação de diversos tanques de criação de camarão e de extensos parques salineiros se deu de forma acentuada desde a década de 1970. Na porção setentrional do estado do Rio Grande do Norte, esses conglomerados industriais representam 97% da produção nacional de sal marinho e 34,8% de camarão (COSTA *et al*., 2014; CAMARA, 2020; CNA, 2021; SOARES *et al*., 2021).

Embora esses ecossistemas sejam dinâmicos e complexos, sobretudo pela rapidez de suas ocupações em grandes extensões, pesquisas recentes sugerem o sensoriamento remoto como uma tecnologia acessível para espacializar e quantificar o processo histórico de uso e cobertura da terra em regiões costeiras (TENÓRIO *et al*., 2015; XIA *et al*., 2020; DINIZ *et al*., 2021).

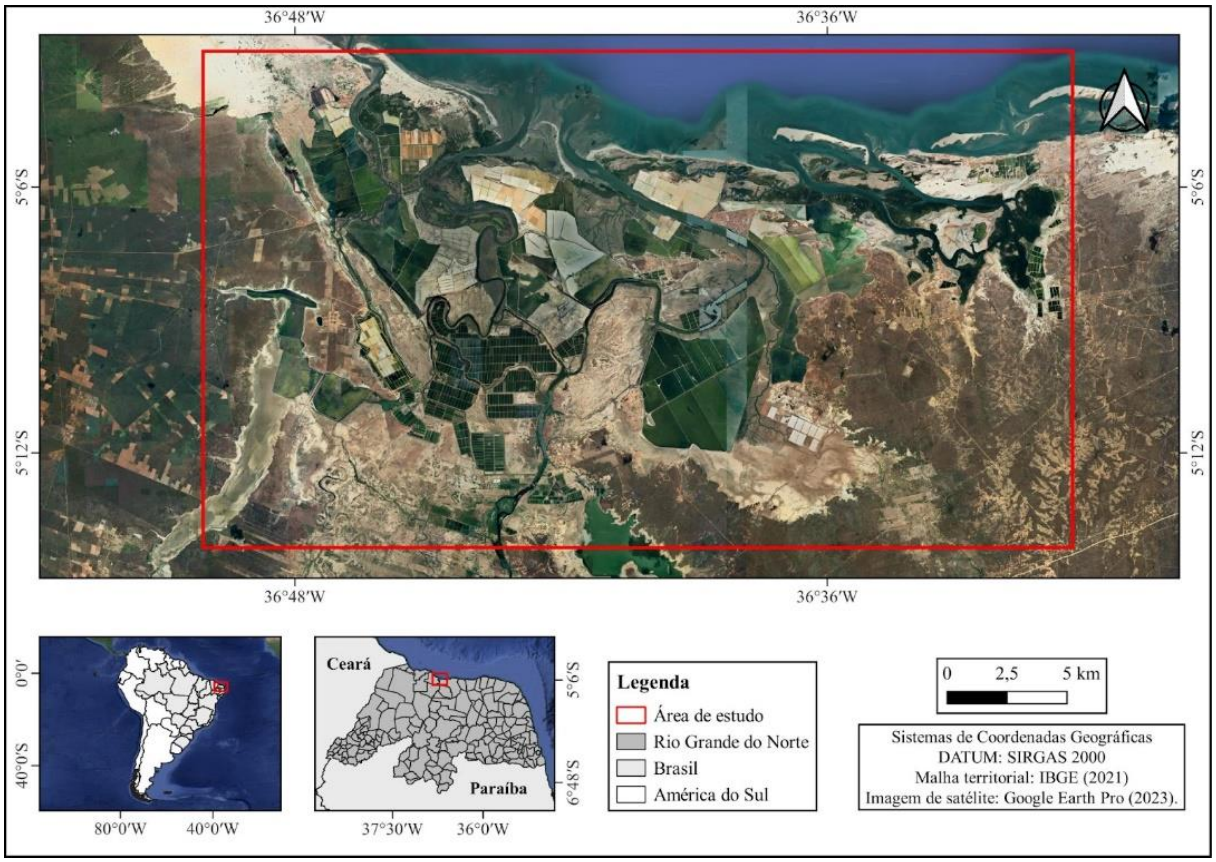
Assim, observando que a paisagem da área de estudo tenha sido modificada de maneira substantiva nas últimas décadas (COSTA *et al*., 2013; SALDANHA; COSTA, 2019), a presente pesquisa objetivou identificar espaço-temporalmente a ocorrência de ecossistemas de salina solares e carcinicultura no litoral semiárido do Rio Grande do Norte.

Metodologia

Área de estudo

Considerando a extensão do litoral semiárido do Brasil entre as costas dos estados do Maranhão ao Rio Grande do Norte (SOARES *et al.*, 2021), esta pesquisa teve como área de estudo a região estuarina do Rio Piranhas-Açu, inserida na porção setentrional do estado do Rio Grande do Norte, entre os municípios de Macau, Porto do Mangue, Carnaubais e Pendências (Figura 1). Esta região é constituída por terrenos baixos e planos, geomorfologicamente chamada planície fluviomarinha, com cotas que variam entre 0 e 10 m de altitude, recortada pelos canais de maré, na qual os ecossistemas são modelados pelas ações constantes do meio físico (clima, variações no nível do mar, regime de maré, ventos, entre outros) e das atividades humanas (BARBOSA *et al*., 2018).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Autores (2023).

Procedimentos metodológicos

A pesquisa foi desenvolvida a partir do levantamento bibliográfico e cartográfico, através de dissertações e teses, oriundas dos programas de pós-graduação, artigos e livros retirados de periódicos nacionais e internacionais. Posteriormente, foi realizado o

mapeamento multitemporal das áreas úmidas artificiais (salinas solares e carcinicultura) considerando a disponibilidade de dados, na qual foram escolhidas fotografias aéreas e imagens aptas para o período de 1968, 2000, 2009 e 2019.

Desse modo, foi realizado o mapeamento por meio do método da vetorização manual, com auxílio do software QGIS 3.22 Białowieża (QGIS TEAM, 2023). Foram utilizados os seguintes produtos de sensoriamento remoto: 1) fotografia aérea (vôo 02 FAB/1968, DSG, 87 RN, Escala - 1:70.000; 2) imagem RGB IKONOS, de resolução espacial de 1,0 m (2000); 3) imagem CBERS 2B/sensor HRC, com resolução espacial de 2,7 m (2009), e 4) CBERS 4, com resolução espacial de 5,0 m (2019). Justifica-se que a escolha das imagens de satélites não seguiu sensores contínuos (resoluções espaciais idênticas) devido a disponibilidade dos mesmos para a área de estudo, optando-se por utilizar recursos em melhores condições para a identificação das feições terrestres.

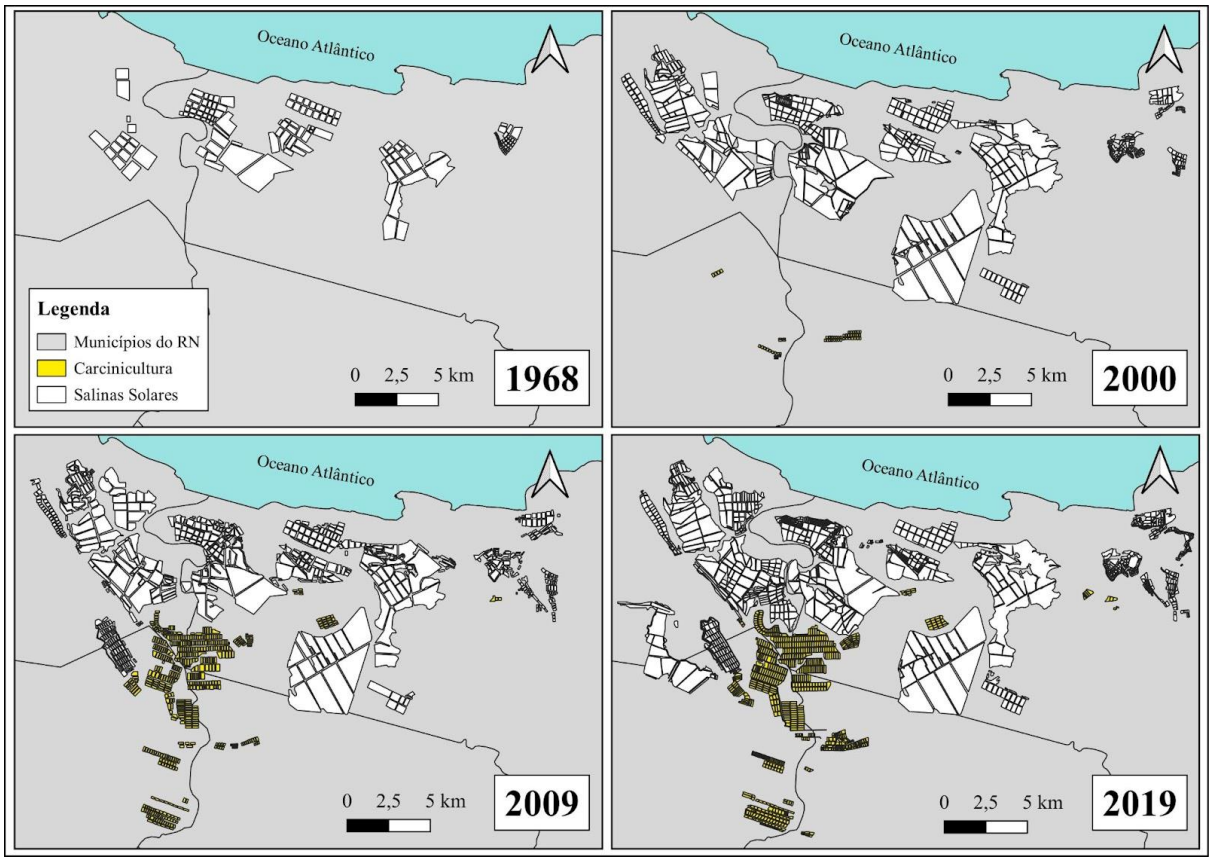
Em seguida, em um banco de dados integrado a um Sistema de Informações Geográficas (SIG), as imagens foram georreferenciadas com o auxílio de uma série de pontos coletados *in situ* a partir de um aparelho receptor de sinais GNSS – *Global Navigation Satellite System*, em código C.A. O mapeamento ocorreu por meio da criação de polígonos, dividindo a imagem em objetos homogêneos, um procedimento bastante utilizado para delinear classes de uso e cobertura da terra (PONZONI; SHIMABUKURO; KUPLICH, 2012).

Resultados e Discussões

As AUs artificiais, presentes na área de estudo, foram construídas predominantemente nas zonas de planície de maré argilosa e hipersalina, tendo sua existência condicionada pelo conjunto de fatores ambientais da região, tais o como clima, relevo, solo e facilidade de captação de água a partir dos canais de maré (COSTA *et al*., 2014).

Em se tratando das salinas solares, para o ano de 1968, identificou-se um total de 3.600 ha, em 2000 e 2009, 9.400 ha, e em 2019, uma extensão de 12.000 ha. Quanto à carcinicultura, observou-se que, apesar da sua ausência em 1968, as imagens orbitais indicaram a ocorrência nos anos 2000 de apenas 100 ha, enquanto que em 2009 e 2019, respectivamente, foi de 1.400 ha e 2.100 ha (Tabela 1; Figura 2).

Figura 2 – Áreas úmidas artificiais no complexo estuarino do rio Piranhas-Açu (RN).



Fonte: Autores (2023).

Tabela 1 – Área total ocupada pelas áreas úmidas artificiais no complexo estuarino do rio Piranhas-Açu (RN).

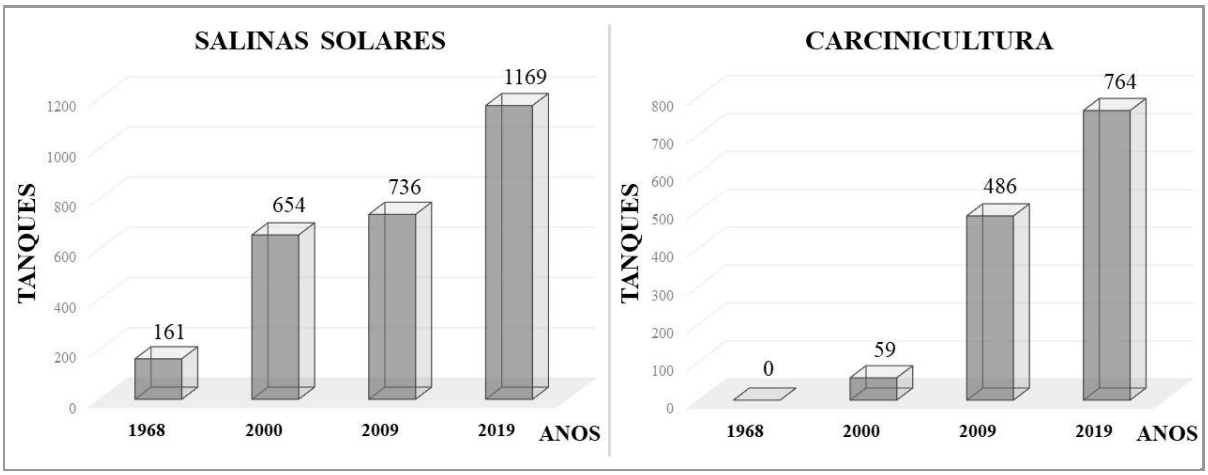
AUs Artificiais	1968	2000	2009	2019
Hectares - ha				
Salinas Solares	3.600	9.400	9.400	12.000
Carcinicultura	Não identificado	100	1.400	2.100

Fonte: Autores (2023).

Enfatiza-se, portanto, que em 2019, os ecossistemas artificiais possuem uma ocupação de mais de 60% da paisagem hipersalina do complexo estuarino. O quantitativo numérico, entre evaporadores e cristalizadores das salinas, representou, em 1968, 2000, 2009 e 2019, 161, 654, 736 e 1169, respectivamente. Já a carcinicultura, por outro lado, em 2000, 2009 e 2019 esteve com apenas 59, 486 e 764 tanques, respectivamente (Figura 3). Esses dados demonstraram que o avanço da produção salineira foi mais acentuado, ao longo

dos últimos 50 anos, embora a carcinicultura tenha indicado um papel relevante na ocupação desta área.

Figura 3 – Total de tanques das salinas solares e carcinicultura.



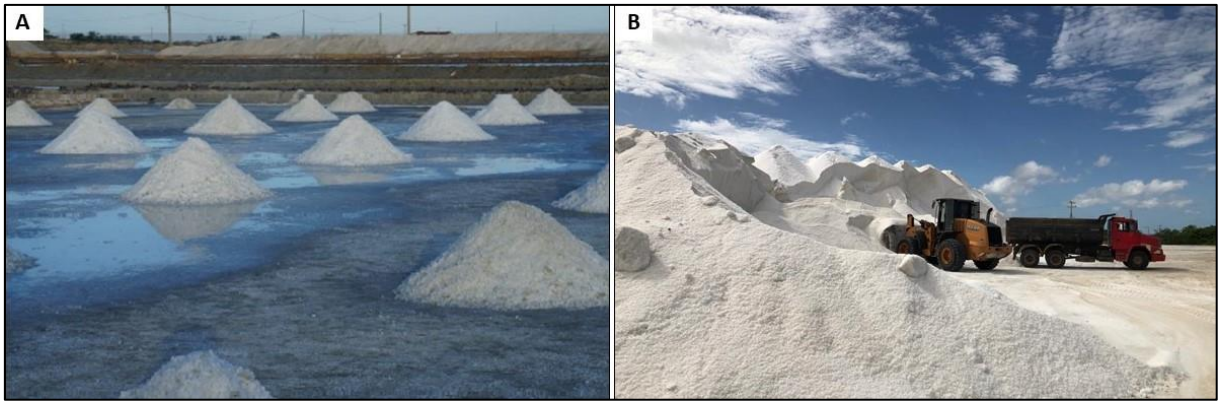
Fonte: Autores (2023).

No Brasil, especialmente em suas regiões semiáridas, o desenvolvimento de atividades como a exploração de sal marinho e práticas de criação de camarão em viveiros, têm assumido destaque na paisagem. Esse favorecimento se deve a, também, condicionantes ambientais que influenciam a região, como a forte insolação anual, os baixos índices pluviométricos, a proximidade a canais de maré e estuarinos, aos altos níveis de salinidade, e a presença de solos hidromórficos e argilosos - possibilitando uma maior impermeabilização do terreno para estas práticas (COSTA, 2010; COSTA *et al*., 2015).

No Rio Grande do Norte, a extração do sal marinho iniciou no século XVI, nas desembocaduras do rio Piranhas-Açu e do Apodi-Mossoró (CASCUDO, 1984; TRINDADE, 2010). De acordo com Costa *et al*. (2013), a partir da metade do século XIX, as salinas solares passaram por um período histórico no estado potiguar, a partir do processo de industrialização e do consequente desenvolvimento do seu polo salineiro. Essa atividade produtiva, por sua vez, tem ocorrido em duas modalidades principais: artesanal e mecanizada.

A produção de maneira artesanal acontece de forma manual, pois são salinas de pequeno e médio porte, divididas entre 10 e 20 tanques, produzindo cerca de 200 a 20.000 toneladas por ano, utilizando ferramentas rústicas como pá, carro de mão e catavento. Por outro lado, as salinas mecanizadas utilizam um maquinário industrial, que possibilita a produção de cerca de 150.000 toneladas por ano, oferecendo uma maior demanda na extração do sal marinho devido aos equipamentos utilizados como tratores, caminhões, esteiras, entre outros (COSTA *et al*., 2013) (Figura 4).

Figura 4 – Modelos de produção de sal: A - Salinas artesanais; B - Salinas mecanizadas.



Fonte: A - Silva (2021, p. 57), B - acervo da pesquisa.

Atualmente, existem apenas dois polos salineiros artesanais no litoral do estado, o do Córrego e do Boi Morto, ambas situadas no município de Grossos/RN, sendo os últimos polos artesanais em todo o Brasil (COSTA *et al*., 2013; SILVA, 2018). A partir do exposto, entre os anos de 1930 e 1960 houve a inserção de muitas salinas mecanizadas neste litoral, modernizando as etapas de produção, e chegando a atingir um crescimento elevado desse recurso, que nos dias de hoje são responsáveis por cerca de 97% da produção de sal de todo o país (ANDRADE, 1995; COSTA *et al*., 2014).

Além do processo de industrialização, com a substituição das salinas artesanais para as mecanizadas, um dos fatores que contribuiu para a produção elevada durante esse período foram as chuvas abaixo da média na região (DINIZ, 2013). Esse autor também destaca que as salinas norte-rio-grandenses contribuíram com mais de um milhão de toneladas de sal no ano de 1970, atingindo um novo patamar no país, e fazendo com que o Brasil ficasse ainda mais em evidência nesse setor econômico, como por exemplo, na atração de capital externo, empresários e aumento na oferta de empregos locais.

Quanto à carcinicultura, pode-se constatar que é uma atividade que vem ganhando bastante notoriedade, a partir dos seus diversos tanques na planície fluviomarinha. No território brasileiro, esta AU artificial é regulamentada pela resolução n° 312/12 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), que possibilita o funcionamento, de forma legal, do ecossistema, assegurando sua manutenção e desenvolvimento (RIBEIRO *et al*., 2014).

Implantada na década de 1970, a carcinicultura tem sido considerada uma atividade altamente lucrativa, colocando, nos dias de hoje, o Brasil dentro do ranking dos 10 maiores produtores de camarão do mundo (TAHIM; ARAÚJO JÚNIOR, 2014). De acordo com a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), o país ocupa a 4° posição em relação aos países que apresentam o maior crescimento em termos de aquicultura, sendo essa responsável por grande parte deste avanço (SILVA *et al*., 2012).

Segundo Tahim e Araújo Júnior (2014), o maior polo está inserido no Nordeste, representando 95% de toda produção nacional. Em especial, os estados do Ceará e do Rio Grande do Norte, possuem, entre outros fatores, a sua extensa faixa litorânea, as condições climáticas (altas temperaturas, baixa precipitação, ação do vento), a hidrografia (presença de muitos estuários) e a topografia (extensas planícies costeiras), como um dos principais responsáveis por esta vasta produção (BOYD *et al*., 2006, CAVALCANTE, 2012).

No Rio Grande do Norte a produção é de 34,8%, apontado junto com o estado do Ceará, responsável por 33,2%, como os maiores produtores nacionais (VIDAL, 2022). A atividade despertou interesse de pequenos e médios produtores que consideravam o estado potiguar uma área com forte potencial lucrativo, principalmente, depois da criação do “Projeto Camarão” implantado pelo governo estadual na década de 1970, que buscava incentivar a produção do crustáceo na região (CAVALCANTE, 2012).

Conforme os dados disponibilizados pela Associação Norte-rio-grandense de Criadores de Camarão – ANCC, o estado possui 480 fazendas, distribuídas em uma área total de 7.000 hectares. O complexo estuarino do rio Piranhas-Açu, como citado anteriormente, apresenta 2.100 hectares, na qual pode-se constatar um aumento relevante desde o início da construção dos primeiros tanques (Figura 5).

Figura 5 – Distribuição de tanques de carcinicultura na área de estudo.

Fonte: acervo da pesquisa.

Evidencia-se que muitos estudos vêm sendo realizados nos ecossistemas artificiais, visto que, são áreas que desempenham um papel importante no âmbito econômico, social e natural. As salinas solares, por exemplo, é uma das atividades que assume um caráter sustentável em sua produção, atrelado ao fato de utilizar matéria prima 100% renovável, como a água do estuário e a energia solar para evaporação da água, além de abrigo para diversas espécies (KOROVESSIS; LEKAS, 2009; OREN, 2009; RAHAMAN *et al*., 2009; COSTA *et al*., 2014), como a artêmia, que além de ser responsável pela filtração da salmoura nos evaporadores, tem sido considerada um gênero de suporte à carcinicultura, para a alimentação do camarão (COSTA, 2013; CAMARA, 2020).

No entanto, como são atividades desenvolvidas sobretudo na planície fluviomarinha, é necessário a elaboração de pesquisas voltadas para a análise dos avanços destes ecossistemas, uma vez que, são ambientes que vem aumentando o seu nível de ocupação, podendo comprometer, muitas vezes, as AUs naturais presentes no seu entorno e a oferta de serviços ecossistêmicos.

Em se tratando das conversões, o trabalho de Saldanha (2020), neste sistema estuarino, demonstra que os ecossistemas naturais (estuário, mangue, apicum e lagoas) ocupam apenas 33% da área, enquanto que os artificiais (salinas e carcinicultura) representam 67% da extensão. No Apodi-Mossoró, estuário localizado na porção oeste desta zona costeira, Silva (2021) verifica que os ecossistemas naturais (estuário, lagoa, laguna, manguezal e campo salino) ocupam 36,2% e os artificiais (salinas e carcinicultura) 63,9%. No estuário Galinhos-Guamaré, por outro lado, Costa et al. (2022) apontam que os ecossistemas naturais se sobrepõem aos artificiais, representando um percentual de 56,4% e 43,6%, respectivamente.

Considerações Finais

Existem diversas metodologias empregadas para o estudo da paisagem. O mapeamento, através do uso de geotecnologias, mostrou ser uma ferramenta bastante eficaz na construção dos resultados. O uso e cobertura da terra, representado pelo avanço das áreas úmidas artificiais (salinas solares e carcinicultura) ao longo de 50 anos, demostrou que as condições ambientais têm favorecido o pleno desenvolvimento de atividades produtivas essenciais para a economia local.

Acredita-se que os resultados da pesquisa possam servir de subsídio para futuros estudos na área, além de permitir auxiliar gestores locais na construção de planos de manejo e atividades de monitoramento das condições ecossistêmicas nas próximas décadas. Dessa forma, algumas reflexões podem ser sugeridas: Quanto de área os ecossistemas artificias possuirão nas próximas décadas? A oferta de serviços ecossistêmicos tem sido sustentável?

Em que medida essas atividades econômicas interferem na comunidade local? Esses questionamentos podem ajudar no monitoramento das condições atuais e futuras dessa zona produtiva.

Agradecimentos

Os autores agradecem o auxílio acadêmico do grupo de pesquisa em Biogeografia de Ecossistemas Tropicas (TRÓPIKOS), ao programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGE/UFRN e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES (Código de Financiamento 001), a partir da concessão de bolsa de pesquisa/Doutorado para o primeiro e segundo autor.

Referências

ABELHO, M.; RIBEIRO, R.; MOREIRA-SANTOS, M. Salinity affects freshwater invertebrate traits and litter decomposition. **Diversity**, v. 13, n. 11, 599p, 2021.

ALBUQUERQUE, A.G.B.M.; FERREIRA, T.O.; CABRAL, R.L.; NÓBREGA, G.N.; ROMERO, R.E.; MEIRELES, A.J.A.; OTERO, X.L. Hypersaline tidal flats (apicum ecosystems): the weak link in the tropical wetlands chain. **Environmental Reviews**, v. 22, n. 2, p. 99–109, 2014.

ANDRADE, M.C. **O território do sal:** a exploração do sal marinho e a produção do espaço geográfico no Rio Grande do Norte. Natal: UFRN/CCHLA, Editora Universitária, p.73, 1995.

BOYD, C.E.; JORY, D.E.; CHAMBERLAIN, G.W. **Operating Procedures for Shrimp Farming**. St. Louis: Global Aquaculture Alliance, 2006. 169p.

CAMARA, M. R. After the gold rush: A review of Artemia cyst production in northeastern Brazil. **Aquaculture Reports**, v. 17, n. 100359, p. 1 - 6, 2020.

CASCUDO, L.C. **História do Rio Grande do Norte.** 2 ed. Natal: Fundação José Augusto, 1984. 524p.

CAVALCANTI, L.E. Aspectos geoambientais da carcinicultura no Rio Grande do Norte e seus desdobramentos legais: a implementação da licença ambiental em defesa do meio ambiente. **Especial eletrônica**, v. 10, p. 71-88, 2012.

COSTA, D.F.S.; DE MEDEIROS ROCHA, R.; CÂNDIDO, G.A. Perfil de sustentabilidade e uso dos recursos naturais em salinas solares no estuário do Rio Apodi-Mossoró (RN). In: CÂNDIDO, G.A. **Desenvolvimento Sustentável e Sistemas de Indicadores de Sustentabilidade:** formas de aplicações em contextos geográficos diversos e contingências específicas. Campina Grande - PB: Editora da Universidade Federal de Campina Grande, p. 401-426, 2010.

COSTA, D.F.S.; SILVA, A.A.; MEDEIROS, D.H.M.; LUCENA FILHO, M.A.; DE MEDEIROS ROCHA, R.; LILLEBO, A.I.; SOARES, A.M. Breve revisão sobre a evolução histórica da atividade salineira no estado do Rio Grande do Norte (Brasil). **Sociedade & Natureza** (UFU. Online), v. 25, n. 1, p. 24-34, 2013.

COSTA, D.F.S.; GUEDES, D.R.C.; ROCHA, R.M. BARBOSA, J.E.L.; SOARES, A.M.V.M.; LILLEBO, A.I. Influência de macroaspectos ambientais na produção de sal marinho no litoral semiárido do Brasil. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 31, n. 3, p. 28-42, 2014.

COSTA, D.F.S.; DE MEDEIROS ROCHA, R.; CANDIDO, G.A.; SOARES, A.M.V.M. Geographical location and solar salt production. **Mercator**, Fortaleza, v. 14, n. 2, p. 91-98, 2015.

COSTA, D.F.S.; SOUZA, A.C.D.; PINHEIRO, L.S.; OLIVEIRA, A.M.; GUEDES, D.R.C.; NASCIMENTO, D.M. Mapping and assessment of landscape's capacities to supply ecosystem services in the Semi-Arid Coast of Brazil: A case study of Galinhos-Guamaré estuarine system. **Coasts,** v. 2, p. 244-258, 2022.

DINIZ, M.T.M. **Condicionantes socioeconômicos e naturais para a produção de sal marinho no Brasil: as particularidades da principal região produtora.** 2013. 227 fl. Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2013.

DINIZ, C.; CORTINHAS, L.; PINHEIRO, M.L.; SADECK, L.; FERNANDES FILHO, A.; BAUMANN, L.R.F.; SOUZA-FILHO, P.W.M. A Large-Scale deep-learning approach for multi-temporal aqua and salt-Culture mapping. **Remote Sensing**, v. 13, n. 8, p. 1415, 2021.

KOROVESSIS, N.; LEKKAS, T.D. Solar saltworks' wetland function. **Global NEST Journal**, v. 11, n. 1, p. 49-57, 2009.

OREN, A. Saltern evaporation ponds as model systems for the study of primary production processes under hypersaline conditions. **Aquat. Microb. Ecol.**, v. 56, n. 2, p. 193-204, 2009.

PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y.E.; KUPLICH, T.M. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. 2 ed. São José dos Campos: Parêntese, 2012, 144p.

QIAO, H.; ZHANG, M.; JIANG, H.; XU, T.; ZHANG, H. Numerical study of hydrodynamic and salinity transport processes in the Pink Beach wetlands of the Liao River estuary, China. **Ocean Science**, v. 14, n. 3, p. 437–451, 2018.

QGIS TEAM, Q. D. **QGIS Geographic Information System**: Free Software Foundation. 2015. Disponível em: https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html>. Acesso em: 28/04/2023.

RAHAMAN, A.A.; AMBIKADEVI, M.; SOSAMMA-ESSO. Biological management of Indian solar saltworks. **In: 7th Symp on Salt, Beijing: Symp on Salt**, v. 1, p. 633–643, 2009.

RIBEIRO, L.F.; SOUZA, M.M.; BARROS, F.; HATJE, V. Desafios da carcinicultura: aspectos legais, impactos ambientais e alternativas mitigadoras. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 14, n. 3, p. 365-383, 2014.

SALDANHA, D.S.; COSTA, D.F.S. Classificação dos serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas úmidas na zona estuarina do Rio Piancó-Piranhas-Açu (Nordeste, Brasil). **Ateliê Geográfico**, v. 13, n. 3, p. 263–282, 2019.

SALDANHA, D.S. **Avaliação dos serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas úmidas costeiras da zona estuarina do rio Piranhas-Açu (RN/NE – Brasil)**. 2020. 140 fl. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020.

SILVA, S.L.G.; PONTES, F.S.T.; PONTES, F.M.; BESSA JÚNIOR, A.P.; OLIVEIRA, D.M. Análise de investimento na carcinicultura do Rio Grande do Norte: um estudo de caso. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 01, p. 168-175, 2012.

SILVA, A.R. **Planejamento e políticas públicas de patrimônio natural: a geoconservação aplicada as salinas solares artesanais do Rio Grande do Norte**. 2018. 141f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Dinâmicas Territoriais no Semiárido) – Campus Avançado Pau dos Ferros, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Pau dos Ferros, 2018.

SILVA, D.E.M. **Avaliação dos serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas úmidas costeiras da planície fluviomarinha do rio Apodi-Mossoró (litoral nordeste do Brasil).**

2021. 181 fl. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, 2021.

SOARES, M.O.; CAMPOS, C.C.; CARNEIRO, P.B.M. et al. Challenges and perspectives for the Brazilian semi-arid coast under global environmental changes. **Perspectives in Ecology and Conservation,** v. 19, n. 2, p. 1-12, 2021.

TAHIM, E.F.; ARAÚJO JUNIOR, I.F. A carcinicultura do nordeste brasileiro e sua inserção em cadeias globais de produção: foco nos APLs do Ceará. **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v. 52, n. 3, p. 567-586, 2014.

TENÓRIO, G.S.; SOUZA-FILHO, P.W.M.; RAMOS, E.M.L.S.; ALVES, P.J.O. Mangrove shrimp farm mapping and productivity on the Brazilian Amazon coast: Environmental and economic reasons for coastal conservation. **Ocean & Coastal Management**, v. 104, p.65–77, 2015.

TRINDADE, S.L.B. **História do Rio Grande do Norte**. Natal: Editora do IFRN, 2010. 281p.

TWEEDLEY, J.R.; DITTMANN, S.R.; WHITFIELD, A.K.; WITHERS, K.; HOEKSEMA, S.D.; POTTER, I.C. Hypersalinity: global distribution, causes, and present and future effects on the biota of estuaries and lagoons. In: WOLANSKI, E.; DAY, J. W.; ELLIOTT, M.; RAMACHANDRAN, R. (Eds). **Coasts and Estuaries**: the future. Elsevier, 2019, p. 523-546. DOI: https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814003-1.00030-7.

VIDAL, M.F. **Carcinicultura.** Caderno Setorial ETENE - Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste, v. 7, n. 222, 2022.

XIA, Z.; GUO, X.; CHEN, R. Automatic extraction of aquaculture ponds based on Google Earth Engine. **Ocean & Coastal Management**, v. 198, p. 105348, 2020.

Caracterização e avaliação físico-ambiental da Serra da Santa, Petrolina-PE

Characterization and physical-environmental evaluation of Serra da Santa, Petrolina-PE

Samara Izabel Souza
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
0009-0003-0800-1497
samara.izabel@upe.br

Luiz Henrique de Barros Lyra
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
0000-0003-3729-7023
email@exemplo.bb

Breno dos Santos Costa
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
0009-0002-7318-3672
breno.santos@upe.br

Felipe Gonçalves Campos
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
0009-0006-4816-6714
felipe.campos@upe.br

Resumo: O presente trabalho consiste na caracterização e avaliação físico-ambiental da Serra da Santa, unidade residual das depressões sertanejas situada no município de Petrolina. O objetivo é caracterizar os condicionantes físico-ambientais da paisagem da serra da Serra, sobretudo clima, geologia, relevo, hidrografia, solos e vegetação e estabelecer o nível de degradação socioambiental em função das atividades antrópicas. A metodologia está baseada na abordagem sistêmica, a qual consiste na análise processual dos condicionantes físico-ambientais que atuam na configuração da paisagem, partindo da delimitação da área, caracterização e avaliação dos condicionantes, registro e geoprocessamento dos dados cartográficos. Os resultados apresentam evidências de agentes degradacionais frutos das atividades antropogênicas e ocupação irregular do solo. Com isso esse trabalho poderá subsidiar iniciativas para planejamento territorial e desenvolvimento socioeconômico da localidade, além de contribuir para a elaboração do Atlas das dinâmicas sociais e ambientais de Petrolina/PE e Juazeiro/BA.

Palavras-chave: Geografia; Caracterização físico-ambiental; Gestão; Paisagem.

Abstract: The present work consists in the characterization and physical-environmental evaluation of Serra da Santa, residual unit of the sertaneja depressions located in the municipality of Petrolina. The aim is to characterize the physical and environmental conditions of the Serra da Serra landscape, especially climate, geology, relief, hydrography, soils and vegetation and establish the level of socio-environmental degradation due to anthropic activities. The methodology is based on the systemic approach, which consists of the procedural analysis of the physical-environmental conditions that act in the configuration of the landscape, starting from the delimitation of the area, characterization and evaluation of the conditions, recording and geoprocessing of the cartographic data. The results show evidence of degradation agents resulting from anthropogenic activities and irregular soil occupation. With that we can conclude that this work will be able to subsidize initiatives for territorial planning and socio-economic development of the locality, besides contributing for the elaboration of the social and environmental Atlas of Petrolina, PE and Juazeiro, BA.

Keywords: Geography; Characterization Physical-environmental; Management; Landscape.

Introdução

As necessidades em desvendar as dinâmicas sociais e ambientais que resultam em processos em diversas escalas, carecem de métodos de análises espaço temporal integrada, para que possamos entender a interação dos condicionantes na configuração das formas e do espaço geográfico. Nesse contexto, relacionar os condicionantes físico- ambientais da paisagem é de suma importância para compreender esta dinâmica que atua nas transformações das paisagens naturais, a análises dos aspectos processuais têm sido substancialmente importantes para os estudos da dinâmica dos sistemas físicos da superfície terrestre, os quais foram direcionados pelo conceito de morfodinâmica de Jean Tricart (1977).

O presente trabalho consiste na caracterização e a avaliação física e ambiental da Serra da Santa, classificada atualmente como unidade residual da compartimentação geomorfológica das depressões sertanejas, paisagem produzida pela dissecação natural do relevo por processos erosivos de pediplanação estabelecidos por Lester King (1956) em função das condições climáticas semiáridas.

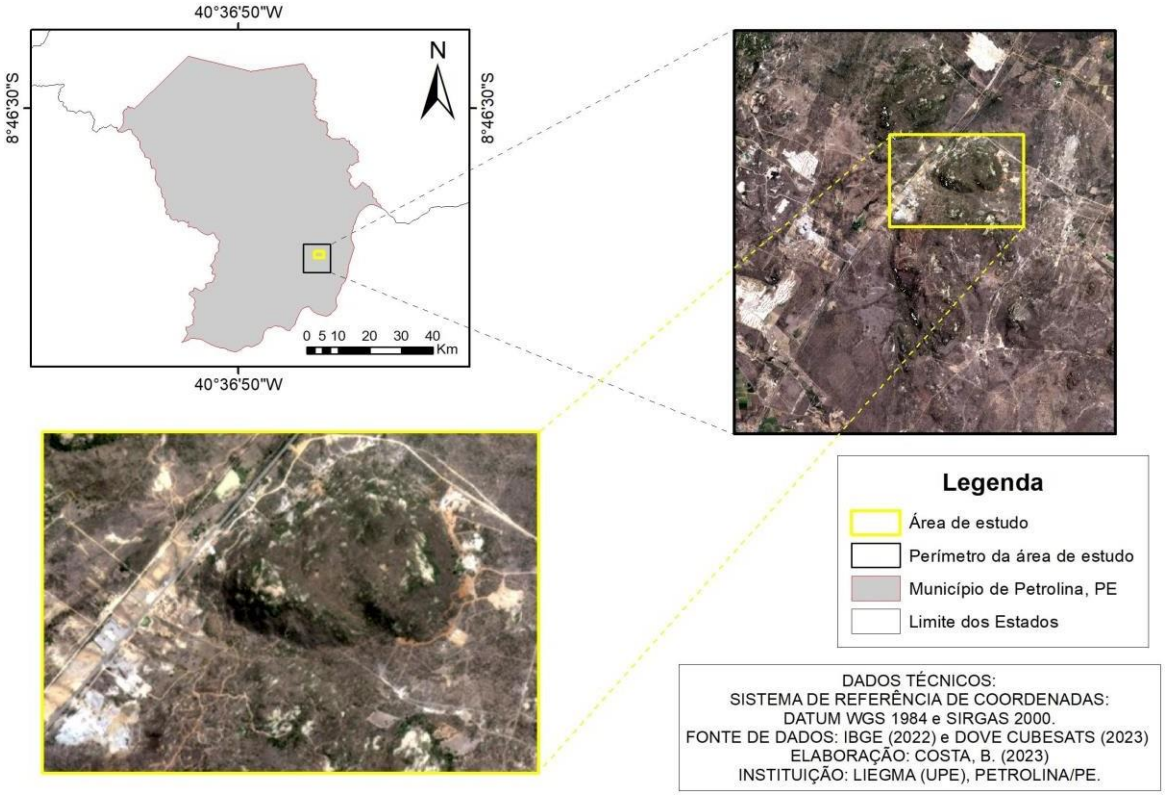
A área de estudo, ou seja, a serra da Santa (figura 1), localiza-se na mesorregião do São Francisco Pernambucano, na microrregião do município de Petrolina Pernambuco (IBGE, 2021), às margens da Br 428, situada a NE da cidade, aproximadamente há 25 km do centro urbano da cidade, sob coordenadas: 9º11'55.13"S e 40º22'54.28"O, com uma altitude em seu ponto culminante de aproximadamente 550 m. A cidade de Petrolina é hoje considerada uma cidade média, a área territorial compreende três áreas divididas em função do aproveitamento econômico e características geográficas, são elas: área ribeirinha, área irrigada e área de Sequeiro (Petrolina, 2011). A população de Petrolina corresponde a 386.786 pessoas segundo o censo demográfico de 2022, o que representa um aumento de 31,58% em comparação ao censo de 2010, (IBGE, 2022).

O município está inserido na região integrada de desenvolvimento econômico (RIDE), com um arranjo populacional de 578.916 habitantes (IBGE, 2021). Tal município, juntamente com Juazeiro, na Bahia, é o objeto da produção do Atlas das dinâmicas sociais e ambientais, projeto apoiado financeiramente pelo CNPq (PEREIRA, 2022). Sob as proximidades da Serra, há uma pequena comunidade de moradores e uma base mineradora em uma das pedreiras próxima, denominada Morro do Mandacaru (CPRM, 2019), o complexo está inserida em um contexto geológico sobre o cráton do São Francisco com estruturas litológicas cristalinas de rochas do tipo gnaisses e granitos (MACEDO, 2020). O relevo, em seu contexto geral, apresenta características predominantemente planas e suaves onduladas, com vales extensos e elevações residuais.

O local é uma espécie de Santuário com uma estrutura montada para abrigar a imagem de nossa senhora de Lourdes que foi colocada por um sacerdote na década de 60,

as pedras (matacões) e a escadaria que possui 104 degraus são pintadas de branco e chamam atenção de todos que passam pela Br 428, ou visitam a pequena comunidade de moradores. Foi construída também uma pequena capela entalhada onde são deixados artefatos religiosos e simbólicos como fotos, esculturas de santos católicos ou entidades, objetos e acessórios. Por trás da capela existe uma trilha de mais ou menos uma hora de caminhada para o topo onde se edificou um cruzeiro com valor sagrado pelo culto a nossa senhora de Lourdes.

Figura 1 – Mapa de localização da serra da Santa.



Fonte: IBGE (2022), DOVE CUBESAT (2023).

As análises geoambientais fundamentam-se sobre o princípio de que os ciclos de energia, nutrientes e matéria dos ecossistemas, inclusive o homem, não podem ser compreendidos de forma isolada e sim como uma rede de fenômenos interconectados e interdependentes (LYRA, 2003, p. 19). Nesse contexto, a vulnerabilidade na área de estudo é resultado da intervenção antrópica, através das formas de uso e ocupação do solo onde atividades de extração ou remoção mineral nas mediações da serra potencializam processos erosivos, atividades de manejo inadequado da terra produzem desmatamentos, exposição e perda dos solos, comprometimento da drenagem e diversos outros fenômenos interconectados que interferem diretamente nos ecossistemas e geram fortes impactos ambientais. Em unidades residuais que já naturalmente sobreviveram a fortes influências

temporais e climáticas, a apropriação do relevo pelo homem, seja como recurso ou suporte, tem determinado modificações substanciais sobre o substrato de evolução natural (AZAMBUJA, 2007, p. 26). Daí a importância de compreender as características dos elementos naturais desses ambientes.

Para avaliar os aspectos físico-ambientais desses sistemas através de aspectos processuais e obter resultados quanto ao panorama de sua agradação e degradação é indispensável conhecer as suas propriedades, sobretudo os elementos da composição do relevo (CORRÊA, 2006), hidrologia, vegetação, clima e atividades antrópicas (VASCONCELOS, 2008, p.38). A correlação desses fatores conectados ao balanço dinâmico e ao fluxo de matéria produzido condicionam os processos morfogenéticos e pedogenéticos com três grandes níveis morfodinâmicos são eles: meios estáveis, de transição ou intergrades e instáveis (TRICART, 1977).

Objetivo

O objetivo geral foi caracterizar e avaliar os condicionantes físico-ambientais da paisagem da serra da Serra da Santa, estabelecendo o nível de degradação da paisagem em função das transformações antrópicas.

Objetivos específicos

- Caracterizar a paisagem da Serra da Santa, sobretudo os aspectos físicos da paisagem como geologia, clima, relevo, hidrografia, solos e vegetação.
- Compreender a dimensão dos processos na transformação da paisagem local, através da intervenção antrópica sob esses sistemas.
- Diagnosticar o nível de degradação das vertentes em função dos impactos socioambientais relacionados à interação dos sistemas físicos, estabelecendo a avaliação da paisagem como estável, intergrade ou instável.
- Disponibilizar dados sobre as condições físico-ambientais do local para fins de ensino, pesquisa e gestão, bem como, contribuir para produção do Atlas das dinâmicas sociais e ambientais municípios de Petrolina e Juazeiro.

Metodologia

A metodologia está baseada na abordagem sistêmica (Christofoletti, 1999; Cunha, 2008; Rodrigues 2010), a qual consiste na análise integrada dos condicionantes físico-ambientais do espaço que atuam na transformação da paisagem. A mesma permitiu caracterizar e avaliar os condicionantes da Serra da Santa e seu entorno. Nesta direção, o geomorfólogo Jean Tricart (1977) se refere a tal abordagem como instrumento lógico para

estudar e problematizar o meio a qual agrega condições de uma visão de conjunto do aspecto dinâmico (LISBOA, et al, 2020 p. 16).

Os procedimentos realizados foram levantamentos bibliográficos, documentais e cartográficos da área de estudo (geológicos, geométricos, geomorfológicos, hidrográficos, solos, entre outros), processados e elaborados no programa ArcMap 10.6.1, utilizando-se: bases do IBGE (2022), CPRM (2019) e Embrapa (2018), imagens de satélite do site Dove CubeSats com de resolução de 3,7 metros e 4 bandas RGB, o MDE (Modelo digital de elevação), imagens de SRTM (EMBRAPA, 2012) em escalas de 1:250.000 com resolução de 90 metros e dados de elevação do Topodata (INPE, 2008) na escala de 1:250.000 com 30 metros de resolução. Para averiguação destes dados, também foi realizada atividade em campo para observação e registro fotográfico da paisagem a fim de identificar as condições ambientais e intervenções antrópicas que ocasionam as dinâmicas de alteração no local, bem como, corroborar os mapeamentos. A leitura e interpretação dos mapas obtidos, na perspectiva da morfodinâmica de Tricart (1977), foram indispensáveis para diagnosticar as áreas de vulnerabilidade ambiental e classificar os níveis de estabilidade.

Resultados e discussões

A cidade de Petrolina, localizada no Alto Submédio São Francisco, faz parte do polo econômico da fruticultura irrigada do estado de Pernambuco no semiárido brasileiro e se destaca pelo seu expressivo aumento populacional nas últimas décadas. Esse crescimento urbano e demográfico está potencialmente atrelado às diversas atividades de prestação de serviços e do setor agrícola, o que demanda grandes áreas de ocupação de terras em função da agricultura irrigada. Segundo dados do IBGE a população de Petrolina era de

260.238 habitantes no ano de 2010, e ao setor ou subdistrito da comunidade da Serra da Santa era de aproximadamente 654 habitantes em 187 domicílios particulares coletivos (IBGE, 2010). A população de Petrolina hoje corresponde a 386.786 pessoas segundo o censo demográfico de 2022, significando um aumento de 31,58% em comparação ao último censo (IBGE, 2022).

Não obstante, a comunidade de moradores cresce nas proximidades da serra de forma desordenada, devido à expansão habitacional e de atividades socioeconômicas, sobretudo extração de minerais nas encostas e ocupação do solo para construções. A serra possui grande valor simbólico para as comunidades próximas como ponto de encontros religiosos, trilhas esportivas e de turismo, cenário que provoca significativa transformação superficial dos elementos que compõem a paisagem e sua degradação.

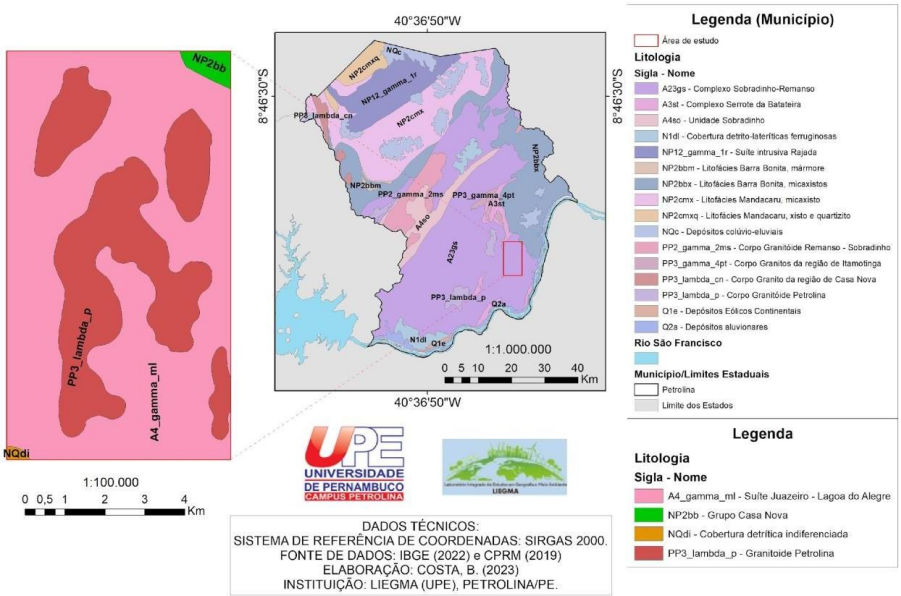
Aspectos da geologia, clima, relevo, hidrografia, solo e Vegetação

Os estudos geomorfológicos compreendem as dinâmicas em processos interconectados, daí a importância da caracterização sistêmica dos aspectos físico-ambientais e avaliação do grau de estabilidade da paisagem (VASCONCELOS, 2008 p.38). Essa estabilidade está relacionada diretamente com as atividades socioeconômicas desenvolvidas no meio e suas intervenções, onde o homem age como um potente agente geomorfológico que interrompe o sensível equilíbrio climático, principalmente em regiões semiáridas. Nesse sentido, foram destrinchados tais aspectos:

Geologia

A área de estudo está inserida geologicamente na porção setentrional do Cráton São Francisco (CSF), pertence à formação Granitóide Petrolina de idade do Paleoproterozóico e composta por rochas intrusivas Metagranito Cinza-claro a rosado, isotrópicos levemente foliados, médio a grosso composto por quartzo, com hornblenda e Fe- hastingsita (CPRM, 2019). A formação ocorreu a milhares de anos através da colisão de blocos tectônicos, o Cráton São Francisco, é definido por Almeida (1977) como um segmento crustal consolidado no paleoproterozóico, bordejado por orógenos desenvolvidos durante o ciclo Brasiliano (MACEDO, 2020 p.19), as quais foram reinterpretadas por Cruz et al (2016) como Paleoplacas. A comercialização dos minerais extraídos dessas rochas é a base econômica de diversos estados, porém, ao mesmo tempo em que gera desenvolvimento, também ocasiona intensas alterações na paisagem pela degradação de áreas e deposição de resíduos (PACHECO et al., 2019), entre estas alterações está o processo de desertificação, erosão e salinização, muito comuns em solos no semiárido brasileiro.

Figura 2 - Mapa Litológico do município de Petrolina e da estrutura da Serra da Santa.



Fonte: IBGE (2022) e CPRM (2019).

Clima

O clima atual é quente e seco, com altas temperaturas, taxas de insolação de 2.800 horas e elevados índices de evaporação, sendo caracterizado pela escassez e precipitações irregulares ao longo do ano (SEMAS, 2014; SOUZA, et al 2018). É descrito como BSh segundo Koppen e Geiger, com temperatura média de 26.6 C° e a pluviosidade anual média de 443 mm que se concentram nos primeiros meses do ano. Em vista destas condições climáticas, as estações são pouco definidas, os solos pouco desenvolvidos, as superfícies são planas e dissecadas sobre rochas cristalinas Proterozóicas arqueanas e a vegetação hiperxerófila.

Para Tricart (1977), além do valor da declividade e a natureza da rocha, a atuação climática, ou seja, o clima é o responsável por toda a dinâmica processual desde o desenvolvimento pedogenético, até a atuação morfogenética, como movimento de regolito e a variação dos eventos pluviométricos sob os sistemas morfológicos (AZAMBUJA, 2007, p. 33).

A média pluviométrica anual e mensal do município de Petrolina segundo PCD; Embrapa Semiárido, (2018) e o laboratório GTMAGEO, Campus Petrolina (2023) dos anos de 2005 a fevereiro de 2023 evidencia a irregularidade climática, instabilidade que interfere diretamente no comportamento da paisagem, sobretudo à vegetação, essa variação pode ser observada nas taxas de precipitação mais baixas, em destaque para os anos de 2012 (107,2 mm), 2014 (210,3 mm), 2015 (266,5 mm) e 2017 (123,0 mm) e os mais chuvosos, 2008 (523,6 mm), 2009 (808,4 mm) e 2010 (549,2 mm), em destaque os períodos mais recentes, 2021 (314,5) e 2022 (742,5) com elevados índices pluviométricos.

Nos meses secos o escoamento superficial na serra diminui, bem como reduz a capacidade de infiltração, a umidade e a retenção de água no solo. Em consequência altera os processos de intemperismo e a formação do regolito, ou seja, a pedogênese e o desenvolvimento dos solos. Todavia, nos anos com mais precipitações é perceptível uma vegetação mais exuberante e consequentemente maior potencial de infiltração nos solos. Os eventos chuvosos dinamizam a morfologia condicionando a baixa estabilidade do sistema ambiental semiárido, que é dominada pela morfogênese em prejuízo da pedogênese, sendo esta dinâmica potencializada pela ação antrópica através das formas de ocupação e favorecendo a desestabilização da paisagem (FONSECA et al, 98, 2017).

Tabela 1 – Índices pluviométricos anuais e médias anuais do período de 2000 a 2022 do municípiode Petrolina, PE.

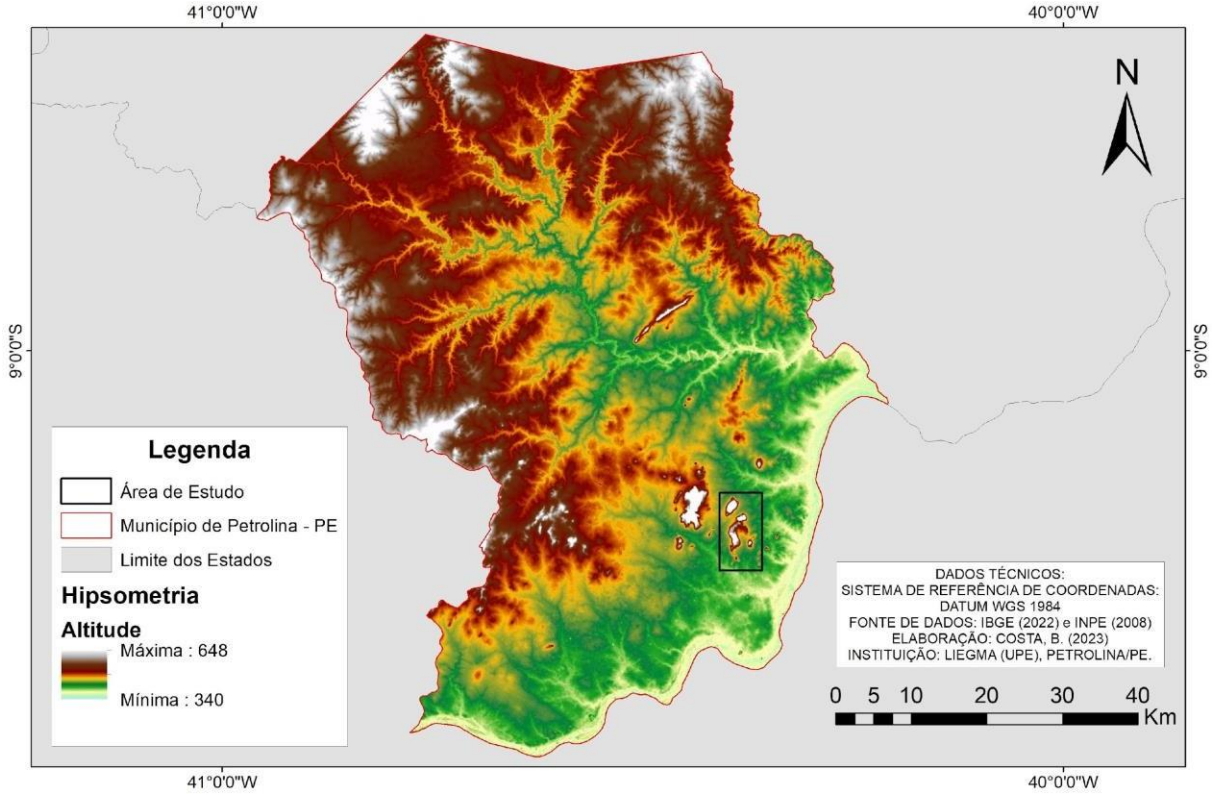
Ano	Precipitação Anual (mm)	Precipitação Média Anual (mm)
2000	642,2	53,5
2001	403,4	33,6
2002	427,7	35,6
2003	393,3	32,7
2004	786,5	65,5
2005	525,1	43,7
2006	367,2	30,6
2007	266,6	22,2
2008	523,3	43,6
2009	808,4	67,3
2010	549,2	45,7
2011	335,5	27,9
2012	107,2	8,9
2013	347,8	28,9
2014	216,3	18,0
2015	266,5	22,2
2016	303,0	25,2
2017	123,0	10,2
2018	315,1	26,2
2019	293,3	24,4
2020	314,5	26,2
2021	473,9	39,4
2022	741,5	61,7

Fonte: Embrapa Semiárido, 2018; PCD - Campus Petrolina (GTMAGEO, 2023).

Relevo

O relevo é geomorfologicamente caracterizado como forte ondulado, apresenta vales muito abertos e com presença de elevações residuais cristalinas típicas de “Inselbergs”. Essas paisagens possuem características morfoesculturais de relevos dissecados em áreas secas atuais, ou de climas áridos ou semiáridos (paleoclimas) no passado (JATOBÁ, 1998), a ocorrência desses relevos residuais está associada à litologias do tipo cristalino de rochas metamórficas e ígneas (ROSS, 1990). Conforme a carta hipsométrica obtida através do processamento de dados de MDE do município, a altitude máxima do terreno é 648 metros e a mínima 340 metros, sendo a altitude máxima da serra de 550 metros (Figura 3).

Figura 3 – Mapa hipsométrico do Município de Petrolina com recorte da área de estudo.



Fonte: IBGE (2022) e INPE (2008).

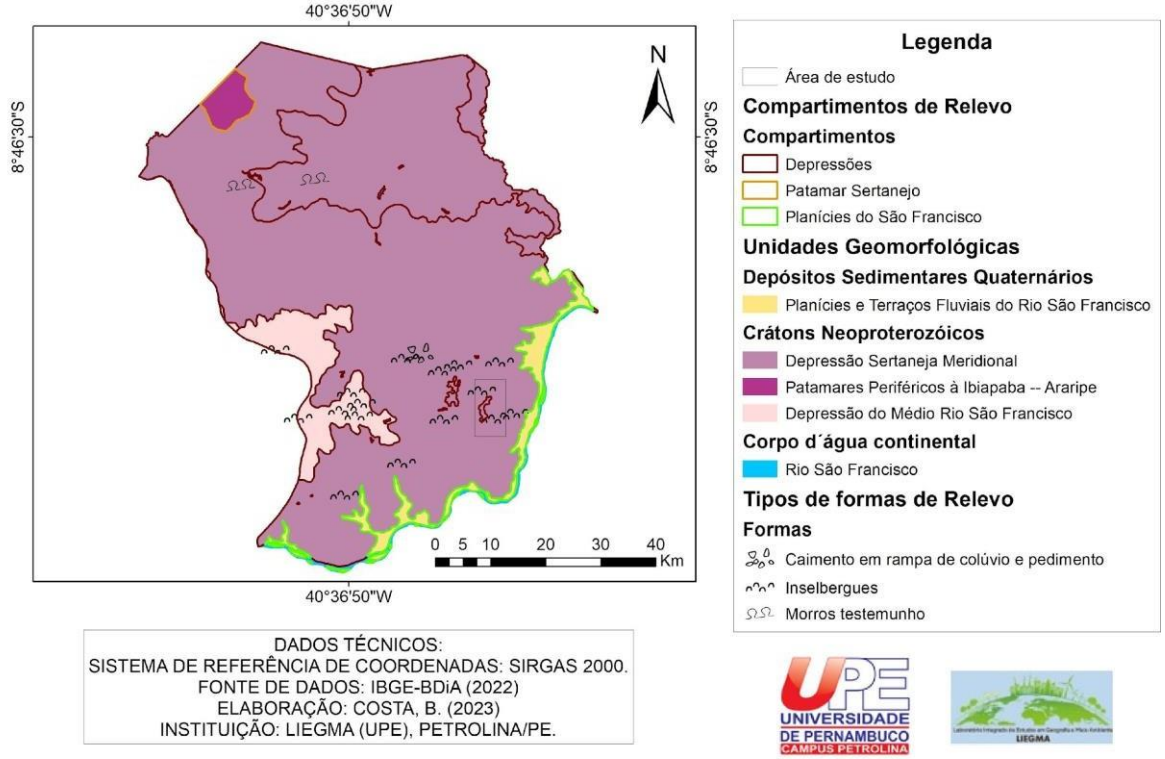
As maiores altitudes do município de Petrolina se concentram na área de estudo e suas adjacências, ocorrendo vales drenados nas áreas mais baixas por influência da ação pluvial ocasionada pelo padrão de drenagem dentrítico dos afluentes e subafluentes do São Francisco, intercalados com elevações residuais (Figura 4). A geodiversidade de Petrolina está incluída neste conjunto com base na representação dos elementos abióticos com trinta e dois sítios identificados (SOUSA, et al. 2018, p. 406). Essas serras, como unidades residuais, sofrem com intensos processos erosivos ocasionados pelas condições climáticas do semiárido, assumindo um perfil de vertentes modeladas a partir de processos de remoção do manto intempérico. Para Jatobá e Lins (1998) esses são determinados por:

> Em regiões semiáridas a ação pluvial tem função muito acentuada, o escoamento superficial proveniente das chuvas constitui um poderoso agente erosivo, sendo bastante eficaz na remoção do manto de intemperismo. Nessas regiões, onde a cobertura vegetal é rarefeita e os aguaceiros convectivos são pesados e concentrados num curtos períodos, o escoamento superficial é o elemento determinante na morfogênese do relevo, acarretando vertentes com um perfil marcadamente côncavo. (JATOBÁ, 1998).

Na área de estudo é perceptível uma paisagem de depressão pediplanada com vales, entre a serra da Santa, morro do Meio e a serra do Capim, sendo estas também identificadas

como inselbergues, em conjunto a unidades que se estendem até a planície dos terraços fluviais do Rio São Francisco. Ademais, em sua maior abrangência espacial, ocorrem unidades de depósitos Sedimentares Quaternários correspondentes às planícies e terraços Fluviais do rio São Franscisco, dos Crátons Neoproterozóicos as depressões Sertanejas Meridionais e os Patamares periféricos. Nesse sentido, os compartimentos de relevo correspondem às depressões, patamares sertanejos e patamares periféricos da Ibiapaba-Araripe e da depressão do Médio do São Francisco (Figura 04).

Figura 4 - Mapa Geomorfológico do município de Petrolina com recorte da Serra da Santa.



Fonte: BGE-BDIA (2022).

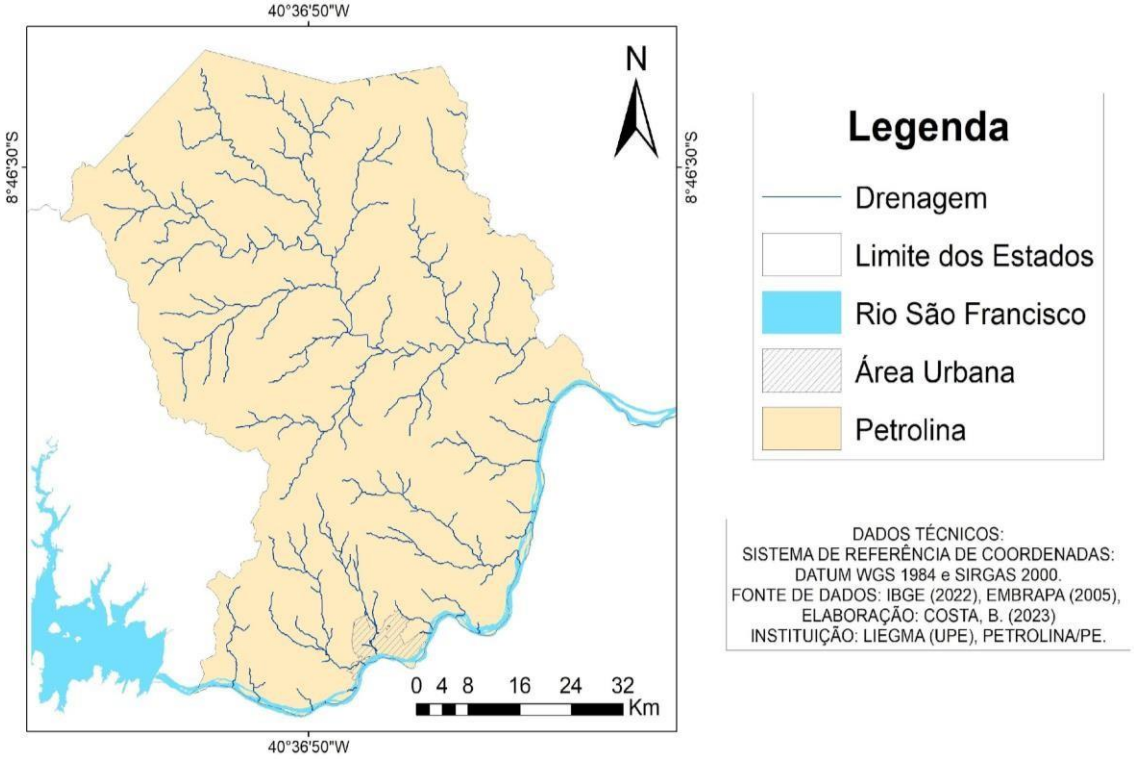
O constante processo de erosão gravitacional das vertentes devido a fatores naturais e a remoção de massa ou solo de forma mecanizada para fins econômicos atuam de forma intrínseca na modificação da paisagem. Em ambientes secos a paisagem é demarcada por pediplanos escalonados formados pela coalescência de pedimentos, que por sua vez promovem um rápido alargamento dos vales com relevos residuais. Nesse sentido, Jatobá (1998, p. 136) pontua que “as principais morfoesculturas desenvolvidas por esses processos de dissecação, especialmente fluviais, são as colinas e as cristas, bem como, nos semiáridos são responsáveis pela produção de paisagens com feições residuais de inselbergs, cristas, morros e vales”.

Hidrografia

A área de estudo situa-se na microbacia alto submédio do Rio São Francisco, a qual é alimentada por grupos de bacias inferiores, ou seja, rios tributários entre eles a bacia do riacho do pontal (CPRM, 2005). A serra possui alta drenagem gravitacional devido a declividade e a forma côncava, possibilitando o escoamento das águas das chuvas pelas vertentes e fissuras, bem como, o armazenamento das águas em caldeirões e a ocorrência de lagos temporários.

Os caldeirões são cavidades naturais formadas pelas ações do intemperismo e atividade erosiva diferencial, que além de reserva hídrica possui certo potencial extrativista associado a veios e intrusões mineralógicas. Os domínios hidrogeológicos são compostos por sedimentos intersticiais que originaram as paleodunas e os fissurais das rochas ígneas e metamórficas do embasamento cristalino (CPRM, 2005; SEMAS, 2014).

Figura 5 – Mapa hidrográfico do município de Petrolina – PE.



Fonte: IBGE (2022), EMBRAPA (2005), CPRM (2019) e Dove Cubesats (2023).

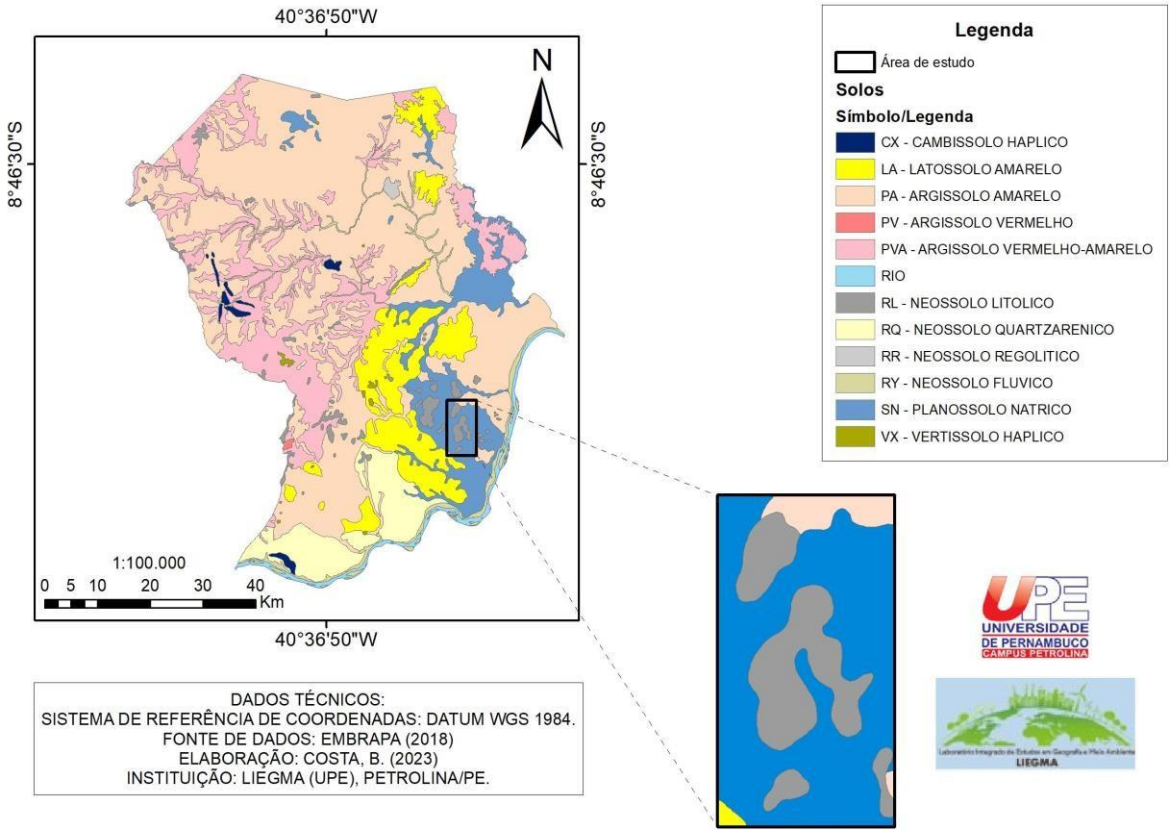
Solo

O solo da área de estudo, segundo o levantamento de solos da Embrapa (2010), corresponde ao grupo dos Neossolos Litólicos (RL) com afloramento rochoso exposto e diaclasado ao intemperismo, (figura 6), sendo pouco evoluídos, rasos, com textura franco-arenosa e cascalho de consistência seca e ligeiramente dura, assentados diretamente sobre o horizonte C e muito susceptíveis a erosão linear decorrente de escoamentos concentrados

em curtos períodos. Todavia, também foram encontrados em campo, solos do tipo Planossolos e Quartzarênicos.

Os solos desse grupo apresentam alta suscetibilidade à erosão devido às diversas características como textura, profundidade, porosidade, agregados, presença de cascalhos e principalmente relevos acidentados. O relevo exerce uma função determinante para o predomínio dos processos desnudacionais em detrimento do intemperismo e formação do solo (LYRA, 2003). Alguns dos processos de degradação observados foram solos com presença de sais na base da serra e em Lagoas intermitentes, processos de ravinamento e compactação do solo e escoamentos superficiais, presença de sulcos erosivos, desmatamentos para construção de estrada na encosta, além de vários recortes em rochas e exposição do perfil do solo devido à mineração extrativista.

Figura 6 – Mapa de solos do município de Petrolina – PE e recorte da Serra da Santa.



Fonte: EMBRAPA (2018).

Os Neossolos Quartzarênicos (RQ) também são pouco evoluídos, rasos, com textura franco-renosa e cascalhos de consistência seca e ligeiramente dura, porém possuem baixos teores de matéria orgânica, condição que permite o uso como fonte para a construção civil, apresentando fortes riscos de desertificação.

Segundo a Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD):

> Nos solos Neossolos Litólicos ocorrem mais de 15% das Áreas Susceptíveis a Desertificação (ASD)(...) acontecem na região semiárida em relevos ondulados a fortemente ondulados ou acidentados, por isto são muito susceptíveis à erosão. Já os Neossolos Quartzarênicos (antigas Areias Quartzosas) ocupam 9% das ASD; apresentam geralmente espessura maior que 2m com baixa capacidade de retenção de água e infiltração muito elevada, além de baixa fertilidade natural, entretanto são classificados como aptos para irrigação (BRASIL, 1999, p. 38).

O município de Petrolina, nesse contexto, está inserido como uma das microrregiões em estado muito grave de desertificação com indicadores de 15 a 19 componentes físicos, econômicos e sociais.

Vegetação

A vegetação predominante na área de estudo é do tipo caatinga arbustiva arbórea, hiperxerófila, com trechos de floresta caducifólia (FERREIRA, et al, 2011), destacando-se também a formação rupestre no topo e nas vertentes (Figura 07). As famílias mais ricas nessa região são as Fabaceae (principalmente do filo Mimosoideae e Caedalpinoideae), Euphorbiaceae, Anacardiaceae e Cactaceae (SEMAS, 2014ª). Em áreas acidentadas a caatinga apresenta características arborizadas do tipo Anadenanthera colubrina (angico-de-caroço), Cordia glabrata e Sapium sp. Nos inselbergs, cristas e maciços é comumente intercalada com formação rupestre nos lajedos dominados por bromélias, como principalmente a Encholirium spectabile – macambira-de-flecha, além de diferentes gêneros de cactos (CAVALCANTI, 2017). A fisionomia da vegetação é bem diversificada em porte e densidade, essa variação é encontrada na base, nas encostas e no topo da serra.

Figura 7 – Vegetação no topo da Serra da Santa.

Fonte: autores (2023).

A preservação da cobertura vegetal nativa da serra e seu entorno é de extrema importância para a conservação e o equilíbrio morfodinâmico desses sistemas. A ação antrópica é um dos principais agentes na desestabilização do meio físico, tendo entre os mais elementos mais afetados a vegetação. Para Tricart as principais consequências são:

> [...] A exposição do solo ao escoamento concentrado das águas da chuva e a redução da capacidade de retenção d'água no subsolo. Deste modo o ciclo hidrológico é bruscamente modificado, pois a precipitação hídrica que abastece as plantas, os animais e os homens, acumulada em seus mananciais e fontes subterrâneas, passam a ocasionar inundações, lixiviação excessiva e esterilização dos solos, desmoronamento de terras e assoreamento dos rios, afetando espaços naturais e urbanos, inclusive as comunidades humanas (LYRA, 2003, p. 11-12).

A vegetação combinada ao clima é considerada um dos mais importantes meios de interação com os processos morfogenéticos e de fluxo de energia e matéria que são produzidos e transportados. O meio "morfodinâmico" onde o balanço morfogênese/pedogênese aplica-se ao modelado na interface atmosfera-litosfera, considerando a cobertura vegetal e o tempo para que a pedogênese possa ocorrer (ARRUDA, 2001 Apud. LYRA, 2003), pode resultar em condições de estabilidade, intergrade ou transição, e instabilidade.

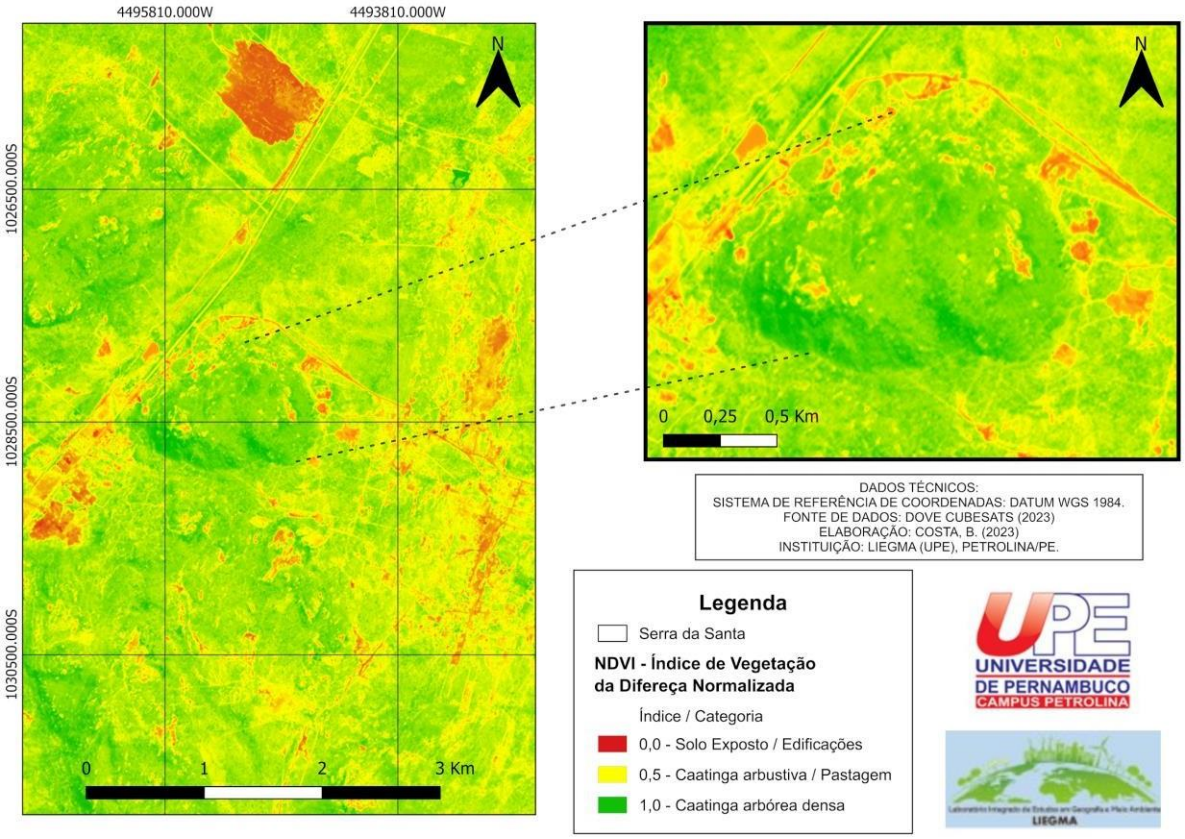
Segundo Jatobá e Lins (1998), o balanço morfogenético das vertentes se estabelece através da relação entre dois componentes: um componente perpendicular à superfície do terreno e um componente paralelo à superfície do solo. Na área de estudo pode constatar que há certo equilíbrio entre a componente paralela e a perpendicular. Onde:

> Já existe um solo, porém este conserva-se sem poder evoluir. O solo, por conseguinte, fica tênue e é atacado pelos processos erosivos. A erosão remove todos os produtos que vão se formando pela fragmentação da rocha. A velocidade da fragmentação é quem comanda a evolução da vertente (JATOBÁ, 1998).

Esse balanço é comandado diretamente pelos fatores de declividade do terreno, natureza das rochas e o clima, exercendo influência na dinâmica da paisagem com repercussão no potencial geoecológico, obtendo-se um balanço morfogenético positivo (CASSETI, 2014). Portanto, na Serra da Santa e suas circunjacências, o recuo da cobertura vegetal está intrinsecamente relacionado às variações da ocupação e uso do solo para as edificações, expansão da área de mineração (antes concentrada na pedreira do Mandacaru) e atividades agrícolas, inclusive pastagens, que potencializam a desestabilização dos sistemas ambientais. A mineração, em particular, tem provocado degradação das encostas

em função da retirada de minerais para o comércio, atividade que afeta também a vegetação, os solos, o regime hidrológico e os ecossistemas da serra, como representado no índice de vegetação diferenciada (Figura 08).

Figura 8 – NDVI da área de estudo.



Fonte: DOVE CUBESATS, (2023).

Nesse sentido a vegetação tem um papel crucial e seu balanço se configura como negativo, ou seja, a morfogênese predomina sobre a pedogênese, efeito ocasionado sob fortes influências das variações climáticas e intervenções socioeconômicas, o que classifica a área de estudo como um meio ambientalmente instável.

A vulnerabilidade ambiental na serra é a soma dos fatores que condicionam a degradação do meio físico entre eles, as práticas socioeconômicas desordenadas, conforme constatado no índice de vegetação diferenciada (NDVI), as áreas de solo exposto e edificações evidenciam a condição de ocupação irregular, ocasionada por exploração dos recursos naturais, assim como a vasta ocorrência de áreas agrícolas, de pastagem e de circulação para o extrativismo. Entretanto, podemos observar também a ocorrência de vegetação arbórea densa na serra, condição associada ao efeito orográfico condicionada pela altitude do relevo.

Considerações Finais

A avaliação integrada dos condicionantes físico-ambientais da paisagem na serra da Santa constatou que a prática desordenada das atividades socioeconômicas, principalmente nas áreas circunjacentes, interfere na morfodinâmica e estabilidade do ambiente. A mesma permitiu compreender os processos morfodinâmicos e a influência direta dos fatores geomorfológicos na susceptibilidade, transformação e degradação das paisagens em níveis de intensidade, como os meios instáveis detectados na serra e suas encostas. Portanto, esta pesquisa poderá subsidiar planos de gestão e ordenamento territorial para recuperação da área degradada e a sustentabilidade local.

Agradecimentos

Ao programa PIBIC/PFA da UPE (Edital ICTI 2022) pelo fomento de bolsa concedida e ao suporte do Laboratório de Estudos Integrados em Geografia e Meio Ambiente (LIEGMA) pertencente ao Colegiado de Geografia da UPE, Campus Petrolina.

Referências

ALMEIDA, F. F. M. O Cráton do São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, vol. 7, ISSN: 0375-7536, 1977.

ARRUDA, L. V. Serra de Maranguape-CE, Ecodinâmica da Paisagem e Implicações Socioambientais. 157 f. Dissertação (Mestrado) - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Subárea de Gerenciamento Ambiental, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2001.

AZAMBUJA, R. N. Análise geomorfológica em área de expedição urbana no Município de Garanhuns-Pe. 153 f. Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Geografia. Recife, 2007.

BDIA. Banco de Dados de Informações Ambientais - IBGE. Disponível em: https://bdiaweb.ibge.gov.br/. Acesso em: 15 jul. 2023.

BEZERRA, F. H. R.; F. G. S. Geomorfologia do Nordeste: panorama do relevo e solos. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2014.

BRASIL EM RELEVOS. Embrapa Monitoramento por satélite. Disponível em: https://www.cnpm.embrapa.br/projetos/relevobr/. Acesso em: 15 jul. 2023.

BRASIL, Governo do. Desertificação – III Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Prática, p. 23, 1999.

CASSETI, V. Geomorfologia e estudo da paisagem. Geomorfologia. 2005. FUNAPE Disponível: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/>. Acesso em: 13 de ago. 2023.

CAVALCANTE, S. L. Geossistema de Curaçá, Bahia. UFPE. Clio Arqueológica, V32N3, p.61-87. DOI: 10.20891/clio. V32N3p61-87. 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. A Modelagem de Sistemas Ambientais. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1999. 236p. CUNHA, S. B. Canais Fluviais e a Questão Ambiental. In: CUNHA, S.B., GUERRA, A. J. T. (Org.) A Questão Ambiental: diferentes abordagens. 4º Ed. Rio de Janeiro: Brasil, p. 219-238. 2008.

CÔRREA, A.C.B. Morfodinâmica e sensitividade ambiental semiárido brasileiro: um enfoque a partir das relações solo x paisagem. Belém de São Francisco: Portal do São Francisco (CEVASF) p. 51-65. 2006.

CUNHA, F. J. T.; OLIVEIRA, M. B. N.; GIONGO, V.; SA, I.; TAURA, T.; FILHO, J. C. A.;

LUCENA, A. M. A. Solos da margem esquerda do Rio São Franscisco: Município de Petrolina, Estado de Pernambuco. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. Precipitação pluviométrica mensal (mm) da Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina – PE. Disponível em: http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-chuva.html. Acesso em: 10 jul. de 2023.

FERREIRA, S. H. et al. Avaliação dos parâmetros biofísicos da vegetação de caatinga em agricultura irrigada do município de Petrolina – PE através do NDVI, NDWI e Temperatura da Superfície. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil. INPE p.184. 30 abr. 2011

IBGE. Censo 2000. Disponível em:https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/petrolina/pesquisa/43/30281?ano=2000. Acesso em: 14 jul. de 2023.

IBGE. Censo 2010. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html. Acesso em: 14 jul. de 2023.

IBGE. Censo 2022. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?=&t=resultados. Acesso em: 14 jul. de 2023.

KING, L. C. A Geomorfologia do Brasil Oriental. Revista Brasileira de Geografia. v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.

JATOBÁ, L.; LINS, R. C. Introdução à Geomorfologia. Recife, Editora Bagaço, 1998.

LYRA, L. H. B.; OLIVEIRA, C. B.; SOUZA, F. Aspectos Geomorfológicos e a Dinâmica da Erosão Pluvial no Riacho da Porteira – Petrolina-PE. In: XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010, Porto Alegre. ENG 2010. Anais [...]. Porto Alegre-RS: AGB, 2010. p. 01- 09.

LYRA, L. H. B. Análise Geo-Ambiental da Área de Brejo na Serra das Varas, Arcoverde- PE. 111 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa – PB, 2003.

LYRA, L. H. B.; LIRA, D. R.; FONSÊCA, D. N. ANÁLISE EVOLUTIVA DO USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS NAS ILHAS DO MASSANGANO E RODEADOURO, ALTO

SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO, PETROLINA-PE. Revista de Geografia (Recife), v. 35, n. 2, 2018.

MACEDO, D. P. Suíte Metagranítica Petrolina: Magmatismo Alcalino de 2.16 Ga na Borda Norte do Cráton do São Francisco, Estado de Pernambuco, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) - Instituto de Geociências e Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador. Salvador, p. 100. 2020.

PACHECO, C. S. G. R.; SANTOS, R. P. Mining and its Impacts on the “Caatingas” of the Brazilian Semiárido. International Journal of Advanced Engineering Research and Science, v. 6, n. 5, p. 178-189, 2019.

RODRIGUES, C. Avaliação do Impacto Humano da Urbanização em Sistema Hidro geomorfológicos. Desenvolvimento e Aplicação de Metodologia na Grande São Paulo. RDG-Revista do Departamento de Geografia, USP. São Paulo: v. 20, p.111-126. 2010.

ROSS, J. L. S. Uma Nova Proposta de Classificação do Relevo Brasileiro. Revista do Departamento de Geografia (USP), São Paulo, v. 04, 1990.

SANTOS SOBRINHO, V. R. Projeto Chorrochó-Macururé: Itamotinga, Folha SC.24-V -D-I. Carta Geológica. Salvador: CPRM, mapa color. Escala 1:100.000. Programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral. 2019.

SEMAS - Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Proposta para criação da unidade de conservação Parque Estadual Serra do Areal, em Petrolina / PE. Recife: Governo do Estado de Pernambuco, 2014 a.

SILVA, M. L. A; M. C. K. (2017). Os impactos ambientais da atividade mineradora. Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade, 11(6), 68-82. 2017.

SOUSA, M. E.; CAVALCANTI, L. C. S.; FRANÇA, L. F. O. Inventário do potencial pedagógico dos sítios e de geodiversidade do município de Petrolina-PE. Geosul, v. 33, n. 68, p. 395-415, 2018.

PLANET. PlanetScope Monitoring. Disponível em:https://www.planet.com/basemaps/#/mosaic/planet_medres_visual_2023-06_mosaic/zoom/2.15. Acesso em: 2 jul. 2023.

PEREIRA, Cláudio Smalley Soares. Atlas das dinâmicas sociais e ambientais em Petrolina/PE e Juazeiro/BA. Projeto de Pesquisa, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Edital Universal, 2022.

RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais. Partes das Folhas SC. 23 Rio São Francisco e SC. 24 Aracaju, v.1, geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1973.

TOPODATA. Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil - INPE. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/topodata/. Acesso em: 15 jul. 2023.

TRICART J. Ecodinâmica. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Superintendência de Recursos Naturais e Meio Ambiente. Diretoria Técnica. Rio de Janeiro, 1977, p. 97. Publicado em 1965, na França.

VASCONCELOS, Talitha Lucena et al. Estudo Morfodinâmico Em Área Do Semiárido Do Nordeste brasileiro: Um Mapeamento Geomorfológico em Microescala. Revista de Geografia (Recife), v. 24, n. 2, p. 36-49, 2008.

Uso e cobertura da terra no município de Serrolândia, BA: análise a partir dos sistemas ambientais

Land use and land cover in the municipality of Serrolândia, BA: analysis based on environmental systems

Camila da Silva Campos
Universidade do Estado da Bahia - UNEB
https://orcid.org/0000-0001-8001-9884
camilacampos.official@gmail.com

Rozilda Vieira Oliveira
Universidade do Estado da Bahia - UNEB
https://orcid.org/0009-0008-0892-9400
rvoliveira@uneb.br

Resumo: Compreender a dinâmica de uso da terra no bioma Caatinga à luz dos sistemas ambientais é fundamental para avaliar o impacto das atividades humanas de forma integrada. Este artigo tem como objetivo compreender as mudanças de uso e de cobertura da terra com base nas informações ambientais do município de Serrolândia-BA nos anos 1985, 2000, 2010 e 2021. Os mapas de uso e cobertura foram elaborados com dados da plataforma MapBiomas e os mapas de informações ambientais, desenvolvidos com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Serviço Geológico dos Estados Unidos e do Sistema de Geociências do Serviço Geológico do Brasil. Os resultados indicam que houve ganho significativo de pastagem nos últimos anos, abrangendo 76,03% da área do município em 2021. As atividades agropecuárias predominam no município e evidenciam a necessidade de políticas de proteção ambiental para equilibrar o uso do solo e preservar os recursos naturais.

Palavras-chave: Uso da terra; Sistemas Ambientais; Caatinga.

Abstract: Understanding the dynamics of land use in the Caatinga biome in the light of environmental systems is essential to assess the impact of human activities in an integrated manner. This article aims to comprehend the changes in land use and land cover based on environmental information for the municipality of Serrolândia, state of Bahia, for the years 1985, 2000, 2010, and 2021. Land use and land cover maps were developed using data from the MapBiomas platform, while environmental information maps were created using data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics, United States Geological Survey, and the Geosciences System of the Brazilian Geological Survey. The results indicate a significant increase in pastureland in recent years, encompassing 76.03% of the municipal area in 2021. Agricultural and livestock activities prevail in the municipality, highlighting the need for environmental protection policies to balance land use and preserve natural resources.

Keywords: Land use; Environmental Systems; Caatinga.

Introdução

As mudanças climáticas intensificadas pelas ações antrópicas têm ocasionado danos e alterações substanciais nos ecossistemas, resultando em impactos significativos e efeitos irreparáveis. De acordo com o Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), as regiões semiáridas estão particularmente vulneráveis às alterações climáticas antropogênicas associadas ao uso insustentável da terra. Observa-se

que essas mudanças têm afetado o balanço de carbono no sistema terrestre, a disponibilidade de água e a provisão de serviços ecossistêmicos (IPCC, 2022).

O ecossistema da Caatinga está entre os mais devastados do mundo e mais alterados pelas atividades humanas. Dados do relatório anual do desmatamento no Brasil, por meio do projeto MapBiomas Alerta, apontam que a Caatinga compreende 7% da área desmatada no país. Entre os seis biomas brasileiros, a Caatinga é o terceiro bioma mais desmatado. No ano de 2021, a área desmatada na Caatinga era de cerca de 116.260 ha (MAPBIOMAS, 2022).

Esta pesquisa tem como recorte o município de Serrolândia-BA, situado no "Polígono das Secas", região semiárida do nordeste brasileiro, caraterizada pelo bioma Caatinga. No município não há registros de pesquisas sobre o uso e cobertura da terra, tornando imprescindível este estudo, uma vez ser evidente o aumento da intervenção humana em Serrolândia.

Os sistemas ambientais são constituídos por elementos interconectados, sujeitos a trocas de matéria e energia. Isso inclui elementos relacionados à cobertura, como pedologia e biodiversidade; ao suporte, como a litologia, formas de relevo e aquíferos subterrâneos; e aos envoltórios, como clima e corpos d'água (SOUZA, 2018). Portanto, os sistemas ambientais resultam da inter-relação entre sistemas naturais e antrópicos, como os geossistemas e sistemas socioeconômicos, respectivamente (AMORIM, 2012).

O mapeamento dos geossistemas proporciona uma compreensão abrangente das interações entre o ambiente natural e a ocupação antrópica, contribuindo para o levantamento ambiental e a análise de diferentes cenários (SANTOS; MONTEIRO, 2023). Para isso, a abordagem geográfica considera a complexidade dos sistemas e seus constituintes e se entende, em virtude dessa concepção, que os sistemas ambientais servem como base para as atividades humanas.

Assim, a análise das dinâmicas de origem antrópica em função das características ambientais e da sua importância é dada pelo entendimento apontado por Christofoletti (1999, p. 1):

> A abordagem holística e sistêmica é necessária para compreender como as entidades ambientais físicas, por exemplo, expressando-se em organizações espaciais, se estruturam e funcionam como diferentes unidades complexas em si mesmas e na hierarquia de alinhamento.

Para aplicar o planejamento ambiental de forma eficaz, são necessárias uma visão holística da configuração e a busca por objetivos através de ações regulares, incluindo considerar não apenas os componentes naturais, mas também o uso e a ocupação do território resultante das atividades humanas no sentido de solucionar problemas existentes. Essa concepção depende do conceito de ambiente que, para Sánchez (2008), no campo do planejamento e da gestão ambiental, é amplo, multifacetado e maleável. O termo amplo faz

referência à inclusão da natureza com a sociedade, multifacetado em função da apreensão por diferentes perspectivas e maleável no sentido de ser reduzido ou ampliado em função da necessidade do analista ou do interesse dos envolvidos. Dessa forma, o alcance dos instrumentos de planejamento e gestão ambiental é determinado pelo conceito de ambiente.

Para fins de se estabelecer uma base terminológica que será adotada neste trabalho, a concepção de ambiente envolve o meio físico, o meio biótico e o meio antrópico, entendendo esse ambiente para além de fornecedor de recursos para a sobrevivência da sociedade, mas também como fornecedor de funções ecológicas essenciais à vida (SÁNCHEZ, 2008).

O conhecimento sobre o uso da terra é relevante para garantir sua sustentabilidade em relação às questões ambientais, sociais e econômicas, amplamente discutidas no âmbito do desenvolvimento sustentável (IBGE, 2013). O mapeamento do uso e da cobertura da terra é uma ferramenta valiosa para o planejamento ambiental por oferecer informações sobre a distribuição espacial das atividades desenvolvidas numa determinada área, as condições ambientais da cobertura e a compreensão das mudanças ao longo do tempo.

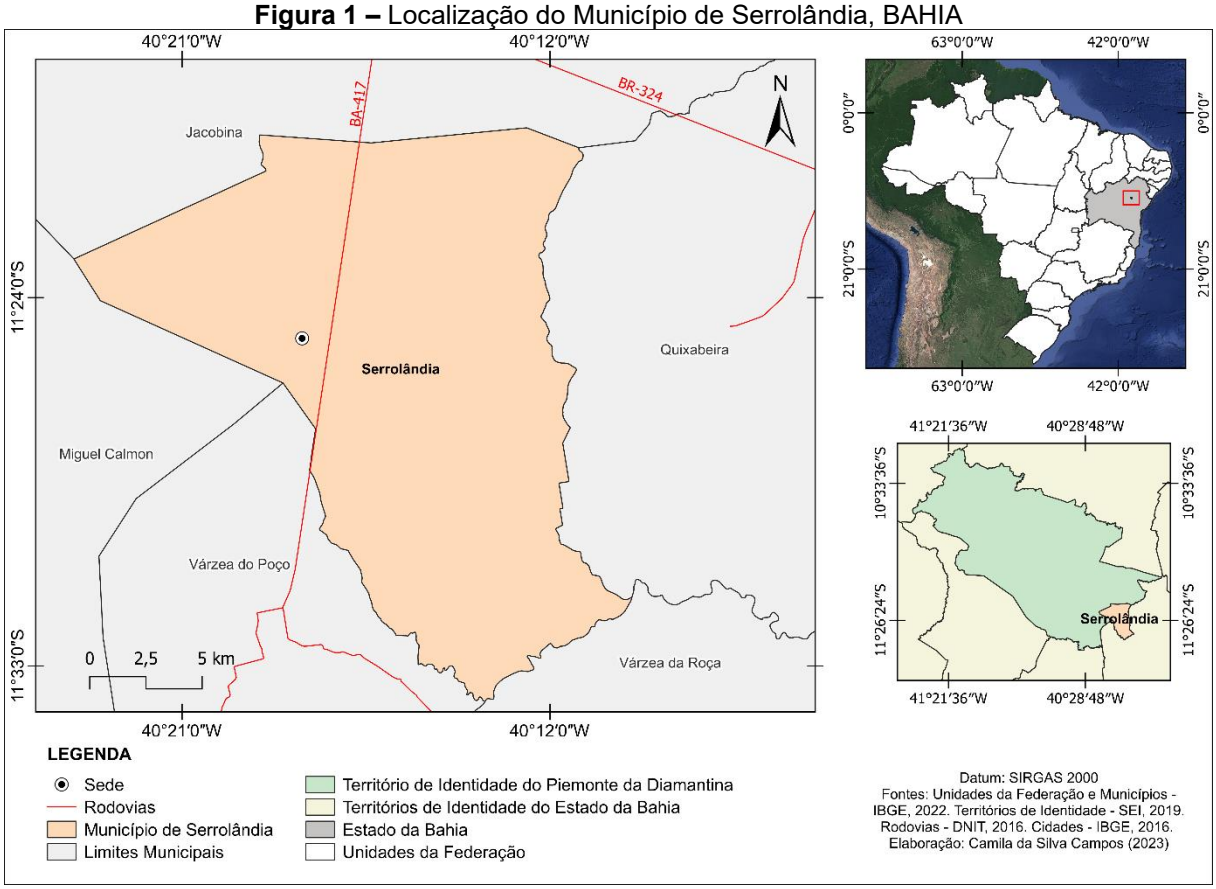
O presente estudo tem como objetivo compreender as mudanças de uso e da cobertura da terra com base nas informações ambientais do município de Serrolândia-BA nos anos 1985, 2000, 2010 e 2021. Dessa forma, a pesquisa oferece contribuições relevantes para a aplicação prática, fornecendo suporte para o planejamento e a elaboração de políticas públicas. Além disso, o estudo pode auxiliar na elaboração de estratégias de mitigação dos impactos ambientais identificados no município.

Materiais e Métodos

Localização da Área de Estudo

A pesquisa foi feita no município de Serrolândia-BA, distante, aproximadamente, de 320 km de Salvador, capital do estado, localizado numa região de clima semiárido no estado da Bahia, na Mesorregião do Centro Norte Baiano, Microrregião de Jacobina (IBGE, 2021), no Território de Identidade do Piemonte da Diamantina (BAHIA, 2016) (Figura 1). A sede do município está localizada nas coordenadas 11° 25' 7" Latitude Sul e 40° 17' 40" Longitude Oeste, estando presente nas folhas cartográficas de Caldeirão Grande (SC.24-Y-D-I) e Mundo Novo (SC.24-Y-D-IV). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), Serrolândia tem uma área de 322,022 km² e faz limites ao norte com Jacobina, ao sul com Várzea da Roça, a leste com Quixabeira e a oeste com Miguel Calmon e Várzea do Poço.

Figura 1 – Localização do Município de Serrolândia, BAHIA



Fonte: As autoras (2023).

O município tem uma população de 13.335 pessoas, com densidade demográfica de 41,41 hab./km² (IBGE, 2023). No ano de 2010, o município tinha 12.664 habitantes, o que configura um aumento de 5,3% na taxa de crescimento populacional. Apresenta índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM) de 0,590 e PIB per capita de R$ 7.946,89 (IBGE, 2020). As principais atividades econômicas desenvolvidas no município são a pecuária, a agricultura, a indústria e o comércio (REIS, 2010).

Informações Ambientais sobre o município de Serrolândia, BA

Para obtenção dos dados hipsométricos foi utilizado o modelo digital de elevação, com resolução de 30 m, obtidos na plataforma *Earth Explorer* do Serviço Geológico dos EUA (USGS). O arquivo raster foi importado para o QGis e reprojetado para o sistema de referência SIRGAS 2000 e coordenadas UTM, zona 24S. Após recorte da área com os limites do município de Serrolândia, Bahia, foi feita a reclassificação em quatro classes de altitudes, com amplitude de 100 m, convertido de raster para vetor e calculada a área de cada classe. Utilizando a mesma base de dados, foi elaborada a tabela de declividade, utilizando o comando raster – declividade. Os valores de declividade foram obtidos em porcentagem e

reclassificados em cinco classes, conforme EMBRAPA (2018): de 0 a 3%, relevo plano; de 3 a 8%, suave ondulado; de 8 a 20%, ondulado; de 20 a 45%, forte ondulado; e de 45 a 75%, montanhoso. Após a reclassificação, os dados foram vetorizados e calculada a área de cada classe de relevo.

O mapa de hidrografia foi obtido utilizando duas cartas topográficas digitais na escala 1:100.000, Caldeirão Grande (SC.24-Y-D-I) e Mundo Novo (SC.24-Y-D-IV), que recobrem o município de Serrolândia, Bahia, disponíveis no site do IBGE (2021). As cartas foram unidas e posteriormente procedeu-se ao recorte, usando o arquivo com os limites do município.

Para a aquisição de dados geológicos, foram utilizados os arquivos das Cartas Geológicas (SC.24-Y-D-I e SC.24-Y-D-IV), disponíveis na escala 1:100.000 no Sistema de Geociências do Serviço Geológico do Brasil (GeoSGB) da CPRM (2017). O mapa de Solos foi elaborado conforme arquivo disponível pelo IBGE para *download* na pasta Informações Ambientais, na escala 1:250.000. Após recorte da área, a simbologia e a legenda foram elaboradas segundo normas descritas no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (SANTOS *et al*., 2018).

Análise temporal de uso e cobertura da terra

Para confecção dos mapas de uso e de cobertura da terra no município de Serrolândia, foram obtidos arquivos no formato *raster,* com resolução de 30 m, disponíveis na plataforma MapBiomas, para os anos 1985, 2000, 2010 e 2021. As classes analisadas foram: Formação Florestal, Formação Savânica, Formação Campestre, Agropecuária, Áreas não Vegetadas e Corpos d'Água. Os mapas de classe de uso foram adquiridos através da coleção 7.1 do MapBiomas, na plataforma *Google Earth Engine.* Por meio do Toolkit presente na plataforma, foram selecionados a coleção e o ano de interesse do mapeamento. Os arquivos foram baixados no formato GeoTiff. O código referente à classe de uso e respectiva legenda com paleta de cores estão disponíveis no site e foram baixados para organização do mapa no QGis. Foi utilizada a ferramenta r.report, através do *plugin* GRASS, para o cálculo de área de raster/pixel em hectare (ha) (MAPBIOMAS, 2021).

Resultados e discussão

Informações Ambientais do Município de Serrolândia-BA

A caracterização do sistema ambiental é fundamental para a compreensão das potencialidades e fragilidades de uma determinada área. Esses sistemas fornecem subsídios

para a avaliação e gestão ambiental adequada segundo os atributos geológicos, hidrológicos, geomorfológicos e pedológicos que o município apresenta.

O arcabouço geológico, marcado pela natureza das rochas e pela tectônica que atua sobre elas, em conjunto com os fatores climáticos, origina variadas formas de relevo com características próprias, mas que guardam, entre si, relações comuns com a estrutura geológica a partir da qual se formaram (IBGE, 1998). Dessa forma, a identificação das estruturas geológicas permite analisar as fragilidades, comportamento geotécnico e hidrológico das unidades, auxiliando na compreensão do relevo e dos diferentes tipos de solo (ROSS, 1995).

O município de Serrolândia está localizado em áreas de rochas cristalinas dos complexos Caraíba e Saúde. O complexo Saúde é representado pelas unidades Cariacá e Itapeipu, do período Riaciano, recobrindo apenas 26% da área do município (Tabela 1). A unidade Cariacá é constituída de paragnaisse e migmatitos, podendo apresentar nódulos de aluminossilicatos ou de quartzo, ocupa faixa de noroeste a sudoeste do município. Na unidade Itapeipu, predominam os quartzitos e subordinadamente os metaconglomerados e se apresenta de forma restrita na porção noroeste do município.

O complexo Caraíba, do período Neoarqueano, representa 36% da área do município e se estende de norte a sul. Esta unidade é constituída principalmente de charnockítico e ortognaisse granulítico enderbítico. De formação mais recente, do período Cenozoico, estão as Coberturas detrito-lateríticas ferruginosas, que representam 36% da área do município (Tabela1). Nesta unidade geológico-ambiental, estão presentes as vertentes recobertas, tabuleiros, planaltos, platôs e chapadas, superfícies aplainadas, degraus estruturais e rebordos erosivos (CPRM, 2006).

Tabela 1 – Abrangência e percentagem relativa das unidades estratigráficas no município de Serrolândia-BA, 2023.

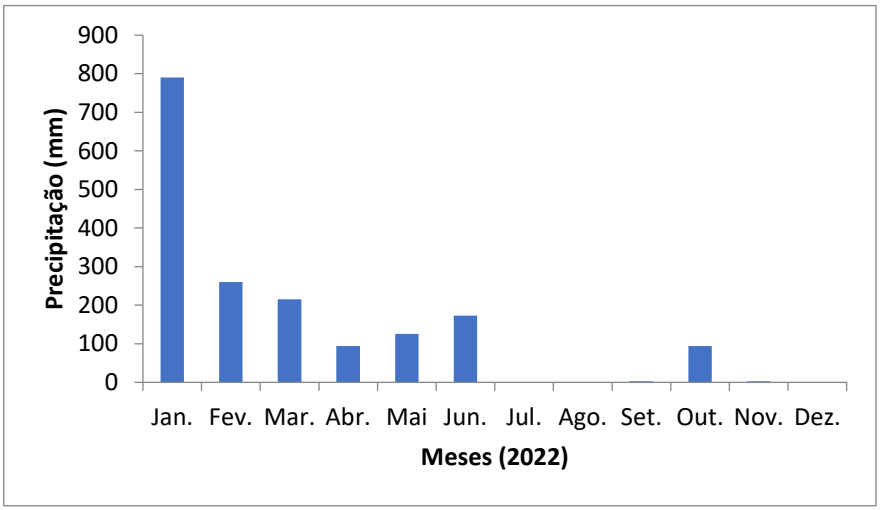
Unidades Litoestratigráficas	Área (km²)	Área (%)
Caraíba	117,7	36,6
Cariacá	82,6	25,6
Cobertura detrito-lateríticas ferruginosas	116,4	36,2
Granitóides Várzea do Poço	2,6	0,8
Itapeipu	2,7	0,8
Total	**322,02**	**100,0**

Fonte: As autoras (2023).

As paisagens dos sistemas ambientais são fortemente influenciadas pelo clima. O efeito do clima, através de variáveis como precipitação, temperatura e umidade, pode ser considerado o mais importante agente na manifestação das expressões do meio físico, biótico e antrópico.

O município de Serrolândia apresenta clima semiúmido, com 4 a 5 meses secos, com temperatura média superior a 18° C durante todos os meses do ano (IBGE, 2019). As chuvas no ano de 2022 foram concentradas no primeiro semestre, registrando maior acúmulo de chuva para o mês de janeiro, com verão chuvoso e inverno seco (Figura 2).

Figura 2 – Dados de precipitação (mm) do município de Serrolândia-BA, durante o ano de 2022.



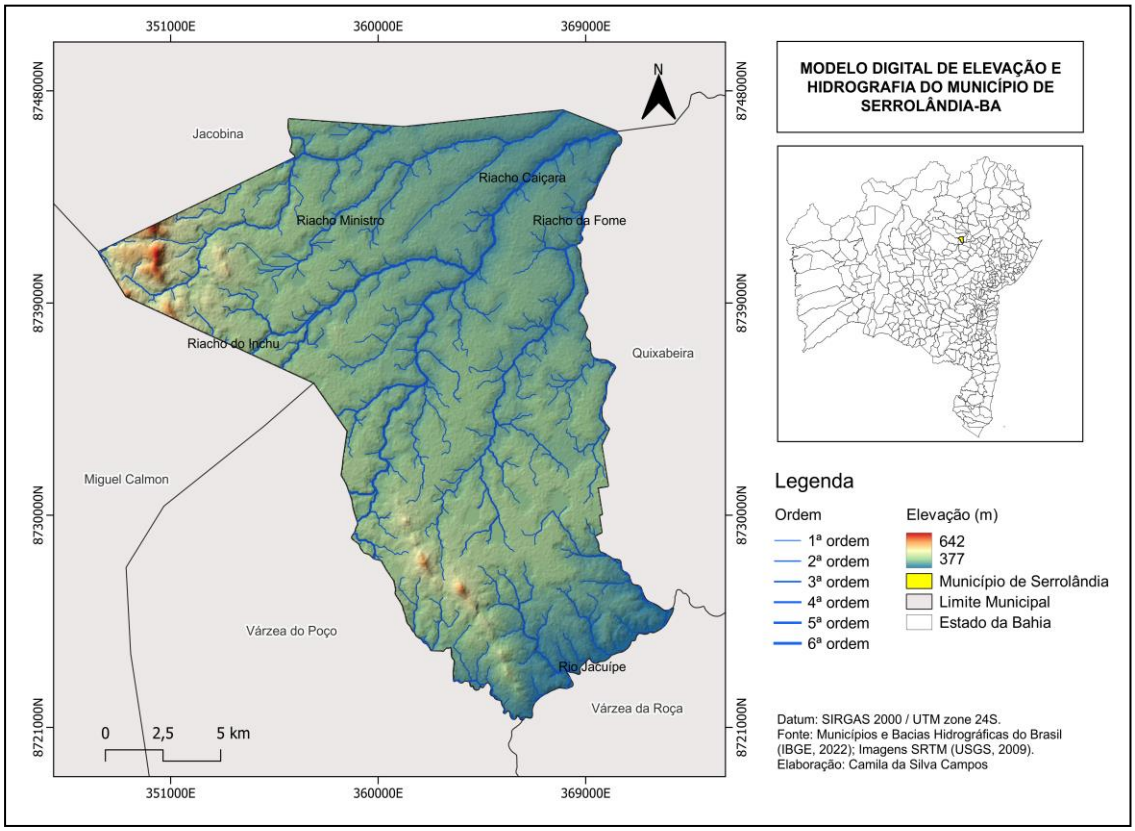
Fonte: Agência Nacional de Água (ANA, 2021).

A intensidade e a frequência com as quais as variáveis climáticas se manifestam são fundamentais para compreender os processos intempéricos, bem como as formas de uso e cobertura do solo. Essa distribuição irregular da precipitação é um fator limitante para a produção agrícola no município, principalmente quando práticas agrícolas inadequadas aumentam a exposição do solo, elevando a temperatura e reduzindo a umidade.

As características do relevo são importantes não só por interferir nas formas de uso e ocupação das terras, como também por atenuar ou intensificar os impactos decorrentes das atividades antrópicas, definindo áreas com maior ou menor vulnerabilidade ambiental. Dessa forma, influenciam no transporte de materiais, nos padrões climáticos, na distribuição da vegetação, no tipo de solo, na disponibilidade de recursos hídricos e na erosão, atuando na redistribuição de agentes endógenos e exógenos no sistema (MEDEIROS *et al.*, 2023).

De acordo com o modelo digital de elevação (MDE), o município de Serrolândia tem altitude variando de 377 a 642 m em relação ao nível do mar, com as áreas mais elevadas a noroeste e sudoeste (Figura 3).

Figura 3 – Modelo Digital de Elevação do Município de Serrolândia, Bahia, 2023.



Fonte: As autoras (2023).

A hipsometria é uma técnica cartográfica que permite apresentar as variações altimétricas do relevo em um mapa (GUERRA, 1993). Nessa representação, as áreas de menor altitude estão indicadas por tons verdes, enquanto as áreas de maior altitude são representadas por tons avermelhados, seguindo a norma cartográfica. No município, as menores altitudes se situam entre 300-400 m e as maiores, entre 600-700 metros (Tabela 2).

A maior parte do município tem altitude na faixa de 400 a 500 metros, equivalendo a 92,68% da área total (Tabela 2). Apenas 9% da área apresenta altitude superior a 500 m. As áreas mais elevadas apresentam vegetação mais densa e preservada, apesar da presença de atividades antrópicas nas áreas próximas ao relevo mais acentuado. As áreas destinadas à pastagem são facilmente identificadas no entorno dos morros.

Tabela 2 – Hipsometria do município de Serrolândia-BA, 2023.

Hipsometria (m)	Área (km²)	Área (%)
300 – 400	13,8	4,3
400 – 500	298,4	92,6
500 – 600	9,3	2,9
600 – 700	0,3	0,10
Total	**322,02**	**100,00**

Fonte: As autoras (2023).

A rede de drenagem tem papel fundamental no transporte de materiais das áreas elevadas para as áreas mais baixas, sendo primordiais nos processos de formação do relevo. Em termos hidrográficos, o município está situado na Região Hidrográfica Atlântico Leste e faz parte de duas Bacias hidrográficas: a Bacia do Rio Paraguaçu e a Bacia do Rio Itapicuru, estando a maior parte do município inserida na Bacia do Itapicuru.

A hidrografia do município é, em sua grande maioria, intermitente, com padrão de drenagem fluvial do tipo dendrítica ou arborescente, estando as correntes tributárias distribuídas ao longo da superfície do terreno. Esse modelo de drenagem é comum em áreas de estruturas sedimentares horizontais ou de rochas de resistência uniforme (CHRISTOFOLETTI, 1980). Os principais rios que drenam o território de Serrolândia são Rio Jacuípe, Riacho Inchu, Riacho da Fome e Riacho Caiçara. O Rio do Peixe e o Rio Jacuípe são afluentes do Rio Paraguaçu, limitando o município ao norte e ao sul, respectivamente (Figura 3).

O Rio Jacuípe é perene, na parte sul, ele flui na direção leste, mudando de direção para nordeste nas imediações do entroncamento com o município de Várzea da Roça. O Riacho Caiçara é um curso d'água intermitente, situado na região norte do município de Serrolândia, em estreita proximidade com a sede do município, com fluxo na direção nordeste. O Riacho da Fome está localizado a nordeste, próximo ao município de Quixabeira, sendo também de natureza intermitente. Ambos os corpos hídricos se unem no extremo nordeste do município, formando o Rio do Peixe, que não está localizado dentro da área municipal.

O Código Florestal prevê a necessidade de garantir a proteção das margens dos rios para evitar o assoreamento e a erosão. Entretanto, as atividades antrópicas ainda são perpetuadas por ações de desmatamento e queimadas, favorecendo o escoamento superficial e o assoreamento do rio.

O modelado terrestre, elemento do sistema ambiental, é também um condicionante para as atividades humanas e as organizações sociais. Dessa forma, o conhecimento sobre a geomorfologia permite compreender as diferentes formas do relevo e a dinâmica responsável pelo funcionamento e pela esculturação das paisagens topográficas (CASSETI, 1995).

Os domínios morfoestruturais compreendem os maiores táxons na compartimentação do relevo, estando o município de Serrolândia inserido nas Bacias e Coberturas sedimentares fanerozoicas, caracterizadas pelos planaltos e chapadas desenvolvidos sobre rochas sedimentares horizontais a sub-horizontais, eventualmente dobradas e/ou falhadas, em ambientes de sedimentação diversos, dispostos no interior do continente (IBGE, 2009). Pertence à Região Geomorfológica dos Tabuleiros Interioranos e apresenta predomínio de modelados de aplanamentos, embora ocorram feições de dissecação na porção noroeste nas

unidades da Serra de Jacobina. Os modelados de aplanamento são caracterizados por pediplanos retocados e pediplanos degradados inumados.

Nestes modelados, as classes de relevo predominantes são plano e suave ondulado, representando 75% da área do município. A classe de relevo ondulado ocupa apenas 22% da área (Tabela 3).

As informações de declividade são importantes para o planejamento ambiental, especialmente em áreas de maior declividade (inclinação superior a 45º). Essas áreas requerem preservação permanente de acordo com o Código Florestal em razão da sua alta susceptibilidade à erosão (SILVA *et al*., 2016). Uma cobertura vegetal adequada é essencial para minimizar os impactos negativos da erosão, portanto, medidas de proteção, como manutenção e recomposição da vegetação nativa e restrição das atividades antrópicas, são necessárias para preservar essas áreas e garantir a sustentabilidade.

Nessa condição, é importante afirmar que a substituição da vegetação nativa por culturas agrícolas ou pastagens aumenta significativamente o risco de degradação do solo pela intensificação dos processos erosivos (SANTOS; SALCEDO, 2010).

Tabela 3 – Declividade do município de Serrolândia-BA, 2023.

Declividade	Área (km²)	Área (%)
Plano	78,3	24,3
Suave ondulado	167,1	51,9
Ondulado	73,0	22,7
Forte ondulado	3,3	1,0
Montanhoso	0,3	0,1
Total	**322,02**	**100,00**

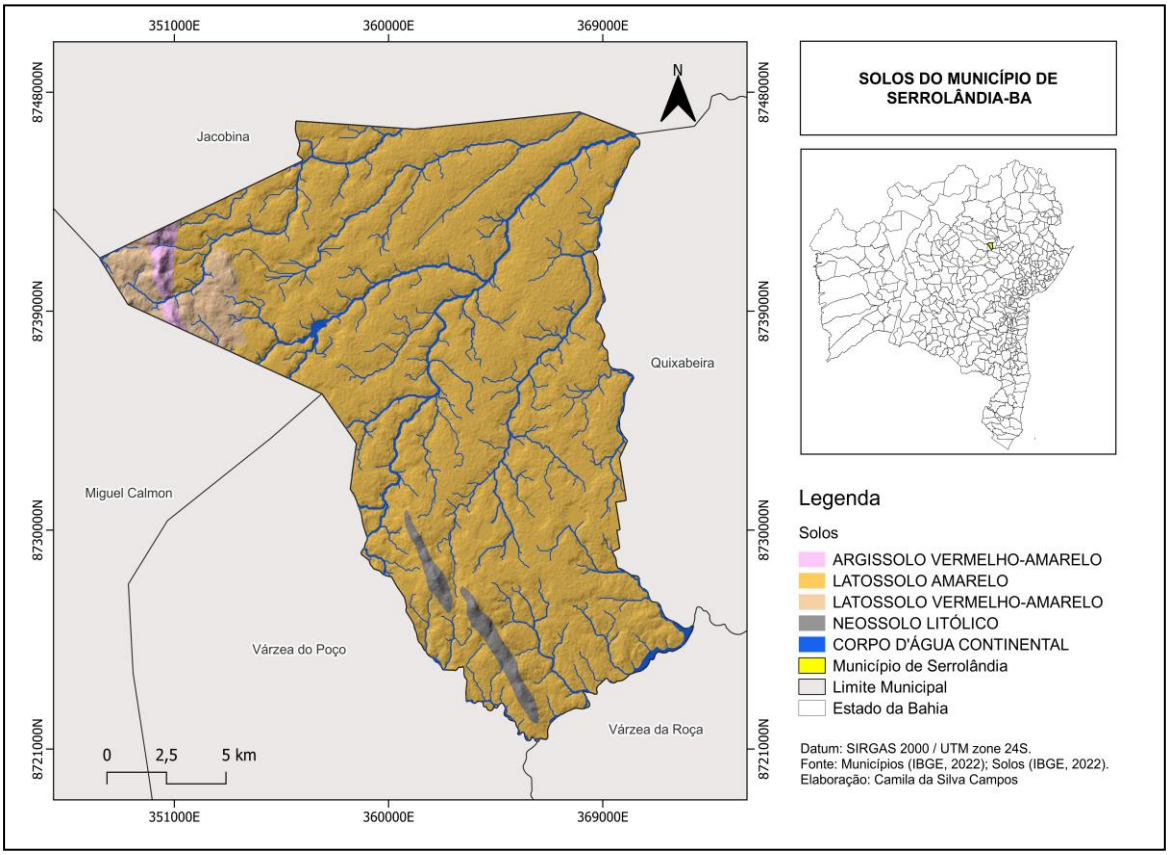
Fonte: As autoras (2023).

Considerando as inter-relações estruturais e funcionais do clima-solo-biota, Guerra e Cunha (2009) afirmam que solos bem desenvolvidos apresentam íntima ligação com o clima e a vegetação, enquanto solos jovens apresentam características evidentes da rocha matriz. No bioma da Caatinga, os Latossolos são expressivos em termos de distribuição geográfica (ARAÚJO FILHO *et al*., 2022), ocupando uma área de 21% da Caatinga (JACOMINE, 1996). No município de Serrolândia, estão presentes os solos Latossolo Amarelo Distrófico, Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico e Neossolo Litólico Eutrófico (IBGE, 2022) (Figura 4).

A classe de solo de maior abrangência no município é a do Latossolo Amarelo Distrófico, que ocupa 92% da área (Tabela 4). São solos com saturação de base inferior a 50% na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (incluindo BA) e têm matriz amarela (7,5YR ou mais) na maior parte dos primeiros 100 cm do horizonte B (incluindo BA) (SANTOS *et al.*, 2018).

Os Latossolos são solos profundos, bem drenados e bastante intemperizados. Têm restrições agrícolas em razão da baixa disponibilidade de nutrientes. Apresentam textura de média a muito argilosa, com pouca variação no conteúdo de argila ao longo do perfil do solo. Suas características morfológicas, físicas, químicas e mineralógicas no horizonte diagnóstico Bw (B latossíloco) são bastante homogêneas, ou seja, não apresentam grande variação (ARAÚJO FILHO, 2011).

Figura 4 – Mapa de classes de solos do município de Serrolândia-BA, 2023.



Fonte: As autoras (2023).

Apesar da baixa fertilidade, os Latossolos, por estarem distribuídos nas classes de relevo plano e suave ondulado, são favoráveis ao uso agrícola, sendo ocupados principalmente por pastagens. O avanço das pastagens tem contribuído para a redução da vegetação original, aumentando a pressão sobre o bioma Caatinga, como será discutido no próximo tópico.

Tabela 4 – Abrangência e percentagem relativa das classes de solos no município de Serrolândia-BA, 2023.

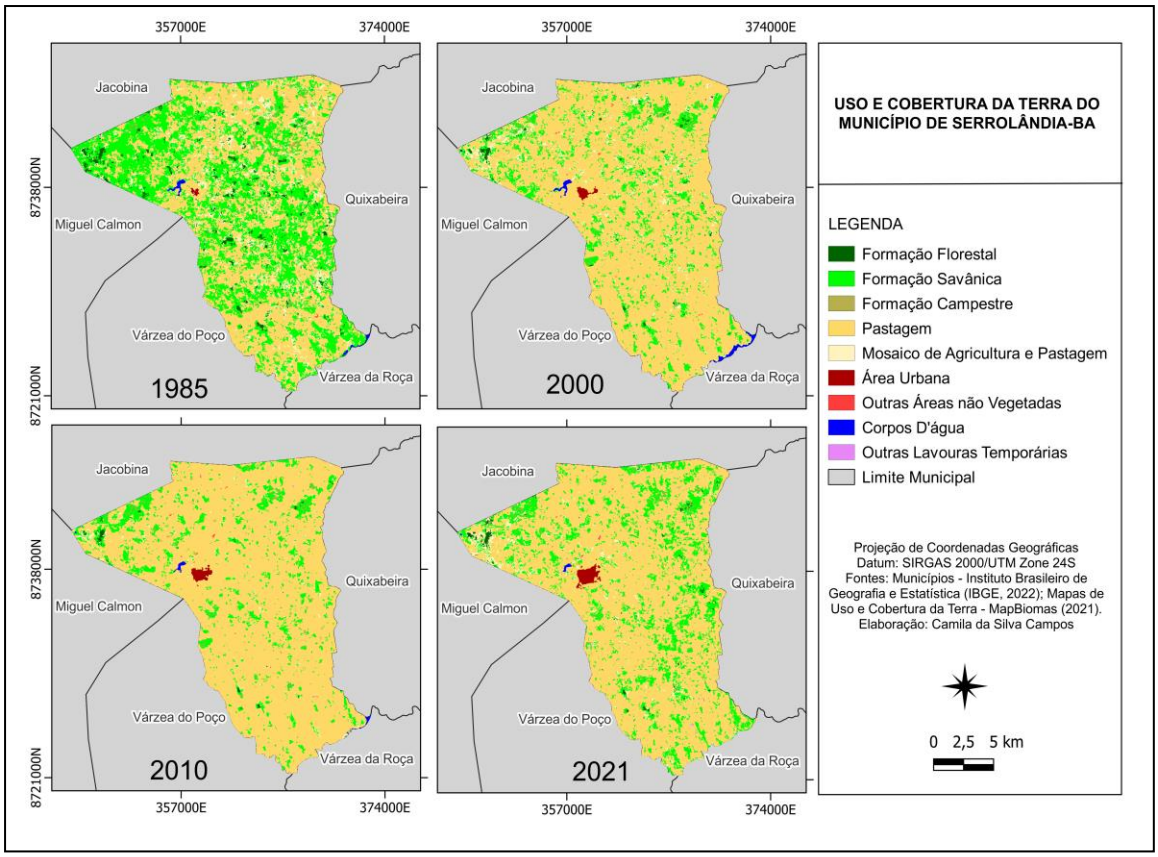
Classes de Solo	Área (km²)	Área (%)
Latossolo Amarelo	299,2	92,9
Latossolo Vermelho-Amarelo	12,4	3,8
Neossolo Litólico	5,8	1,8
Argissolo Vermelho-Amarelo	3,3	1,0
Corpo D'água Continental	1,0	0,3
Total	**322,02**	**100,00**

Fonte: As autoras (2023).

Avaliação temporal do uso e cobertura do solo

A análise temporal do mapa de uso e de cobertura da terra permite investigar as transformações ocorridas ao longo do tempo e identificar padrões espaciais que evidenciam a influência antrópica no município. A evolução temporal de uso e da cobertura da terra do município de Serrolândia para os anos de 1985, 2000, 2010 e 2021 está apresentada na Figura 6.

Figura 6 – Alterações no Uso e Cobertura da Terra do Município de Serrolândia, Bahia (1985-2021).



Fonte: As autoras (2023).

No mapa referente ao ano de 1985, é observado predomínio de formação savânica. De acordo com o a legenda disponibilizada pelo MapBiomas (2021), coleção 7.1, a formação savânica corresponde a uma formação vegetal aberta, com um estrato arbustivo e/ou arbóreo mais ou menos desenvolvido, estrato herbáceo sempre presente. Nesse ano, a área predominante do município se configurava como a caatinga arbustiva e em seguida. a pastagem, com fragmentos de formação florestal, estruturando uma vegetação nativa que não foi alterada pelo fator antrópico.

A classe de Formação Florestal na Caatinga compreende os tipos de vegetação com predomínio de dossel contínuo - Savana-Estépica Florestada, Floresta Estacional Semi-Decidual e Decidual (MAPBIOMAS, 2021).

A formação florestal, classe mais presente no mapa de 1985, está localizada na porção noroeste do município, próximo aos municípios de Jacobina e Miguel Calmon, o que pode estar relacionado com a forma de relevo forte ondulado e elevação acima de 500 metros. Nota-se que, nas outras temporalidades, a formação florestal ainda permanece, mesmo com perda de área, observada com a redução dessas áreas de cobertura vegetal nativa.

O predomínio da classe de vegetação nativa mostra que grande parte da cobertura vegetal ainda estava mantida e que não havia muitos indícios de ação antrópica severa no município. Também é notável a existência de manchas de formação campestre, composição natural da paisagem do município, composta por pequenos fragmentos.

Conforme o MapBiomas (2021), a formação campestre no bioma da Caatinga compreende os tipos de vegetação com predomínio de espécies herbáceas (Savana-Estépica Parque, Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa, Savana Parque, Savana Gramíneo-Lenhosa) + (Áreas inundáveis com uma rede de lagoas interligadas, localizadas ao longo dos cursos de água e em áreas de depressões, que acumulam água, vegetação predominantemente herbácea a arbustiva).

Essa configuração de uso da terra nos ambientes áridos e semiáridos indica existência de fragilidades ambientais pela intensificação da atuação de forças antrópicas. A relação entre o avanço dos usos e a fragmentação vegetacional se manifesta por meio de processos físicos e biológicos, que geram problemáticas. Por conseguinte, a abordagem ecológica nos possibilita uma análise da paisagem, considerando a condição ambiental da área com base no tamanho, forma e quantidade dos polígonos (OLIVEIRA JUNIOR, 2022). É possível identificar que, para o ano de 2010, houve aumento na fragmentação da vegetação em razão do desenvolvimento da unidade de manejo de pastejo. A paisagem está distribuída em pastagem como matriz, e as manchas compreendem a formação savânica, ou seja, formação de Caatinga savana-estépica.

Outro aspecto importante a destacar se refere à dimensão do corpo d'água do Açude Serrote nos mapas referentes aos anos de 1985 e 2000, em que está mais acentuado. Este açude, de maior relevância ao longo da história do município, foi construído na década de 50, quando Serrolândia ainda pertencia ao município de Jacobina, com o objetivo de amenizar a falta d'água durante as épocas de seca. O açude foi construído pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), órgão responsável pela administração desse grande empreendimento.

O açude comporta 10.776.170 m³ de água e seu uso foi descontinuado em razão do elevado teor de salinidade e da falta de cuidados, o que acarretou poluição hídrica. A eutrofização, processo de acúmulo de matéria orgânica, comum em corpos hídricos represados, também é um problema presente no açude. No mapa referente ao ano de 1985, é observada maior extensão do açude, que foi perdendo área ao longo dos anos. Com base nessas evidências, Silva *et al.* (2022) apontaram que o avanço de áreas antropizadas também afeta os corpos hídricos, alterando a qualidade da água. Dessa forma, são urgentes medidas conservacionistas para recuperação e proteção do reservatório.

Até o ano 2000, ainda são observadas pequenas áreas de Formação Florestal na porção noroeste, nordeste e pequenas áreas ao sul, compostas por vegetação natural que não foi alterada pelo homem, bem como manchas de Formação Savânica.

Essas mudanças também são observadas pela quantificação da área ocupada por cada classe de uso, durante o período avaliado (Tabela 5). A maior classe observada é a de pastagem, ocupando no ano de 2021 cerca de 245, 93 km², o que corresponde a 76,03% da área total do município.

Tabela 5 – Dinâmica temporal de uso e cobertura do município de Serrolândia-BA, 2023.

Classes	**1985**	**Área (%)**	**2000**	**Área (%)**	**2010**	**Área (%)**	**2021**	**Área (%)**
Pastagem	151,22	46,74	255,87	79,17	278,18	85,96	245,93	76,03
Formação Savânica	127,29	39,35	45,93	14,18	35,49	10,97	60,24	18,63
Mosaico de Agricultura e Pastagem	32,07	9,92	15,53	4,80	4,66	1,44	10,81	3,35
Formação Florestal	6,99	2,16	1,79	0,55	0,82	0,25	1,84	0,57
Formação Campestre	4,82	1,49	1,81	0,56	2,26	0,70	2,02	0,62
Corpos D'água	0,80	0,25	1,52	0,47	0,54	0,17	0,25	0,08
Área Urbana	0,27	0,08	0,84	0,26	1,36	0,42	2,15	0,67
Outras Áreas não Vegetadas	0,06	0,02	0,20	0,06	0,16	0,05	0,18	0,06
Outras Lavouras Temporárias	-	-	-	-	0,05	0,02	0,10	0,03
Total (km²)	**323,52**	**100,00**	**323,52**	**100,00**	**323,52**	**100,00**	**323,52**	**100,00**

Fonte: As autoras (2023).

Atualmente, a menor área de uso corresponde a outras lavouras temporárias, que abrangem 0,03% da área do município, sendo as áreas ocupadas com cultivos agrícolas de curta ou média duração, com ciclos menores que um ano, que, após a colheita, necessitam de novo plantio para produzir (MAPBIOMAS, 2021). No ano de 2010, é perceptível o avanço de áreas antropizadas como a pastagem, que compreende a maior área do município nesse período.

Além da pastagem, há presença de mosaicos dessa classe em conjunto com a agricultura. Conforme Reis (2010, p. 39), em Serrolândia-BA, “a maior parte da agricultura é de subsistência, modelo em que os alimentos produzidos são suficientes para suprir as necessidades do proprietário de terra e de sua família.” No município, é realizada pelos pequenos produtores a agricultura cíclica, proporcionando maior produtividade. São predominantes as culturas de milho, mandioca e feijão. A classe de pastagem apresentou aumento significativo entre 1985 e 2000, aumentando a área no ano de 2000 para 255,87 km². No entanto, desde então, houve uma diminuição gradual, chegando a 245,93 km² em 2021.

No mosaico de Agricultura e Pastagem, dados indicam que essa classe teve tendência de diminuição ao longo do tempo, com queda quase acentuada entre 1985 e 2000. No entanto, houve um aumento significativo de 4,66 km² em 2010 para 10,81 km² em 2021. Os dados indicam mudanças significativas no uso da terra ao longo do tempo. A diminuição de áreas de pastagem pode ser atribuída à conversão de outros usos, como agricultura e urbanização, ou a mudanças nas práticas agrícolas.

A classe de formação savânica, que compreende a vegetação da Caatinga com predomínio de espécies de dossel semicontínuo - Savana-Estépica Arborizada, Savana Arborizada (MAPBIOMAS, 2021), mostrou redução acentuada entre 1985 e 2010, mas houve um pequeno aumento em 2021 em comparação com 2010. No geral, houve diminuição significativa no período analisado.

Os dados do MapBiomas indicam diminuição constante na área ocupada por corpos d’água ao longo do tempo, com redução significativa de 1,52 km² em 2000 para 0,25 km² em 2021. A diminuição de formação savânica também é preocupante, pois pode representar perda na biodiversidade, nos serviços ecossistêmicos e na qualidade da água.

Os valores de formação florestal são relativamente baixos em comparação com outras classes. Apesar de ter maior área presente apenas no ano de 1985, essa classe vem mostrando tendência de recuperação em anos recentes.

A classe de área urbana mostra aumento contínuo ao longo dos anos, refletindo o crescimento urbano em Serrolândia. Esses dados se refletem nas informações fornecidas pelo IBGE. No ano de 2010, a população de Serrolândia era de 12.344 habitantes. Em 2022

houve aumento de 5,3% em relação ao censo anterior, computando um total de 13.335 habitantes (IBGE, 2023).

O número total de habitantes no ano de 1970 era superior aos dias atuais, porém essa população era predominantemente rural, o que caracterizava os usos e atividades praticadas pela população do município. Ao longo dos anos, houve aumento significativo da área e da população urbana. Esse crescimento pode resultar em pressões adicionais dos recursos naturais, havendo necessidade de um planejamento ambiental adequado para mitigar os impactos ambientais negativos. Confirmando Souza (2018) no que tange à importância de considerar o mapeamento de uso e de cobertura para as áreas urbanas, para que o planejamento considere os aspectos físico-naturais e avalie as condições ambientais dessas áreas, esse crescimento indica avanço antrópico em áreas vegetacionais.

Considerações Finais

Os resultados indicam aumento das áreas antropizadas, principalmente o ganho significativo de pastagem no município, representando 76,03% da área total em 2021. A vegetação nativa, representada principalmente pela formação savânica e florestal, diminuiu ao longo dos anos, apesar da regeneração da cobertura natural para o ano de 2021, sendo, portanto, necessário observar a evolução dessas tendências ao longo do tempo.

As chuvas irregulares e as características pedológicas são fatores limitantes para produção agrícola, mas os aspectos de relevo com predominância de áreas planas e suavemente onduladas atenuam essa condição.

A predominância de uso e da cobertura proveniente das ações antrópicas, como a agropecuária, ressalta a importância de políticas de proteção ambiental no município. São necessárias medidas de conservação da vegetação nativa, gestão dos recursos hídricos, mitigação dos impactos sobre o solo e recuperação de áreas degradadas.

Conclui-se que a conservação da Caatinga depende de um equilíbrio entre as atividades antrópicas e a preservação dos ecossistemas, sendo fundamental o engajamento dos gestores públicos e da sociedade. Logo, reafirma-se a importância de estudos subsequentes para avaliar os impactos da mudança de uso e da cobertura na qualidade do solo e no fornecimento dos serviços ecossistêmicos.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Programa de Pós-Graduação em Estudos Territoriais da Universidade do Estado da Bahia – PROET/UNEB.

Referências

AMORIM, R. R. Um novo olhar na Geografia para os conceitos e aplicações de Geossistemas, Sistemas Antrópicos e Sistemas Ambientais. Caminhos de Geografia (UFU), v. 13, n. 41, p. 80-101, 2012.

ARAÚJO FILHO, J. C. de.; MARQUES, F. A.; AMARAL, A. J. do.; CUNHA, T. J. F.; SOUZA JÚNIOR, V. S. de.; GALVÃO, P. V. S. Solos do Semiárido: características e estoque de carbono. In: GIONGO, Vanderlise; ANGELOTTI, Francislene (Org.). Agricultura de baixa emissão de carbono em regiões semiáridas: experiência brasileira. Brasília, DF: Embrapa, 2022. p. 93-111.

ARAÚJO FILHO, J. C. de. Relação solo e paisagem no Bioma Caatinga. In: XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Dourados: UFGD, 2011. p. 1-24.

BAHIA. Territórios de Identidade Estado da Bahia. 2016. Disponível em:https://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/territ_ident_2v25m_2016.pdf Acesso em: 16 de maio de 2023.

CASSETI, V. Ambiente e Apropriação do Relevo. 2ed. São Paulo: Contexto, 1995.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: UNESP; Edgard Blücher, 1999.

GUERRA, A. J. T. Dicionário geológico geomorfológico. 8. Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. (Org.). Geomorfologia e Meio Ambiente. 7 Ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico de Uso da Terra. 3. Ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico de Geologia. Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro: IBGE, 1998.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Manual Técnico de Geomorfologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Divisão Territorial Brasileira - DTB 2021. 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15778-divisao-territorial-brasileira.html. Acesso em: 02 mar. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Área territorial brasileira 2022. 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/serrolandia.html. Acesso em: 29 jul. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Censo 2022: População e Domicílios - Primeiros Resultados. 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/serrolandia.html. Acesso em: 3 jul. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE IDHM Índice de desenvolvimento humano municipal: Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD. 2020. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/serrolandia.html. Acesso em: 29 jul. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Folhas Topográficas. 2021. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/folhas-topograficas/15809-folhas-da-carta-do-brasil.html. Acesso em: 02 mar. 2023.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. In: PÖRTNER, H.-O; ROBERTS, D.C.; TIGNOR, M.; POLOCZANSKA, E.S.; MINTENBECK, K.; ALEGRÍA, A.; CRAIG, M.; LANGSDORF, S.; LÖSCHKE, S.; MÖLLER, V.; OKEM, A.; RAMA, B. (Orgs.). Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. 3056 p.

JACOMINE, P. K. T. Solos sob caatinga: características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa: SBCS; UFV, DPS, 1996. p.95-133.

MAPBIOMAS. Coleção 7 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Brasil. 2021. Disponível em: https://mapbiomas.org/. Acesso em: 25 mar. 2023.

MAPBIOMAS. Relatório Anual de Desmatamento. 2022. Disponível em: http://alerta.mapbiomas.org. Acesso em: 25 mar. 2023.

MAPBIOMAS. Coleção 7.1 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso do Solo do Brasil. 2023. Disponível em: https://mapbiomas.org/. Acesso em: 25 mar. 2023.

MEDEIROS, R. B.; SANTOS, L. C. A. dos.; BEZERRA, J. F. R.; SILVA, Q. D. da.; MELO, S. N. de Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Buriticupu, Maranhão - Brasil: o Relevo como Elemento Chave. Sociedade & Natureza, 2023, v. 35, p. e66679, 2023.

OLIVEIRA JUNIOR, I. de. Fragmentos vegetais da Caatinga e métricas da paisagem: uma abordagem no contexto do processo de desertificação. Acta Geográfica, v. 16, n. 41, 2022.

REIS, D. P. dos. Serrote de ontem, Serrolândia de hoje. 3 Ed. Salvador: Press Color, 2010.

ROSS, J. L. S. Análise e síntese na abordagem geográfica da pesquisa para o planejamento ambiental. Revista do Departamento de Geografia, v. 9, p. 65-75, 1995.

SÁNCHEZ, L. H. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

SANTOS, A. C.; SALCEDO, I. H. Fertilidade nas áreas de várzea e topo em função do uso do solo e posição do relevo. Revista de Biologia e Ciências da Terra, v. 10, n. 2, p. 83-90, 2010.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos.; OLIVEIRA, V. A. de.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B de; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. Ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, A. dos; MONTEIRO, K. A. Paisagem e ocupação pretérita do talhado: grupos de fácies da bacia hidrográfica do Riacho do Talhado. Revista Contexto Geográfico, v. 7, n. 15, p. 85–97, 2023.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. Mapa Geodiversidade do Brasil: Escala 1: 2.500.000: Legenda expandida. Rio de Janeiro: CPRM, 2006.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. Sistema de geociências do Serviço Geológico do Brasil (GeoSGB), 2017. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/. Acesso em: 10 jun. 2023

SILVA, M. P.; SANTOS, F. M. D.; LEAL, A. C. Planejamento ambiental da bacia hidrográfica do córrego da Olga, Ugrhi Pontal do Paranapanema – São Paulo. Sociedade & Natureza, v. 28, n. 3, p. 409–428, 2016.

SILVA, T. A.; DUARTE, M. L.; COELHO, C. M. P.; GUANDIQUE, M. E. G.; COSTA, S. H. Uso da terra e sua influência na qualidade da água em uma represa de abastecimento de água no município de Sorocaba–SP. Revista do Departamento de Geografia, v. 42, 2022, p. e188984-e188984.

SOUZA, M. J. N. Geomorfologia e Planejamento Ambiental. Revista de Geografia (RECIFE), v. 35, n.4, p. 380-393, 2018.

USGS. Serviço Geológico dos EUA. Disponível em https://earthexplorer.usgs.gov/. Acesso em 10 de jun. de 2023.

Caracterização e Avaliação Físico-Ambiental da Serra da Santa Cruz e seu Entorno, Monte Santo - BA

Characterization and Physical-Environmental Assessment of Serra da Santa Cruz and its Surroundings, Monte Santo – BA

Felipe Gonçalves Campos
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
0009-0006-4816-6714
felipe.campos@upe.br

Luiz Henrique de Barros Lyra
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
0000-0003-3729-7023
luizhenrique.lyra@upe.br

Breno dos Santos Costa
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
0009-0002-7318-3672
breno.santos@upe.br

Samara Izabel Souza
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
0009-0003-0800-1497
samara.izabel@upe.br

Resumo: A Serra da Santa Cruz e o seu entorno, localizada no município de Monte Santo - BA, faz parte do compartimento geológico denominado Bloco Serrinha contido no Complexo Santa Luz e apresenta características físico-ambientais exuberantes. O objetivo desta pesquisa foi caracterizar e avaliar os aspectos e processos físico-ambientais da Serra da Santa Cruz de forma integrada a partir do levantamento documental e cartográfico evolutivo, como, mudanças no uso e cobertura do solo, degradação ambiental e suscetibilidade à desertificação. Ademais, o objeto deste estudo se estende as relações e impactos ambientais provocadas pelas derivações antrópicas. Para tanto, o método e os procedimentos adotados foram baseados na concepção sistêmica e integrada da paisagem, tendo os níveis de abordagem geomorfológica como suporte de análise.

Palavras-chave: Avaliação; Características Físico-ambientais; Uso e Cobertura do Solo; Serra da Santa Cruz.

Abstract: The Serra da Santa Cruz and its surroundings, located in the municipality of Monte Santo - BA, is part of the geological compartment called the Serrinha Block contained in the Santa Luz Complex and presents exuberant physical and environmental characteristics. The objective of this research was to characterize and evaluate the physical-environmental aspects and processes of Serra da Santa Cruz in an integrated way based on documentary and evolutionary cartographic survey, such as changes in land use and cover, environmental degradation and susceptibility to desertification. Furthermore, the object of this study extends to the relationships and environmental impacts caused by anthropic derivations. Therefore, the method and procedures adopted were based on the systemic and integrated conception of the landscape, with the levels of geomorphological approach as support for the analysis.

Keywords: Assessment; Physical-environmental characteristics; Soil Use and Coverage; Serra da Santa Cruz.

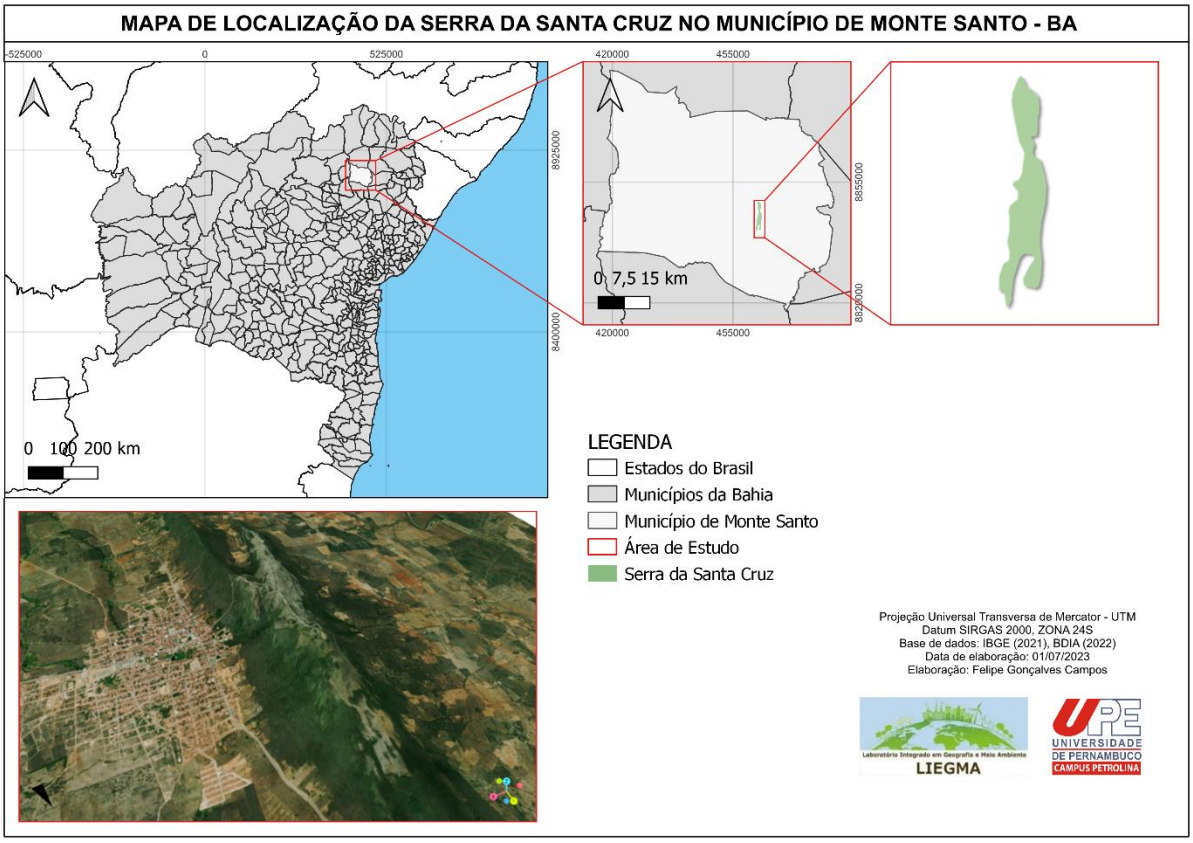
Introdução

A Serra da Santa Cruz (Figura 1), localizada no município de Monte Santo, Bahia, faz parte do compartimento geológico denominado bloco serrinha contido no Complexo Santa

Luz e se destaca pela sua importância geomorfológica (MELO, 2001). A localidade é caracterizada por uma paisagem montanhosa, essas características são resultado da ação dos processos naturais, como erosão, sedimentação e movimentação tectônica, que atuaram ao longo do tempo na serra.

Por sua importância e beleza natural, a Serra da Santa Cruz é um importante patrimônio geológico e cultural da região, atraindo a atenção de turistas interessados em conhecer mais sobre o sacro-monte do semiárido baiano. A presente pesquisa teve como objetivo caracterizar e avaliar os aspectos físico-ambientais da Serra da Santa Cruz e o seu entorno que está sujeito às alterações antrópicas, por meio de coleta de dados documentais e cartográficos, bem como, visitas à área da pesquisa.

Figura 1: Mapa de localização da Serra da Santa Cruz



Fonte: IBGE, (2021). BDIA, (2022). Organização dos autores, (2023).

Metodologia

A pesquisa consistiu em uma análise da conjuntura ambiental da Serra da Santa Cruz, localizada no município de Monte Santo – BA, com as coordenadas (10° 26′ 16″ S, 39° 19′ 58″ W), visando principalmente relacionar as características físico-ambientais e a forma que estão sendo afetadas por ações antrópicas. Embora a localidade seja muito próxima à sede do

município é imprescindível à coleta de dados e sua apuração minuciosa para gerir intervenções necessárias para sua preservação integral, mesmo, já existindo o tombamento patrimonial da serra municipal juntamente com a igreja católica local, pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (BRASIL, 2005).

Os dados foram obtidos em publicações de autores e documentos técnico-institucionais, além de registro em campo, envolvendo o relevo, o solo, a vegetação e sua capacidade de propagação, sobretudo em função das mudanças do ambiente. As informações dos perfis pedológicos foram obtidas através de revisão bibliográfica e organizado em quadro síntese pelos autores, assim como, houve averiguação de alguns solos em campo. O mapeamento foi feito por meio do geoprocessamento das bases cartográficas que possibilitou a compreensão da evolução e mudança do uso do solo do município ao longo do tempo.

Para uma melhor compreensão dos aspectos avaliados na Serra da Santa Cruz foram geradas imagens NDVI através do geoprocessamento em software QGIS (*Versão Firenze 3.28.4*) para uma comparação evolutiva da área de estudo atrelado a perdas e ganhos no meio ambiente, e por fim o uso do complemento *Qgis2threejs* (*ferramenta de modelagem 3D que permite a geração e visualização de um modelo digital de terreno em três dimensões*).

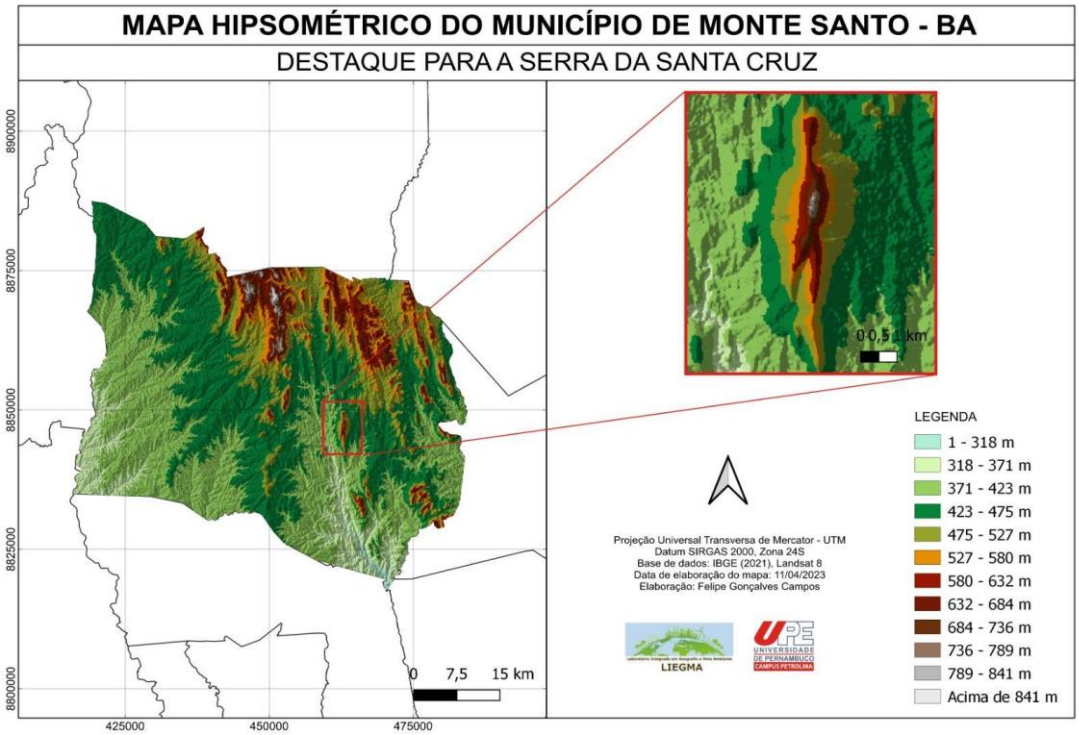
Resultados e Discussão

Aspectos do relevo, solo e Vegetação

Relevo

A Serra da Santa Cruz (Figura 2) se encontra na Depressão Sertaneja e do São Francisco, a uma altitude de 497 metros e corresponde a uma área de 4,67 km², que de acordo com a classificação de relevo elaborada por Ross (1990), compreende uma extensa área rebaixada e predominantemente aplanada, constituindo-se em uma superfície de erosão que secciona uma grande diversidade de litologias e arranjos estruturais. Esta superfície apresenta inúmeros trechos com ocorrência de relevos residuais denominados de inselbergs, quase sempre associados às litologias do cristalino com rochas metamórficas e ígneas.

Figura 2: Mapa hipsométrico do município de Monte Santo - BA

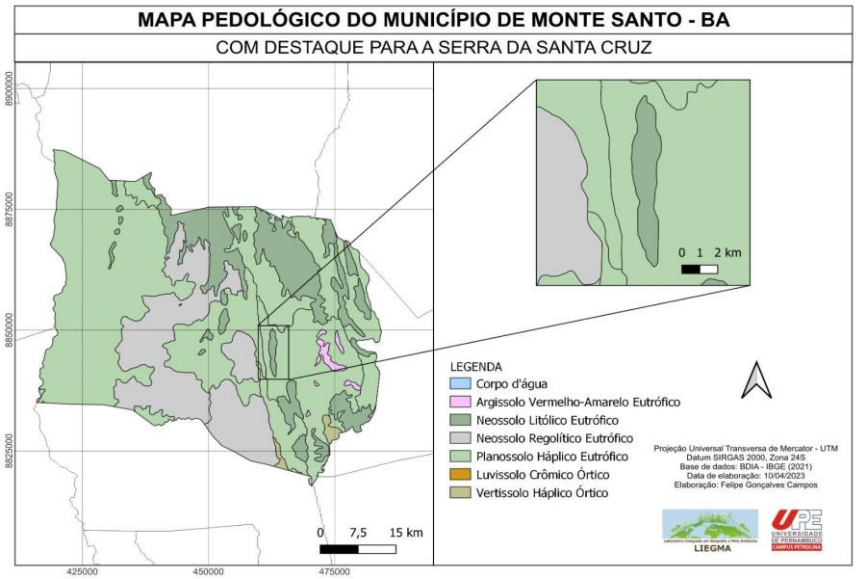


Fonte: IBGE, LANDSAT 8, (2021). Organização dos autores, (2023).

Solos

Os solos encontrados no território municipal de Monte Santo correspondem a cinco ordens de perfis, dentre os quais dois deles com suas respectivas subordens ocorrem na serra da Santa Cruz e no seu entorno, sendo uma característica pedológica em comum a ligação edafológica com a cobertura vegetal (Figura 3 e Quadro 1).

Figura 3: Mapa pedológico do município de Monte Santo - BA



Fonte: BDIA, (2021). Organização dos autores, (2023).

Quadro 1: Perfis pedológicos com suas ordens e subordens

PERFIS PEDOLÓGICOS (ORDENS)	DESCRIÇÃO
PERFIL 1: ARGISSOLO	**Grupamento de solos minerais de evolução avançada, caracterizados pela presença do horizonte B textural, com argila de atividade baixa, ou de atividade alta desde que conjugada com saturação por bases baixas ou com caráter alumínico (SANTOS, 2018).**
PERFIL 2: NEOSSOLO	**Grupamento de solos pouco desenvolvidos, que não apresentam alterações significativas em comparação ao seu material originário em razão da baixa atividade dos processos pedogenéticos e, portanto, não possuem horizonte B diagnóstico. (SANTOS, 2018).**
PERFIL 3: PLANOSSOLO	**Grupamento de solos minerais imperfeitamente ou mal drenados, com horizonte A ou E seguido de horizonte B plânico (SANTOS, 2018).**
PERFIL 4: LUVISSOLO	**Grupamento de solos minerais de desenvolvimento não muito avançado, com horizonte B textural com argila de atividade alta e saturação por bases elevada, imediatamente abaixo de horizonte A ou horizonte E (SANTOS, 2018).**
PERFIL 5: VERTISSOLO	**Grupamento de solos minerais não muito evoluídos, com horizonte vértico iniciando dentro V 162 de 100 cm a partir da superfície e relação textural insuficiente para caracterizar um horizonte B textural. Apresenta pronunciadas mudanças de volume com o aumento do teor de água no solo, fendas profundas na época seca e evidências de movimentação da massa do solo sob a forma de superfícies de fricção (slickensides) (SANTOS, 2018).**
PERFIS PEDOLÓGICOS (SUBORDENS – SERRA DA SANTA CRUZ)	**DESCRIÇÃO**
PERFIL 1: NEOSSOLO LITÓLICO EUTRÓFICO (SERRA)	**Solos com saturação por bases ≥ 50% na maior parte dos horizontes dentro de 50 cm a partir da sua superfície (LEMOS, 1973, p. 337, perfil RS-38).**
PERFIL 2: PLANOSSOLO HÁPLICO EUTRÓFICO (ENTORNO DA SERRA)	**Solos com saturação por bases ≥ 50% na maior parte do horizonte B (Inclusive BA ou BE) dentro de 150 cm a partir da sua superfície. Quando o horizonte B plânico ocorrer abaixo de 150 cm de profundidade, deve-se considerar a maior parte deste dentro de 200 cm a partir da superfície do solo (LEMOS, 1973, p. 250, perfil RS-109).**

Fonte: SANTOS, (2018). LEMOS, (1973). Organização dos autores, (2023).

No entorno da serra e na própria serra, foram averiguados em campo um perfil de solo Neossolo Litólico Eutrófico (Figura 4), pelo qual apresentou pouca evidência de desenvolvimento de horizontes pedogenéticos. As características morfológicas destes solos restringem-se praticamente às do horizonte A, o qual varia normalmente entre 15 e 40 cm de

espessura, sendo a cor, textura, estrutura e consistência dependente do tipo de material que deu origem ao solo. Abaixo do horizonte A, ocorrem calhaus e pedras, ou ainda, materiais semi-alterados das rochas em mistura com material deste horizonte, por onde penetram as raízes, concorrendo para que a profundidade destes solos alcance, nestas condições, mais de 80 cm (EMBRAPA, 1984). Outro perfil foi de um Planossolo Háplico Eutrófico (Figura 5) com características que podem interferir negativamente no crescimento das plantas. Trata-se de solos com horizonte superficial (A) de textura arenosa, estrutura fraca, bem drenada e subsuperficial (B) argilosa com drenagem imperfeita, com caráter sódico dando ao solo cores acinzentadas, com estrutura prismática e colunar, o que torna o solo muito endurecido quando seco, e muito plástico e pegajoso quando úmido, tornando-o de difícil manejo (SOUSA, ALBUQUERQUE, LOPES, NUNES, 2013).

Figura 4: Perfil de Neossolo Litólico Eutrófico

Fonte: Organização dos autores, (2023).

Figura 5: Perfil de Planossolo Háplico Eutrófico

Fonte: Organização dos autores, (2023).

Vegetação

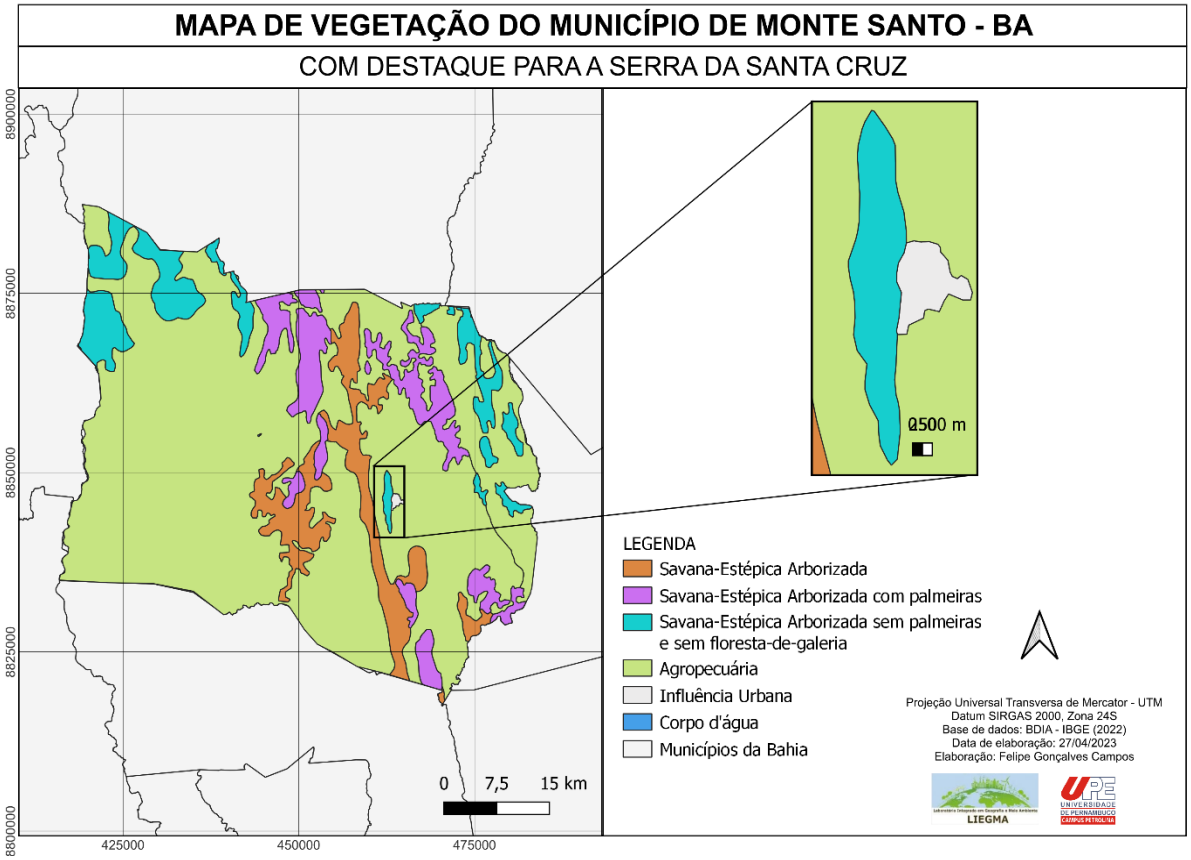
Nos estudos morfodinâmicos a cobertura vegetal assume um papel de destaque atuando como elemento estabilizador. Algumas variáveis (clima, geologia, geomorfologia, solo) podem sofrer o efeito da alteração na cobertura vegetal, seja ela direta ou indireta, impactando o ciclo hidrológico, pois a capacidade de infiltração e acumulação de água nas zonas de alteração e nos aquíferos, e consequentemente sua capacidade de alimentar as plantas, animais e os homens, são reduzidos; modifica-se também a pedogênese aumentando a possibilidade de erosão pluvial pela falta da interceptação das gotas da chuva e aumento de sua energia potencial (ALMEIDA, CUNHA, NASCIMENTO, 2012). Nesse sentido, a vegetação desempenha um papel crucial na regulação do ciclo da água, pois suas raízes ajudam a reter a umidade no solo e a evitar a erosão. A cobertura vegetal também atua

como uma barreira física contra a ação do vento, reduzindo a perda de solo por erosão e melhorando a qualidade do ar.

A cobertura vegetal de uma área possibilita ao homem sua utilização. Além de prover as necessidades básicas do homem, ela interfere no processo climático, seja amenizando as temperaturas e permitindo maior retenção da água, seja protegendo os solos e o relevo do processo erosivo (SANTOS e ANDRADE, 1992). No município de Monte Santo, a vegetação nativa se destaca com espécies endêmicas, como: *Senna martiana, Chloroleucon extortum (Leguminosae); Pentapanax warmingiana (Araliaceae); Syagrus vagans (Palmae); Melocactus bahiensis ssp bahiensis facispinosus, Espostoopsis dybowskii (Cactaceae); Neesiochloa barbata (Gramineae); Pseudobombax simplicifolia (Bombacaceae), Rhamnidium molle (Rhamnaceae* (BARBOSA, 2004).

Na Serra da Santa Cruz está exclusivamente identificada como Savana-estépica arborizada sem palmeiras e sem floresta-de-galeria (Figura 6), estruturando-se em dois estratos básicos, o *arbustivo-arbóreo superior*, semelhante ao da Savana-estépica e o gramíneo-lenhoso. As espécies que se destacam nesse tipo de vegetação são *Spondia tuberosa* Arruda, a *Commiphora leptophloeos* e além de várias espécies do gênero mimosa (REIS, 2018).

Figura 06 – Vegetação do Município de Monte Santo - BA

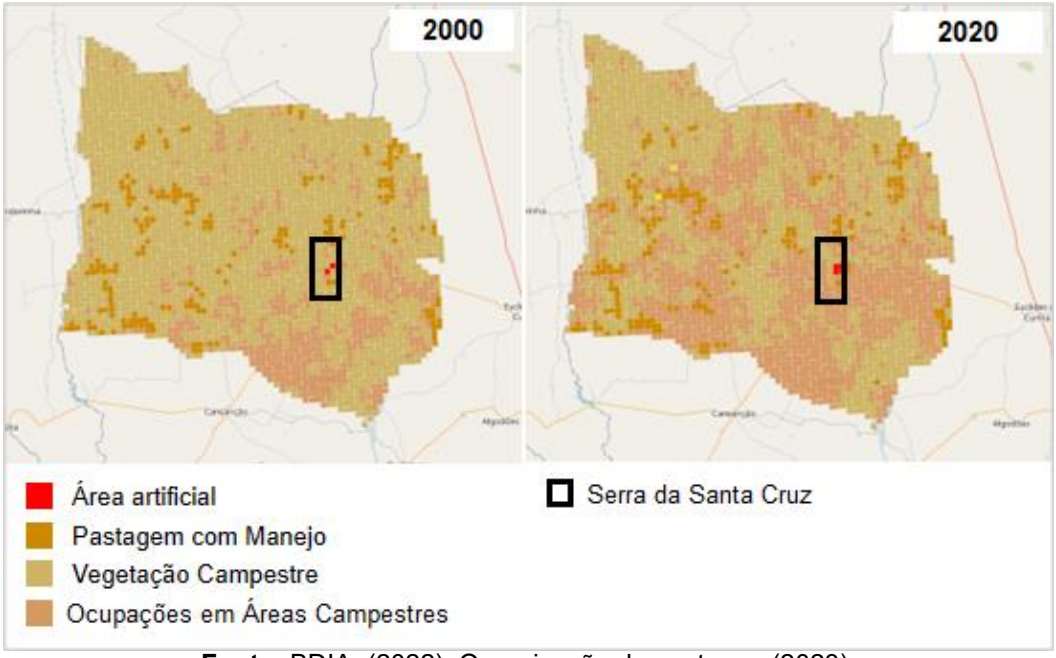


Fonte: BDIA, (2022). Organização dos autores, (2023).

Cobertura, uso do solo e degradação ambiental

O município de Monte Santo - BA e especialmente na Serra da Santa Cruz se destaca pela potencialidade de conservação e preservação atrelada ao desenvolvimento turístico de espectro religioso praticado a mais de dois séculos, contudo, as mudanças ocorridas da cobertura vegetal e o uso do solo, segundo dados obtidos pelo banco de dados de informações ambientais - BDIA do IBGE (2022), demonstram uma série de alterações ao longo dos últimos vinte anos, sobretudo pelo crescimento da ocupação em áreas de vegetação campestre e a sua consequente subtração, além do aumento das áreas de pastagem com manejo (Figura 7 e Quadro 2).

Figura 7: Mapa de uso e cobertura do solo (2000-2020).



Fonte: BDIA, (2022). Organização dos autores, (2023).

Quadro 2: Dados da cobertura e uso do solo (2000-2020)

ANO	PASTAGEM COM MANEJO	VEGETAÇÃO CAMPESTRE	OCUPAÇÕES EM ÁREAS CAMPESTRES
2000	6,53%	76,20%	17,21%
2010	6,53%	50,99%	42,42%
2014	6,53%	49,43%	43,41%
2018	6,53%	49,84%	43,51%
2020	6,56%	49,77%	43,47%
RESULTADO	**+0,03%**	**-26,43%**	**+26,26%**

Fonte: BDIA, (2022). Organização dos autores, (2023).

A Serra da Santa Cruz e seu entorno sofre uma degradação ambiental em nível moderado pelo avanço urbano (Figura 8), especialmente porque a serra é a única do município situada nas proximidades do perímetro urbano onde ocorrem ocupações residenciais. No ano de 1982 foi solicitado o tombamento federal da serra junto ao IPHAN (*Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional)* por motivos histórico-religiosos e ambientais, para a preservação das suas características naturais.

Figura 8: Avanço urbano próximo a serra

Fonte: Organização dos autores, (2023).

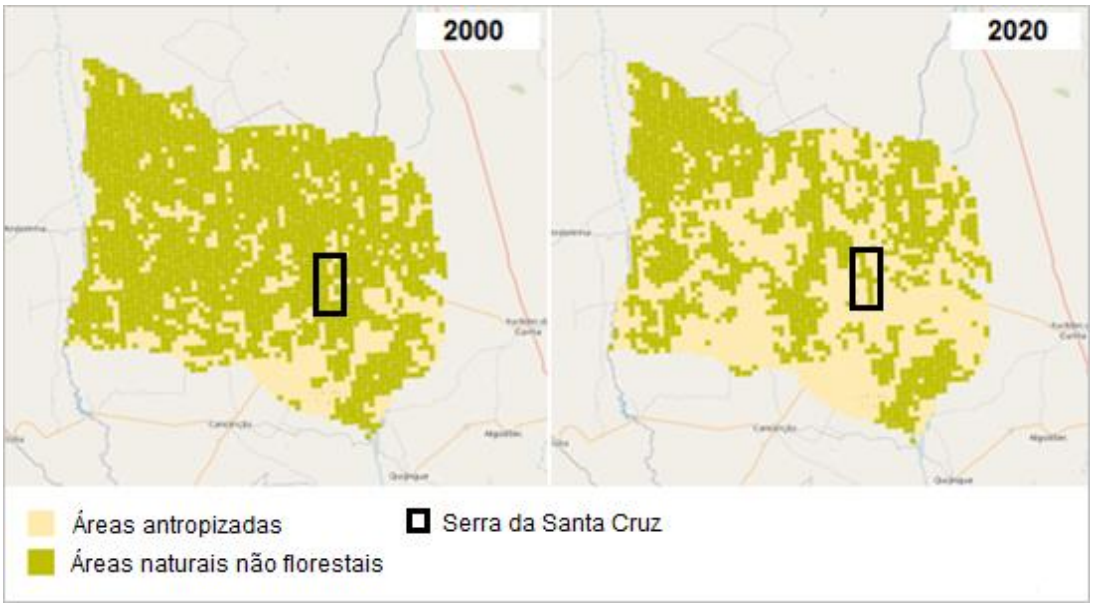
Figura 9: Áreas de agricultura de subsistência

Fonte: Organização dos autores, (2023).

A degradação das terras na área de estudo também se estende ao aumento da agricultura de subsistência (Figura 9) e a pecuária extensiva, sendo estas últimas atividades as que mais tiveram crescimento nos últimos anos. Na perspectiva dos impactos da degradação, a extensão de áreas naturais refere-se ao processo de ampliação e aumento da cobertura de territórios preservados que possuem características naturais significativas. Essas áreas são geralmente identificadas como ecossistemas, habitats ou paisagens que possuem um valor ecológico, biológico, estético e cultural. A extensão de áreas naturais é uma estratégia utilizada para conservar e proteger a biodiversidade, os ecossistemas e os serviços ecossistêmicos associados. Essas áreas desempenham um papel fundamental no meio ambiente, realizando manutenções dos processos ecológicos, na proteção de espécies ameaçadas, na regulação do clima, na preservação da água e do solo, entre outros benefícios.

Nesse contexto, as áreas antropizadas no município de Monte Santo foram aumentando ao longo dos últimos vinte anos (Figura 10 e Quadro 3), reduzindo consideravelmente às áreas naturais não florestais, ou seja, áreas nativas, pelo avanço da ocupação urbana e de práticas agrícolas. Contudo, a Serra da Santa Cruz permaneceu conservada em quase toda a sua proporcionalidade, devido principalmente à proteção do IPHAN (*Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional*) (BRASIL, 2005).

Figura 10: Mapa de impactos ambientais (2000-2020)



Fonte: BDIA, (2022). Organização dos autores, (2023).

Quadro 3: Dados dos impactos ambientais (2000-2020)

ANO	ÁREAS NATURAIS NÃO FLORESTAIS	ÁRES ANTROPIZADAS
2000	76,20%	23,80%
2010	50,99%	49,01%
2014	49,93%	50,07%
2018	40,84%	50,16%
2020	49,47%	50,23%
RESULTADO	**-26,73%**	**+26,43%**

Fonte: BDIA, (2022). Organização dos autores, (2023).

De acordo com os dados obtidos pelo BDIA (2022) as áreas naturais não florestais diminuíram de modo drástico nos primeiros dez anos, cerca de 27,00%, em contrapartida, as áreas antropizadas tiveram um aumento significativo de 26,43%. Portanto, a degradação das áreas naturais do município, sobretudo pelo desmatamento, justificam as ações do poder público municipal para a preservação dos remanescentes destas áreas, sobretudo na Serra da Santa Cruz e seu entorno. Entretanto, a maior parte do município não faz o uso da terra em sua totalidade, fato que pode estar associado à qualidade do solo para o cultivo e desenvolvimento das culturas. Por fim, a lei não evidencia se o causador da degradação é o ser humano em si, uma consequência de atividade antrópica ou até mesmo um fenômeno natural como um raio que atinge determinada floresta e a destrói com um incêndio. O que fica explícito neste conceito é que a degradação ambiental se caracteriza como um impacto ambiental negativo (SÁNCHEZ, 2008, p. 27).

Susceptibilidade à Desertificação

A Convenção das Nações Unidas para o Combate à Desertificação (UNCCD) conceitua a desertificação como o processo de degradação das terras das regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultantes de fatores diversos, tais como as variações climáticas e derivações antropogênicas (BRASIL, 1999). A região que compreende a Serra da Santa Cruz está situada em pleno semiárido baiano, que de acordo com variações climáticas e atividades humanas, são susceptíveis à redução da fertilidade e capacidade de produção das terras, colocando-o na rota do processo duro da desertificação (CEQUEIRA, RODRIGUES, ALMEIDA, 2020).

O índice de aridez são um dos indicadores mais plausíveis para definir se uma determinada área ou região está em processo de desertificação. Não obstante, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 2007) e o Ministério do Meio Ambiente (MMA/SRH, 2004) estabeleceu critérios para determinar esse índice de acordo com os tipos de clima e suas respectivas amplitudes de aridez (Quadro 4):

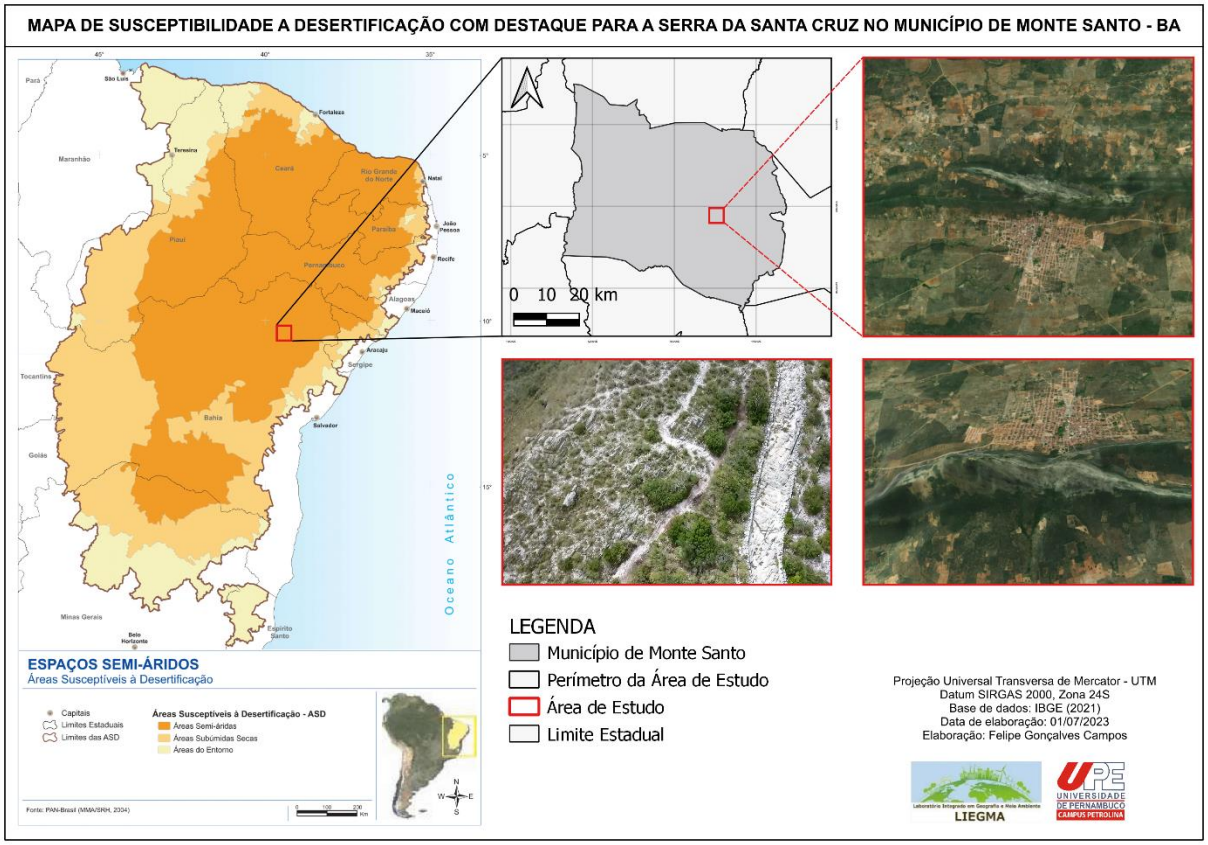
Quadro 4 – Índice climático de aridez

ZONAS CLIMÁTICAS	AMPLITUDE DO ÍNDICE DE ARIDEZ (IA)	ESCALA DE SUSCEPTIBILIDADE À DESERTIFICAÇÃO
HIPER-ÁRIDO	**< 0,005**	**NENHUMA**
ÁRIDO	**0,05 – 0,20**	**MUITO ALTA**
SEMIÁRIDO	**0,21 – 0,50**	**ALTA**
SUBÚMIDO SECO	**0,51 – 0,65**	**MODERADA**
SUBÚMIDO E ÚMIDO	**> 0,65**	**NENHUMA**

Fonte: MMA/SRH, (2004). UNEP, (2007). Organização dos autores, (2023).

A Serra da Santa Cruz e todo o município de Monte Santo – BA se inserem na zona climática semiárida com índices de aridez equivalentes para áreas em processo de desertificação (Figura 11), contudo, o nível de degradação dos condicionantes físico-ambientais, sobretudo dos solos e da cobertura vegetal nas últimas décadas, vem contribuindo para impedir e mitigar esse processo e suas consequências socioambientais.

Figura 11: Área de susceptibilidade à desertificação



Fonte: MMA/SRH, (2004). IBGE, (2021). Organização dos autores, (2023).

Considerações Finais

O levantamento e avaliação integrada das características físico-ambientais da Serra da Santa e seu entorno, possibilitou um diagnóstico elucidativo sobre sua conjectura natural e social, bem como, para a gestão e conservação deste importante recorte territorial. Nesse sentido, pode-se constatar que apesar da área está mapeada como susceptível a desertificação apresenta um nível de degradação moderada destes condicionantes naturais diante a urbanização relativamente controlada e o desmatamento lento no local, considerando a importância do tombamento patrimonial pelo IPHAN como proteção da serra e atenuação desses processos.

Por fim, é recomendado um plano de ações com a participação efetiva da prefeitura juntamente com o governo do Estado da Bahia e as secretarias competentes que contemple a conscientização, preservação e pesquisas sobre a Serra da Santa Cruz, se estendendo a todo município e região, bem como, ampliando o conhecimento sobre sua riqueza ecológica e histórica.

Agradecimentos

Ao Laboratório de Estudos Integrados em Geografia e Meio Ambiente (LIEGMA) pertencente ao Colegiado de Geografia da UPE, Campus Petrolina, pelo apoio e suporte instrumental durante todo o processo de elaboração desta pesquisa.

Referências

ALMEIDA, N. V. ; CUNHA, S. B. ; NASCIMENTO, F. R. . **A cobertura vegetal e sua importância na análise morfodinâmica da bacia hidrográfica do rio Taperoá ? Nordeste do Brasil/ Paraíba**. Revista GeoNorte , v. 3, p. 365-378, 2012.

BARBOSA, D. C. A. . Vegetação: áreas e ações prioritárias para a conservação da caatinga. In: J.M.C.Silva; M. Tabarelli & L.V.Lins. (Org.). **Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e Universidade Federal de Pernambuco, 2004, v. 01, p. 113-131.

BDIA. **Banco de Dados de Informações Ambientais**. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pesquisa>. Acesso em: 22 de jun. de 2023.

BRASIL, Governo do. **Desertificação – III Conferência das Partes da Convenção das Nações Unidas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Prática, 1999. 23 p.

BRASIL, GOVERNO DO. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca - PAN-Brasil**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos, 2004. 242p

BRASIL. Ministério da Cultura. Programa Monumenta **Sítios históricos e conjuntos urbanos de monumentos nacionais**: norte, nordeste e centro-oeste. Brasília : Ministério da Cultura, Programa Monumenta, 2005. p. 247-136.

CERQUEIRA, MICHELLE ADELINO ; RODRIGUES, FLAVIA MAZZER ; ALMEIDA, GLEYMERSON VIEIRA LIMA DE . **Susceptibilidade à desertificação para o estado de Pernambuco**. GEOSUL (UFSC) , v. 35, p. 151-170, 2020.

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná**. Londrina: EMBRAPA-SNLCS / SUDESUL / IAPAR, 1984. 2 v. (EMBRAPA-SNLCS. Boletim de Pesquisa, 27; IAPAR. Boletim Técnico, 16), 1984.

LEMOS, R. C. de (Coord.). **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: MA-DNPA, 1973. 431 p. (Brasil. Ministério da Agricultura. DNPA-DPP. Boletim técnico, 30).

MELO, Roberto Campêlo de, organization et al. Programa levantamentos geológicos básicos do brasil. – PLGB. **Serrinha – Folha SC.24-Y-D. Estado da Bahia**. Escala 1:250.000./ Organizado por Roberto Campêlo de Melo [e] Luíz Henrique Monteiro Pereira – Brasília : CPRM/DIEDIG/DEPAT, 2001.

ROSS, J. L. S. . **Uma Nova Proposta de Classificação do Relevo Brasileiro**. Revista do Departamento de Geografia (USP) , São Paulo, v. 04, 1990.

REIS, Taís Rebouças. **Geoprocessamento aplicado à análise do potencial urbanizador das áreas do município de Icapuí/CE**. 2018. 47 f. Monografia (Especialização) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2018.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SANTOS, ADELCI FIGUEIREDO e ANDRADE, José Augusto. O quadro natural. In: **Delimitação e regionalização do Brasil semi-árido**: UFS, 1992, P.10-57.

SANTOS, H. G. [et al.]. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SOUSA, ANTONIO RAIMUNDO ; ALBUQUERQUE, S. F. ; LOPES, Geraldo Majella Bezerra ; SILVA, A. B. da ; NUNES FILHO, José . **Caracterização e interpretação para uso agrícola de um Planossolo Háplico Eutrófico do Agreste pernambucano**, Brasil. Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica , v. 10, p. 271-279, 2013.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. **Section B: Stateand-Trends of the Environment: 1987–2007**. In: The fourthreport in the Global Environment Outlook (GEO) series: 81-114, 2007.

Dinâmica do Uso e Ocupação do Solo no Município de Japaratuba, Sergipe

Dynamics of Land Use and Occupation in the Municipality of Japaratuba, Sergipe

Fabrício Trindade Benevides
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0009-0007-9536-7612
fabriciobenevidespv@gmail.com

Marcia Eliane Silva Carvalho
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0003-2209-6341
marciacarvalho@academico.ufs.br

Ronaldo Missura
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0003-0141-3184
ronaldomissura@gmail.com

Resumo: Nas últimas décadas, ocorreram transformações nas formas de uso e ocupação do solo, sendo, portanto, uma temática importante a ser analisada. O município de Japaratuba – SE, passou por um intenso processo de desmatamento de sua vegetação nativa desde a colonização, com a ocupação das zonas costeiras do Nordeste para a implantação da agropecuária, principalmente com o cultivo da cana de açúcar e a criação de gado. O presente trabalho objetiva analisar a dinâmica do uso e ocupação do solo no município de Japaratuba utilizando dados disponibilizados pelo MapBiomas para estabelecer os diferentes usos ao longo dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020. Ficou evidente que a vegetação nativa do município está degrada, restando somente cerca 18% da área ocupada por vegetação natural, onde há o predomínio da Agropecuária. Conclui-se que ferramentas de análise espacial como o MapBiomas são fundamentais para a analisar as transformações espaciais e o planejamento ambiental.

Palavras-chave: Agropecuária. MapBiomas. Uso e Ocupação do Solo.

Abstract: In recent decades, transformations have taken place in the forms of land use and occupation, making it an important theme to be analyzed. The municipality of Japaratuba – SE has undergone an intense process of deforestation of its native vegetation since colonization, with the occupation of the coastal zones of the Northeast for the establishment of agriculture, primarily with the cultivation of sugarcane and cattle farming. The present study aims to analyze the dynamics of land use and occupation in the municipality of Japaratuba using data provided by MapBiomas to establish different uses over the years 1990, 2000, 2010, and 2020. It became evident that the native vegetation of the municipality is degraded, with only about 18% of the area occupied by natural vegetation remaining, where Agriculture predominates. It is concluded that spatial analysis tools like MapBiomas are fundamental for analyzing spatial transformations and environmental planning.

Keywords: Agriculture MapBiomas. Land Use and Occupation.

Introdução

O desenvolvimento das últimas décadas tanto campo quanto na cidade, tem causado impactos significativos nas formas de uso e ocupação do solo, principalmente por meio de atividades como a intensificação da produção agrícola e expansão de centros urbanos. Isso acontece devido à busca incessante por recursos naturais para atender às necessidades

imediatas, entretanto, sem levar em conta as consequências para o meio ambiente (FRANÇA, et. al. 2021).

O uso e ocupação do solo é um tema fundamental que abrange a forma como as áreas terrestres são utilizadas e modificadas pelas atividades humanas ao longo do tempo. Essa temática é de extrema relevância e tem implicações significativas em diversas áreas, desde o planejamento urbano e rural até a conservação ambiental e a sustentabilidade.

Pesquisas acerca do uso e ocupação do solo já são estabelecidos e são reconhecidos pela comunidade acadêmica, envolvendo diversas áreas com diferentes metodologias e dados amplamente disponibilizados (AZEVEDO e MATIAS, 2022). Pesquisas sobre o uso e ocupação do solo são essenciais por diversas razões primeiramente por fornecer uma compreensão profunda das mudanças que ocorrem no ambiente, permitindo a análise das interações entre as atividades humanas e a natureza. Essa análise é crucial para identificar potenciais impactos negativos causados por práticas inadequadas e, assim, buscar soluções para mitigá-los. Além disso, o estudo do uso e ocupação do solo é fundamental para enfrentar desafios globais, como o desmatamento, por exemplo, que é uma das principais fontes de emissões de gases de efeito estufa.

A dinâmica do uso e ocupação do solo tem se mostrado uma questão de extrema relevância em meio ao desenvolvimento humano e às transformações ambientais ocorridas ao longo das últimas décadas, ainda mais em municípios de médio e pequeno porte, onde se observam intensas modificações (SANTOS, 2023).

No contexto do município de Japaratuba, situado no estado de Sergipe, Brasil, essa temática assume uma importância ainda maior, uma vez que o município é marcado principalmente, por uma intensa produção agropecuária, especialmente o cultivo de cana de açúcar e a criação de gado. Característica advinda desde os tempos coloniais, com a ocupação do território se dando pela zona litorânea da região Nordeste, possibilitando a intensa produção da cana e a pecuária, o que acarretou na degradação ambiental, principalmente com o desmatamento da Mata Atlântica na região. De acordo com Fontes (1997) a região da bacia hidrográfica do rio Japaratuba (onde o município está em sua maior porção localizado), tem como característica o solo fértil e a disponibilidade de água que propiciam a realização de tais atividades.

O Geoprocessamento torna-se fundamental para realizar pesquisas acerca dos usos do solo, pois é uma ferramenta essencial para a realização de trabalhos de teor geográfico, possibilitando o levantamento de dados, o cruzamento de informações georreferenciadas acerca de uma determinada área (FITZ, 2008). Com isso, o uso das geotecnologias permite a realização de análises espaciais com mais agilidade e versatilidade, além da propagação de informações a baixo custo (JÚNIOR; SILVA; OLIVEIRA, 2017).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo central a realização de uma pesquisa detalhada sobre a dinâmica do uso e ocupação do solo no município de Japaratuba ao longo das últimas décadas. Serão analisados dados coletados pelo projeto MapBiomas, que utiliza tecnologias de sensoriamento remoto e análise de imagens para mapear e monitorar as mudanças no uso da terra em todo o território nacional.

Com essa pesquisa, almeja-se contribuir para o entendimento dos desafios enfrentados por Japaratuba em relação à gestão do uso do solo e à preservação dos recursos naturais, acredita-se que os resultados deste estudo possam auxiliar na conscientização sobre a importância da conservação ambiental e na tomada de decisões mais informadas, visando alternativas mitigadoras que contribuam para o bem-estar social e ambiental do município.

A busca por entender as mudanças no uso do solo em Japaratuba é fundamental, visto que essas atividades agropecuárias têm grande impacto na estruturação das paisagens e na disponibilidade hídrica da região. A produção agropecuária é uma das principais atividades econômicas do município, proporcionando empregos e renda à população local. No entanto, é necessário compreender como esse desenvolvimento agrícola e pecuário tem afetado o ambiente.

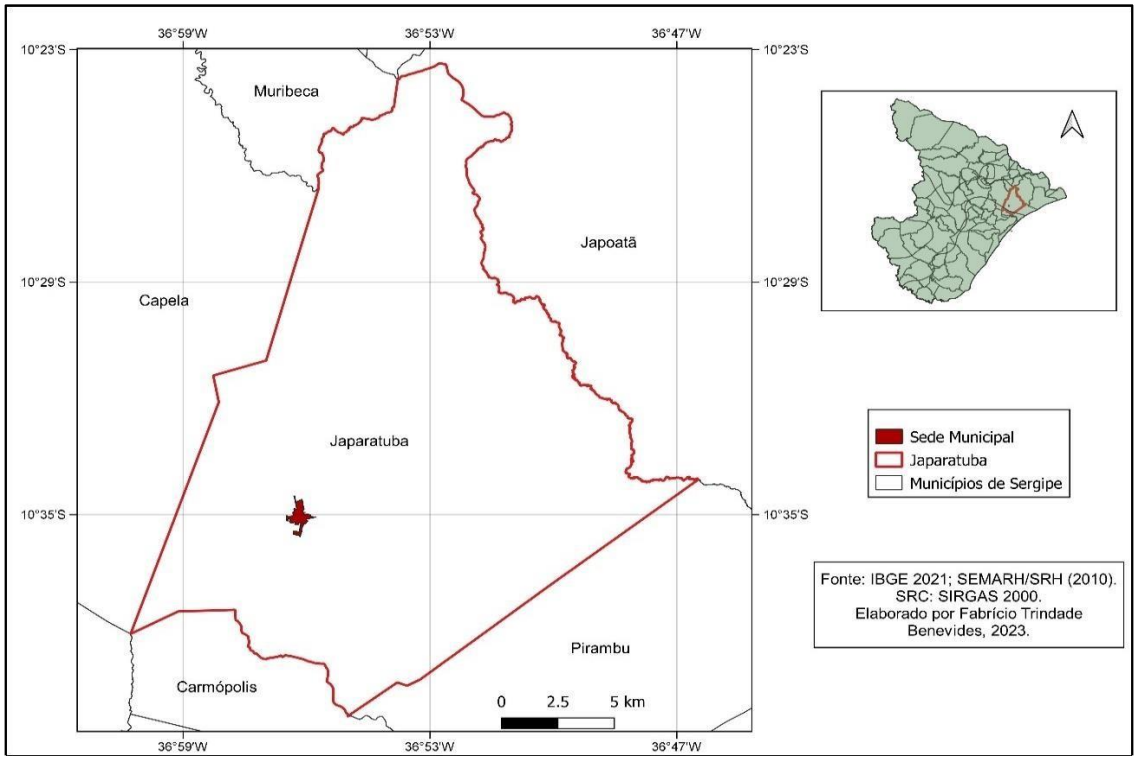
Materiais e Métodos

Localização da Área de Estudo

O presente estudo abrange o município de Japaratuba (figura 1), localizado no estado de Sergipe, na porção nordeste do estado, a uma distância de 54 quilômetros da capital sergipana, Aracaju. Faz limite com os municípios de Muribeca (noroeste), Japoatã (ao norte), Pirambu (a leste), Carmópolis (ao sul); Rosário do Catete (ao sul), Capela (a oeste). Japaratuba abrange uma área de 374,3 quilômetros quadrados e tem uma população estimada em 16.209 habitantes, de acordo com o censo de 2022 (IBGE).

O município está localizado na região climática Agreste ou sub-úmido (SEMARH, 2022) com precipitações variando de 700mm a 1400mm anuais. Japaratuba possui áreas de vegetação litorânea e faz parte do ecossistema da Mata Atlântica. As principais atividades econômicas da região incluem a agricultura, com cultivos como cana-de-açúcar, mandioca e coco, além da extração de petróleo (Japaratuba, 2023).

Figura 1: Localização do município de Japaratuba – SE.



Fontes: IBGE (2021), SEMARH/SRH (2010). Elaborado pelo autor.

Obtenção e Tratamento dos Dados

Esta pesquisa possui natureza qualiquantitativa (PEREIRA, et. al., 2018) para a obtenção, tratamento e análise de dados, com o intuito de compreender a evolução do uso e ocupação do solo do município de Japaratuba.

Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica visando a compreensão da temática, logo, foram realizadas pesquisas em estudos anteriores que abordam a evolução do uso e ocupação do solo. O que permitiu estabelecer conexões entre diferentes investigações, identificar lacunas no conhecimento e, consequentemente, contribuir para uma análise completa. Tal pesquisa foi realizada em diversas publicações (artigos, livros, teses, dissertações e documentos públicos), que estão disponibilizadas em periódicos, bibliotecas virtuais de universidades e em órgãos públicos.

Foram encontrados trabalhos pertinentes como a tese de doutorado de Fontes (1997) que estudou detalhadamente o município de Japaratuba, o trabalho de Souza et. al. (2022) onde foi realizada uma pesquisa acerca da dinâmica do uso e ocupação da terra no município de Novo Repartimento no Pará, o trabalho de Preis, Franco e Varela (2021) utilizou de dados do MapBiomas para produzir uma simulação do uso do solo para o ano de 2027 no município de Itajaí em Santa Catarina e Rosário et. al. (2021) que realizaram um estudo no município de Novo Progresso no Pará.

Quanto a realização da análise da dinâmica do uso e ocupação do solo, foram utilizados mapas dos anos de 1990, 2000, 2010 e 2020. Os dados de uso e cobertura do solo foram obtidos através do projeto de Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomas), é uma iniciativa colaborativa que teve início em 2015 e envolve múltiplas entidades, incluindo universidades, Organizações Não Governamentais (ONGs) e empresas privadas (ROSA; SHIMBO; AZEVEDO, 2019). O objetivo central do projeto é desenvolver uma metodologia eficaz, de confiança e de baixo custo para criar dados anuais de informações sobre uso e ocupação do solo em todo o território brasileiro (PREIS; FRANCO; VARELA; 2021). As análises são feitas através das imagens produzidas pelos satélites Landsat, o tratamento das imagens acontece na nuvem e as classificações supervisionadas são feitas na plataforma Google Earth Engine. A iniciativa possui coleções de mapas desde 1985 até 2021. A sétima coleção lançada no ano de 2022 possui 27 tipos de cobertura e usos do solo, dentre os tipos disponíveis, 17 foram encontrados no município de Japaratuba. Para facilitar a interpretação foi realizada uma reclassificação agrupando as 17 classes do MapBiomas em 5 categorias, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1: Reclassificação das categorias de uso e ocupação do solo.

Categorias	Classes do MapBiomas	Cor
Formação Florestal	Formação Florestal; Formação Savânica	
Formação Natural não Florestal	Campo Alagado e Área Pantanosa; Formação Campestre; Outras formações não Florestais; Restinga Herbácea	
Agropecuária	Pastagem; Cana de Açúcar; Mosaico de Usos; Outras Lavouras Temporárias; Silvicultura	
Área não Vegetada	Praia, Duna e Areal; Área Urbanizada; Mineração; Outras Áreas não Vegetadas	
Corpo D'água	Rio, Lago e Oceano	

Fonte: Adaptado de Marcelino, Guerra e Vieira (2022).

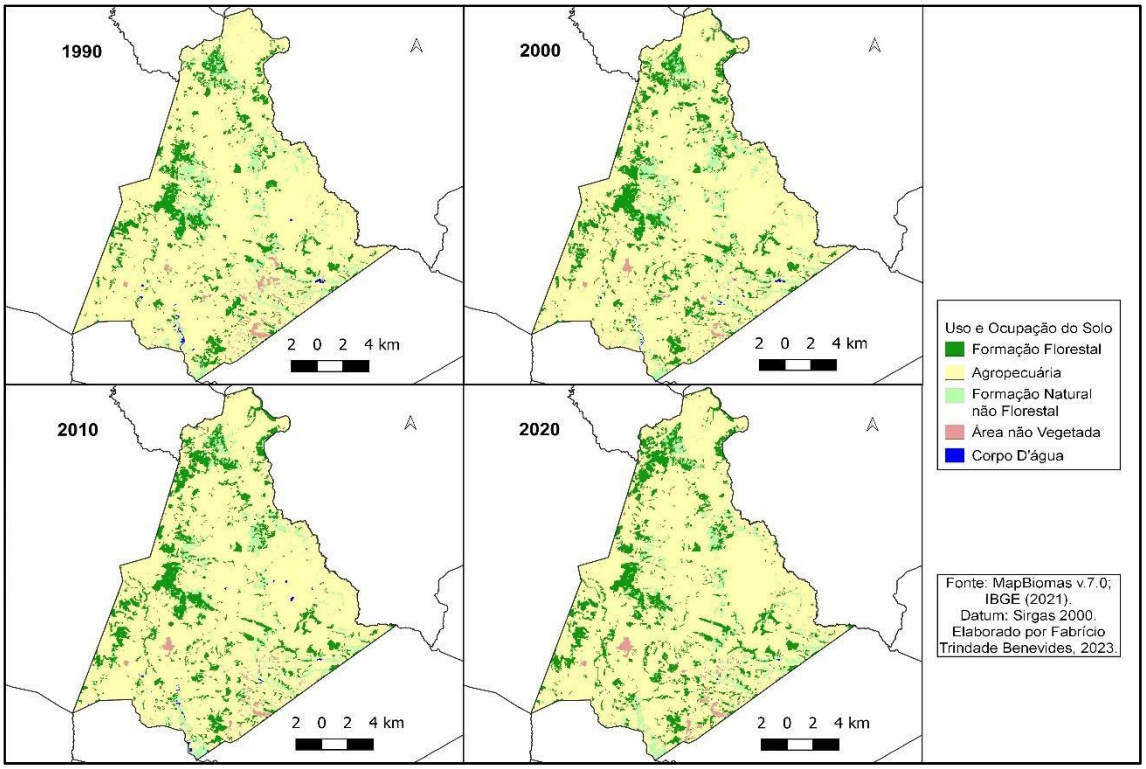
Além dos dados do MapBiomas, foram obtidos dados vetoriais do IBGE (2021) acerca da malha municipal do estado de Sergipe e dados obtidos no Atlas Digital sobre Recursos Hídricos de Sergipe (SEMARH, 2022).

Para tratamento dos dados cartográficos, foi utilizado o Sistema de Informação Geográfica QGIS (versão 3.10.14) que é um programa da Open Source Geospatial Foundation (OSGeo) possui Código Aberto licenciado segundo a Licença Pública Geral (GNU).

Resultados e Discussão

Com a aplicação da metodologia que foi proposta, teve-se como resultado os mapas de Uso e Ocupação do Solo do município de Japaratuba – SE, como pode ser observado na figura 2 abaixo.

Figura 2: Uso e Ocupação do Solo de Japaratuba – SE.



Fonte: IBGE (2021), MapBiomas (2023). Elaborado pelo autor.

Como pode ser observado nos mapas acima, há uma predominância da categoria Agropecuária durante toda a dinâmica temporal mostradas nas imagens, apontando que Japaratuba mantém a característica histórica de um município costeiro nordestino, onde:

> No Brasil, o crescimento populacional ocorreu, inicialmente, na porção litorânea da região Nordeste, como uma consequência direta da existência de uma larga produção de açúcar e da criação de gado. Estas atividades têm em comum a degradação ambiental através do desmatamento da floresta nativa, principalmente da mata atlântica, assoreamento dos corpos de água (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990 apud ARAGÃO e ALMEIDA, 2009, p. 2).

Através de uma ferramenta integrada ao QGIS – r.report – que gera relatórios que contêm estatísticas acerca da área de um dado cartográfico, foi possível quantificar a área das classes de usos presentes nos mapas, que podem ser observadas na tabela 1.

Tabela 1: Evolução da área das classes de Uso e Ocupação do solo ao longo dos anos.

Usos	Área (km²)			
	1990	2000	2010	2020
Formação Florestal	37,58	44,67	47,27	49,37
Formação Natural não Florestal	20,59	19,4	17,19	18,66
Agropecuária	304,4	300,53	299,06	295,42
Área não Vegetada	4,21	2,3	3,31	3,95
Corpo D'água	0,72	0,5	0,67	0,1

Fonte: MapBiomas (2022). Elaborado pelo autor.

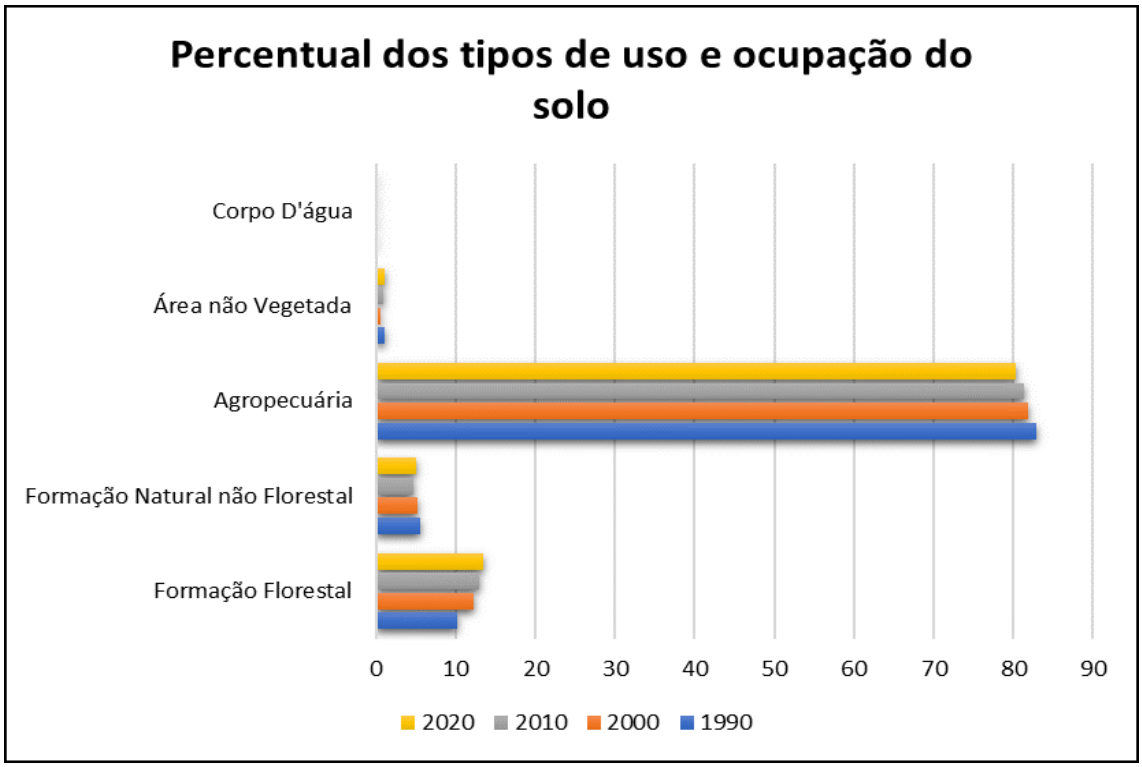
Como pode ser observado na tabela 1, ocorreu um aumento na área e floresta, devido a motivos como a diminuição área de cultivos e a redução do número de cabeças de gado ao longo do tempo, redução evidenciada no Censo Agropecuário de 2017, visto que, no ano de 2017 o efetivo bovino era de 5861 cabeças de gado, uma diminuição de 35% se comparado ao efetivo do ano de 2006 que era de 9065 cabeças (IBGE, 2006). O que possibilitou a recuperação da vegetação. Tais reduções evidenciaram-se também no estudo de Aragão e Almeida (2009) que realizaram uma análise temporal do uso do solo na bacia do rio Japaratuba em Sergipe.

Houve redução das formações naturais, principalmente na substituição dos campos naturais por pastagens artificiais. Além disso, após um decréscimo de 1990 a 2000 na classe de Área não vegetada, houve um constante aumento, devido ao aumento da estrutura urbana do município, tendo o crescimento da sua sede e dos povoados. É possível observar também, a diminuição dos Corpos D'água superficiais, causada principalmente pela utilização na agropecuária, como em áreas irrigadas e na hidratação dos rebanhos.

Redução dos espaços naturais também constatadas no trabalho de Silva e Sousa (2021) que analisaram a dinâmica do uso e ocupação do município de Soure no Pará.

Para facilitar a análise da composição das classes de uso e ocupação, foi montado um gráfico (gráfico 1) com os dados de área das classes em porcentagem.

Gráfico 1: Evolução em porcentagem das classes de usos ao longo dos anos.

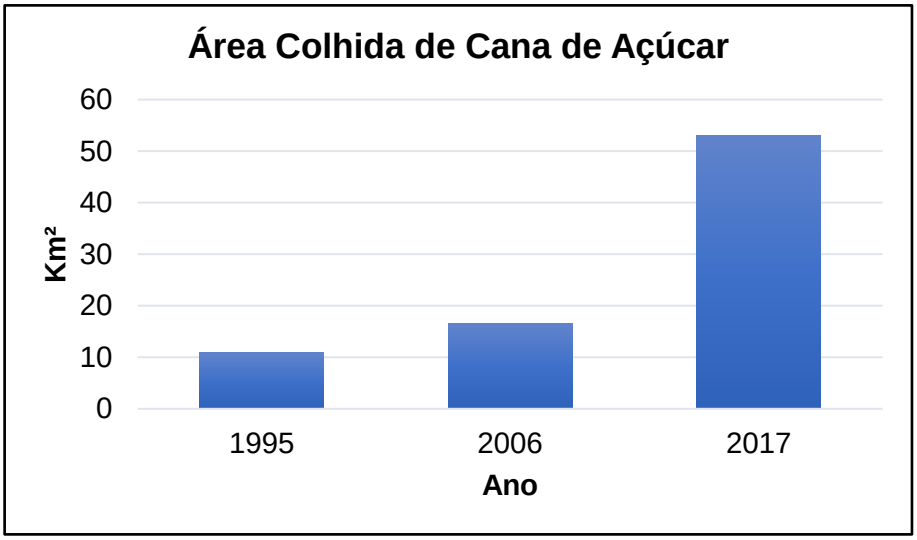


Fonte: MapBiomas (2023). Elaborado pelo autor.

É observado que mesmo com o aumento da categoria Formação Florestal, ela representa uma parte pequena da área do município, evidenciando que há a presença de pouca vegetação nativa. Ficando a maior porção da área sendo representa pela categoria Agropecuária, abrangendo ao longo dos anos de 1990 a 2020, mais de 80% da área, predominando os tipos de uso Pastagem e Mosaico de Usos, sendo que há uma oscilação entre esses usos, onde um ou outro predominou ao longo dos anos.

Mesmo com a pequena diminuição da área de Agropecuária, de acordo com os Censos Agropecuários de 1996, 2006 e 2017 do IBGE, houve um aumento constante da área colhida de cana de açúcar (gráfico 2). Tal aumento leva em consideração a criação da tecnologia Flex no início do século XXI, que possibilita o veículo utilizar tanto a gasolina quanto o álcool como combustível, o que aumentou o consumo de álcool (ARAGÃO e ALMEIDA, 2009).

Gráfico 2: Área colhida da cana de açúcar no município de Japaratuba – SE.



Fonte: IBGE. Elaborado pelo autor.

Considerações Finais

Diante do que foi exposto, foi possível constatar que a área do município de Japaratuba está com sua vegetação natural degrada, tendo restado 13% de Formação Florestal nativa, com o predomínio da agropecuária em mais de 80% da área territorial do município, principalmente próximo aos corpos d'água, o que está acarretando na diminuição dos recursos hídricos na área, como foi evidenciado, a cada década a área dos corpos d'água superficiais tem diminuído.

A disponibilidade de informações geográficas através das geotecnologias como as utilizadas pelo MapBiomas, tornam um geoprocessamento uma ferramenta fundamental e prática para compreender a evolução do uso e ocupação do solo em todo o território brasileiro. Possibilitando análises espaciais concretas que podem auxiliar no ordenamento territorial e no planejamento ambiental.

A pesquisa acerca do uso e ocupação do solo do município de Japaratuba foi importante pois, possibilitou compreender a situação atual da área estudada, podendo assim, com estudos maiores, obter abordagem prospectiva para analisar as transformações e tendências futuras desse ambiente em constante evolução.

São necessários novos estudos para um melhor aprofundamento acerca dos impactos que essas atividades agropecuárias incidem sobre os recursos naturais do município, principalmente no que consiste o cultivo da cana de açúcar e na criação de bovinos. Para propiciar medidas mitigadoras que visem prevenir riscos ambientais, presentes e futuros.

Referências

ARAGÃO, R. de; ALMEIDA, J. A. P. de. Avaliação espaço temporal do uso do solo na área da bacia do Rio Japaratuba–Sergipe através de imagens LANDSAT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. Anais... Natal: INPE, 2009. P. 1231-1238.

AZEVEDO, Thiago; MATIAS, L. F. Dinâmica da Alteração do Uso e Ocupação Agrícola na Amazônia Maranhense: Uma Análise a partir de Dados do Mapbiomas. In: EVENTO EM COMEMORAÇÃO AOS 20 ANOS DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA (IG-UNICAMP), 1., 2022, Campinas. Anais... Campinas: [s. n.] 2022. P. 89103.

FITZ, Paulo Roberto. Cartografia Básica. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

FONTES, A. L. Caracterização Geoambiental da Bacia do Rio Japaratuba (SE). 1997. 298f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1997.

FRANÇA, B. T.; ANDRADE, M. P.; RIBEIRO, C. B. M.; HIPPERT, H. S. Dinâmica do uso do solo e alterações na vazão na bacia do Rio São Francisco no início do Séc. XXI. Revista de Gestão de Água da América Latina, v. 18, n. 11, p. 1-15, 2021.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Cidades. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/ dição açã/panorama. Acesso em: 22 jul. 2023.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Malha Municipal. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/ dição ação/ dição ação-do-territorio/malhas-territoriais/15774malhas.html?edicao=33087&t=acesso-ao-produto. Acesso em: 22 jul. 2023.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática. Disponível em: http://www.sidra.ibge.gov.br/. Acesso em: 31 jul. 2023.

JAPARATUBA. A cidade, Prefeitura Municipal de Japaratuba, 2023. Disponível em: https://japaratuba.se.gov.br/a-cidade/. Acesso em: 22 jul. 2023.

JUNIOR, E. A. M.; SILVA, J. S. V.; OLIVEIRA, R. C. Geotecnologias no planejamento e ordenamento territorial. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 18., 2017, Santos. Anais... Santos: INPE, 2017. p. 4835-4842. Recife, Pernambuco. 24 a 27 de outubro de 2023.

MAPBIOMAS. Coleções MapBiomas. Disponível em: https://mapbiomas.org/colecoesmapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR. Acesso em: 22 jul. 2023.

MARCELINO, G. da C.; GUERRA, C. M. da C. G.; VIEIRA, E. M. Evolução do uso e ocupação do solo no município de João Monlevade–MG frente às pressões sobre os recursos hídricos. Research, Society and Development, v. 11, n. 9, p. 1-9, 2022.

PEREIRA, A. S.; SHITSUKA, D. M.; PARREIRA, F. J.; SHITSUKA, R. Metodologia da pesquisa científica. Santa Maria: UFSM, NTE, 2018.

PREIS, C. M.; FRANCO, D.; VARELA, S. C. Avaliação do Uso e Ocupação do Solo na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí e Simulação para 2027. Revista Geociências, v. 40, n. 2, p. 407414, 2021.

ROSA, M.; SHIMBO, J. Z.; AZEVEDO, T. MapBiomas - Mapeando as transformações do território brasileiro nas últimas três décadas. In: SIMPÓSIO DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA, 8., 2019, São Paulo. Anais... São Paulo: Instituto de Botânica, 2019. p. 95– 100.

ROSÁRIO, R. R.; BARBOSA, M. T.; CARNEIRO, F. S; COSTA, M. S. S. Uso e ocupação do solo do município de Novo Progresso no Estado do Pará-Brasil. Research, Society and Development, v. 10, n. 1, p. 1-11, 2021.

SANTOS, E. B. dos. Impactos dos usos rural e urbano em fragmentos de Mata Atlântica. 2023. 99f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente). Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2023.

SEMARH/SE. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Sergipe. Atlas Digital Sobre Recursos Hídricos de Sergipe, 2022.

SOUZA, M. B. de; et al. Dinâmica de uso e ocupação da terra no município de Novo Repartimento, Pará. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 17, n. 2, p. 143-148, 2022.

Morfodinâmica atual da praia de Pau Amarelo: identificação de pontos de erosão costeira

Current Pau Amarelo Beach morphodynamics: identification of coastal erosion points

Emily Pereira da Silva
Universidade Federal de Pernambuco
0009-0005-6324-0305
emily.pereira@ufpe.br

Ana Beatriz da Silva
Universidade Federal de Pernambuco
0009-0008-5455-7644
ana.abs@ufpe.br

Marcos Bayron Mendes de Macena
Universidade Federal de Pernambuco
0009-0002-7749-6748
marcos.macena@ufpe.br

Wemerson Flávio da Silva
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0002-7439-9443
wemerson.silva@ufpe.br

Osvaldo Girão
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0002-5797-4450
osvaldo.girao@ufpe.br

Resumo: O artigo aborda a análise da erosão costeira na Praia de Pau Amarelo, situada no município de Paulista. A região costeira do Estado é significativa, mas enfrenta problemas de erosão devido à construção dos molhes do Rio Doce, que alteraram a dinâmica local. Paulista é uma área urbanizada, e o estudo consistiu em etapas, começando com uma revisão bibliográfica e, em seguida, uma análise de campo. Utilizou-se imagens de satélite, visitas in loco e revisão de obras existentes. Constatou-se que o crescimento populacional acelerado na região litorânea resultou em impactos negativos. O uso inadequado do ambiente, desrespeitando os regulamentos sobre construções próximas à linha de preamar, e o desmatamento da vegetação de restinga, que atua como barreira protetora, foram identificados como principais causas da erosão costeira.

Palavras-chave: Erosão costeira, Risco, Paulista, Impactos.

Abstract: The article addresses the analysis of coastal erosion at Pau Amarelo Beach, located in the municipality of Paulista. The coastal region of the state is significant but faces erosion issues due to the construction of the Rio Doce breakwaters, which altered the local dynamics. Paulista is an urbanized area, and the study consisted of stages, beginning with a literature review followed by a field analysis. Satellite imagery, on-site visits, and a review of existing works were used. It was observed that rapid population growth in the coastal region has led to negative impacts. Improper land use, disregarding regulations regarding construction near the high tide line, and deforestation of the restinga vegetation, which serves as a protective barrier, were identified as the main causes of coastal erosion.

Keywords: Coastal erosion, Risk, Paulista, Impacts.

Introdução

O Estado de Pernambuco possui uma Zona Costeira de grande extensão litorânea, com enorme importância para a região. Conforme citado por Costa e Souza (2002), esse trecho litorâneo possui uma extensão de 187 km, abrange 21 municípios e é considerado o mais importante aglomerado populacional do Estado, concentrando 44% de sua população. Além disso, é importante ressaltar que a densidade populacional nessa área é superior a 900 habitantes por quilômetro quadrado (Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil na Escala da União, 1996). Esses dados obtidos pelos autores citados, demonstram a relevância e a concentração populacional na Zona Costeira de Pernambuco, o que demanda uma abordagem profissional e cuidadosa na gestão e no planejamento dessa região.

O litoral pernambucano vem sendo cada vez mais urbanizado e, a fim de “ampliar seu território”, a população faz uso da planície costeira para principalmente habitação e desenvolver atividades turísticas. As consequências de tais atos se manifestam através de mudanças no comportamento dos agentes naturais que buscam o equilíbrio da zona costeira, principalmente no prisma praial (Melo et al., 2017). Em resposta a esses acontecimentos, juntamente com fatores como o comportamento antrópico, o ambiente pode se tornar um local de risco geomorfológico.

Na geomorfologia, o termo “risco” está associado à probabilidade de ocorrência ou não de um evento natural ou derivado de ações antrópicas, e a possibilidade de perdas. Por sua vez, os riscos geomorfológicos costeiros, de forma geral, estão associados ao perigo e a probabilidade de ocorrência de perdas econômicas e sociais em áreas de costa (Lins-De-Barros, Bulhões, 2006). Os riscos que ocorrem na costa são variados, podendo ser associados ao perigo das ondas e correntes, englobam questões como o avanço médio do nível do mar, erosão, inundações e afogamentos (Lins-De-Barros, Bulhões, 2006).

A ação erosiva pode prejudicar a costa de duas maneiras: a linha de praia pode avançar sobre o mar, havendo um saldo positivo para humanidade, pois haverá ganho territorial, ou a linha de praia pode recuar sobre o continente, havendo perdas econômicas de bens fixos, como estradas e edificações (Manso et al., 2006). Mudanças climáticas, retirada da cobertura vegetal, aterro de manguezais e urbanização não planejada são os principais fatores contribuintes para o avanço do mar, que diminui a faixa de areia, e propicia erosão na região costeira.

Um dos maiores problemas enfrentados em áreas costeiras é a erosão derivada do avanço do nível médio do mar e ação antrópica no local. A erosão costeira é um processo ocorrido na linha de costa e que pode ser de origem natural ou por influência antrópica, decorrente de balanço sedimentar negativo (Melo et al., 2017). De acordo com Cunha e Guerra (1998) o desmatamento e aterro de ecossistemas costeiros que aportam grandes

quantidades de sedimentos para o ambiente marinho, também são fortes influenciadores da aceleração e intensidade da erosão costeira.

Ao longo da década de 90, as praias do Setor Norte de Pernambuco obtiveram um desenvolvimento urbano, mas não possuíam grandes obras públicas para conter a erosão costeira. Diante disso, várias residências tiveram que ser protegidas por muros. No presente, é muito comum encontrar essas residências com muros cimentados nas regiões. Mallmann, Araújo e Droguett (2014), afirmam que as praias do litoral de Paulista apresentam um estado crítico em relação aos processos erosivos, sendo relativamente mais recente e intenso na praia de Pau Amarelo.

Atualmente, 75% do litoral Pernambucano sofre processos erosivos em diferentes graus (Cabral et al., 2014), com as principais causas sendo relacionadas a fenômenos naturais e antrópicos (Manso et al., 1995; 2006). Ao longo do litoral Pernambucano, os problemas de erosão geralmente acontecem do Sul para o Norte, à medida que novas intervenções costeiras acontecem e o fluxo de sedimento suprido pela deriva litorânea S-N é reduzido ou bloqueado (Pereira et al, 2007).

De acordo com Costa (2002), os processos erosivos no estado de Pernambuco acontecem do Sul para o Norte. Costa (2002) e Fisher (2008), afirmam que o processo erosivo no litoral do município de Paulista é relativamente recente, tendo o início dos registros a partir da década de 80 e foi intensificado a partir da década de 90. O município possui uma criticidade no que se refere ao processo erosivo, sendo mais recente e intenso na praia de Pau Amarelo. Tais acontecimentos foram desencadeados provavelmente pela construção do molhe do Rio Doce, localizado junto ao Istmo de Olinda. Desde então, impactos relacionados ao processo erosivo têm sido observados e tal construção trouxe alterações na dinâmica do local (Mallmann, Araújo e Droguett, 2014; Costa, 2002; Fisner, 2008; FINEP/UFPE, 2009). Toda a área do litoral do município de Paulista foi submetida a fortes processos erosivos influenciados por alterações na drenagem de bacias adjacentes agregados a urbanização no local e até mesmo pela construção dos quebra-mares, muros de contenção e outras obras feitas muitas vezes sem um entendimento sobre a dinâmica costeira, além da retirada da areia da praia para o uso na construção civil (como ocorria no local), pois isso altera diretamente a dinâmica costeira no litoral. Segundo o (FINEP/UFPE, 2009; Mallmann, Araújo e Droguett, 2014. p. 2), tais intervenções modificam profundamente o ambiente costeiro, acarretam altos custos e tem resultados nem sempre satisfatórios, além de frequentemente transferirem a erosão para as praias adjacentes.

Algumas consequências da erosão costeira são a redução da largura da praia, perda e desequilíbrio de habitats, aumento na frequência de inundações decorrentes das ressacas, destruição de estrutura construída pelo homem e perda do potencial turístico e paisagístico

(Manso, 1992). Diante de todo contexto anteriormente citado, na praia de Pau Amarelo, localizada no município de Paulista-PE, foi observado o seguinte risco: erosão costeira.

Em 23 de outubro de 2010, foram estabelecidos no estado de Pernambuco, através da Lei n° 14.258/2010, critérios para a proteção do ambiente costeiro. Instituindo uma política estadual de gerenciamento costeiro, estabelecendo um limite de área não edificante a partir da linha preamar máxima, contendo limites de 33 m em zona urbana e 33 m a 100 m em área não urbana (Cabral et al., 2014). Além disso, a lei visa o incentivo do desenvolvimento de atividades que respeitem as limitações e as potencialidades dos recursos naturais e culturais, conciliando as exigências do desenvolvimento com sua proteção.

O presente trabalho tem como objetivo analisar e identificar os pontos de erosão costeira na Praia de Pau Amarelo. Ademais, buscam compreender a dinâmica erosiva que atua sobre o litoral, analisar expansão urbana na faixa litorânea, e entender o nível do impacto erosivo atual na praia de Pau Amarelo.

Material e Métodos

Um estudo feito por Reboita et al. (2010), que dividiu a América do Sul em regiões com uma diversidade de climas diferentes, o local de estudo está localizado na região R6, que abrange o Norte da região Norte do Brasil e o litoral do Nordeste do Brasil. A região tem como uma de suas características os máximos pluviométricos no primeiro semestre dos anos, graças a principal contribuição da ZCIT. Nas demais épocas do ano, a precipitação pode ser influenciada pela brisa marítima, aquecimento radiativo da superfície, Complexos Convectivos de Mesoescala Tropicais (CCM), Sistemas Frontais, VCAN e Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOL).

Os sistemas atmosféricos de mesoescala mais atuantes na área de estudo são os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), Distúrbios Ondulatórios e Sistemas de Brisas. O VCAN tem atuação durante o final da primavera e início do verão. O DOL é típico do outono-inverno na borda oriental do Nordeste Brasileiro (GIRÃO et al. 2013). É importante salientar a influência do Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), principalmente, em seu processo de expansão durante o inverno do Hemisfério Sul acentuando os ventos de direção SE/E (GIRÃO, CORRÊA e GUERRA, 2006; GIRÃO et al. 2013).

Os VCANs têm origem tropical e atuam com mais frequência durantes os meses de dezembro a fevereiro, levando precipitações moderadas para as regiões Norte e Nordeste (FERREIRA, RAMIREZ e GAN, 2009). O período mais chuvoso do Estado de Pernambuco corresponde aos meses de maio, junho e julho atrelado aos cavados barométricos dos Distúrbios Ondulatórios de Leste (GIRÃO et al. 2013), sistema atmosférico responsável por grande entrada de energia que levam a processos superficiais da paisagem. O sistema de

brisas atua durante o ano todo, todavia, é intensificada durante o período do inverno e pode atuar concomitantemente com o DOL (GIRÃO et al. 2013; DINIZ, OLIVEIRA e SOUZA, 2016).

A vegetação da região era originalmente uma floresta tropical úmida, denominada Mata Atlântica (atualmente devastada e reduzida) e o Costeiro-Marinho, com a presença de recifes de corais, manguezais (áreas de estuário) e restinga, apesar de nos dias atuais, a vegetação ser escassa.

De modo geral, a área de estudo observada é um local urbanizado. Tal Urbanização trouxe consigo um grande desmatamento da vegetação principalmente nas áreas costeiras, portanto, a vegetação costeira, denominada restinga é escassa, sendo até mesmo ausente em alguns pontos, causando impactos na zona costeira local.

A primeira etapa do estudo consistiu em um mapeamento de um trecho da praia de Pau Amarelo, com o intuito de analisar o nível da erosão costeira no local. Para a realização desta etapa, foram utilizadas imagens de satélite retiradas do Google Earth do ano de 2003 até 2023. A segunda etapa consistiu em uma análise de campo, sendo realizada no dia 20 de julho de 2023, visando comprovar a problemática citada e observado em imagem de satélite, além de analisar os impactos causados pelo avanço do nível médio do mar e pela ocupação humana em uma região de planície costeira.

A partir dos resultados obtidos, foi elaborado um quadro de classificação para os 3 pontos analisados, sendo levado em consideração o nível do impacto erosivo observado no local. Sua determinação foi feita através do método indutivo, baseando-se no que era observado no ambiente, levando em considerações a existência ou não de alguma barreira (recifes ou arrecifes), presença ou ausência de faixa de areia e avanço do mar em relação aos estabelecimentos e residências na área de estudo.

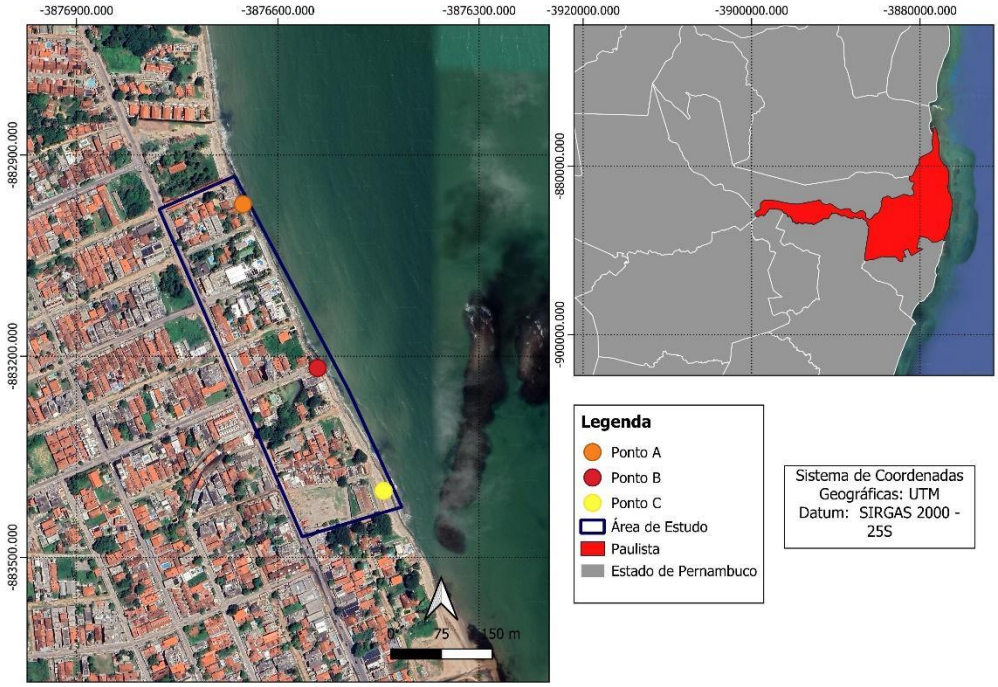
Resultados e Discussões

Segundo Cabral, Silva, Girão (2014), a principal forma de ocupação dos trechos da praia de Pau Amarelo é de condomínios residenciais e comerciais. Na localidade existem muitas casas de praia para fins recreativos, com o maior quantitativo sendo beira-mar. Essas construções são um dos grandes problemas enfrentados não só pela região, mas por boa parte do litoral pernambucano.

A especulação imobiliária e ocupação urbana nas zonas costeiras vem sendo um dos maiores responsáveis pelo desmatamento da vegetação costeira, denominada restinga, contribuindo para a erosão costeira. A restinga tem como um de seus papéis a preservação do solo, agindo como uma “barreira” protetora do mesmo. Ao desmatar essas áreas de restinga, o solo ficará exposto e mais suscetível a esses eventos, principalmente a ação

erosiva, levando em consideração a perda de proteção, como é o caso da área de estudo, desmatada para a urbanização no local.

Figura 1 - Mapa da área de estudo.



Fonte: Os autores (2023).

Quadro 1 - Identificação de local e classificação de impacto.

PONTO	COR	NÍVEL DE IMPACTO	RUA
A	Laranja	Moderado	Almira Camelo de Andrade Almeida
B	Vermelho	Alto	Maria Dolores de Pinho Seabra
C	Amarelo	Baixo	Forte de Nossa Senhora dos Prazeres do Pau Amarelo

Fonte: Os autores (2023).

Foi observado no ponto A impactos significativos, pois está localizada em uma área de mar aberto, não contando com uma barreira natural, recebendo relativamente a onda com maior força, causando danos a contenção utilizada para reter o avanço da água e atenuando o processo erosivo nas partes expostas (figura 2).

Figura 2 - Imagem do ponto A.

Fonte: Os autores (2023).

Todavia, foi constatado que o ponto B (figura 4 e 5), dentre os outros pontos, apresentou um maior grau de impacto, sendo um local onde o avanço do nível do mar causa impactos significativos às construções presentes, pois é uma área de significativo avanço da linha de praia sobre o continente, causando também impactos financeiros ao município e a moradores, como apresentado nas imagens. Durante a análise de campo haviam funcionários realizando a realocação das barreiras de contenção, confirmando os danos causados por esse avanço.

Figura 3 e 4 - Imagens do ponto B.

Fonte: Os autores (2023).

No ponto C (figura 5) vemos que houve a retirada da vegetação de restinga, tornando a área propícia ao processo erosivo. Foi observado que o ponto em questão já sofre com avanço médio do nível do mar, contudo, seus impactos são mitigados pela presença do arrecife de arenito, que atua como uma barreira natural, reduzindo a energia das ondas. De acordo com Fontes (2011, p. 137), “os arrecifes próximos a costa oferecem proteção contra a ação erosiva do hidrodinamismo.

Figura 5 - Imagem do ponto C.

Fonte: Os autores (2023).

De acordo com Cabral, Silva, Girão (2014), apraia de Pau Amarelo se encontra em estágio avançado de erosão, devido principalmente ao avanço do nível médio do mar. Em dias de maré baixa, quando a praia está com seu nível de água mais baixo, é possível observar restos de estruturas de coqueiros e construções em lugares onde ficam submersos quando a praia está “cheia”. Esse é um dos fatores que provocam o quanto o mar avançou sobre o continente e a natureza está em busca do que é seu.

Alguns moradores mais antigos da região relatam que áreas que antes eram utilizadas por eles para a realização de atividades de lazer, hoje estão “submersas”, como é o caso de um antigo campo de futebol nas proximidades do Casa Blanca Resort, que antes era utilizado por moradores.

Na tentativa de minimizar o avanço do nível do mar, e amenizar os processos de mudanças que estavam ocorrendo e prejudicando a zona costeira, em 1995 a prefeitura do município de Paulista solicitou um projeto de execução de obras para a proteção das encostas e deu-se a construção de quebra-mares semi-submersos, sendo concluída no ano de 2001 (Costa, 2020). Atualmente, também foi feita a construção de muros de contenção, desta vez

mais próximo à costa, pois os quebra-mares construídos anteriormente já não eram o suficiente para controlar a situação.

O avanço do mar já destruiu a parede de contenção e está atingindo muros de casas e de construções civis, ocasionando prejuízos econômicos, também pondo em risco a vida de moradores e trabalhadores do local. De acordo com relatos de moradores, em dias de maré alta/ressaca, a água chega até mesmo a entrar em algumas casas. Contudo, o maior fator contribuinte para a morfodinâmica atual da praia de Pau Amarelo é o uso e ocupação do ambiente, que não respeitou os parâmetros definidos pela lei a respeito da não ocupação para a construção em linhas de preamar. (Araújo et al. 2007; Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil na Escala da União, 1996) abordam que o crescimento populacional acelerado do litoral nas frentes oceânicas se dá principalmente pela ocupação das praias, inicialmente para veraneio e posteriormente para moradia fixa. Os autores ainda afirmam que “a ocupação do ambiente praial por edificações ou outras estruturas dificulta a sedimentação, impedindo a manutenção do equilíbrio sedimentar natural de cada praia” (Araújo et al. 2007; Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil na Escala da União, 1996, p. 4).

Outro fator que contribui para a erosão costeira são as mudanças climáticas, que não só provocam a elevação do nível do mar, mas também provocam precipitações mais intensas e frequentes na região devido ao aquecimento incomum do Oceano Atlântico, resultando em erosão pluvial mais intensa. Fatores como a diminuição do aporte de sedimento, aumento relativo do nível médio do mar, da intensidade e frequência dos eventos extremos e alterações no clima de ondas, oriundas das mudanças climáticas, estão intimamente relacionados com processos de erosão nos ambientes costeiros (Wong et al. 2014).

Recentemente, o governo municipal de Paulista decretou estado de emergência na praia de pau amarelo após um parecer da defesa civil. O Decreto nº 094/2021 foi assinado dia 23 de agosto pelo prefeito da cidade, Yves Ribeiro. Os trechos das ruas Baronesa e do Mosteiro foram determinados como os pontos em estado mais crítico, onde a água já invadiu a avenida Cláudio Gueiroz Leite e os moradores, por conta própria, colocaram pedras nos limites da avenida para impedir o avanço da água.

Em conversas com os moradores, todos falaram de memórias vividas na faixa de areia, que hoje não existe mais. Um dos moradores falou, em tom nostálgico, “há uns anos atrás era uma enorme faixa de areia. Hoje, é só água e pedras”.

Figura 6 - Imagens de satélite da região.

Fonte: Os autores (2023).

Ao analisar a figura 6, é possível fazer um comparativo da perca da faixa de areia sofrida no local de estudo entre os anos de 2003 a 2023. Ademais, o local sofreu com a perca da vegetação para a construção de moradias, até mesmo em locais considerados como linhas preamar e descumprindo a legislação ambiental. Contudo, também é notório que em contrapartida, houve um aumento nos arrecifes de corais, oferecendo assim mais proteção a costa de ações erosivas

Conclusão

O objetivo do artigo foi analisar as causas e as consequências de riscos geomorfológicos costeiros na praia de Pau Amarelo, proveniente de fatores antrópicos, como o crescimento urbano no ambiente praial, proveniente de um planejamento urbano deficiente, segundo o último MAI, feito no ano de 2007.

Assim, durante a elaboração do artigo foram feitas análises sobre a área estudada, através de imagens de satélites, visitas ao local, e revisão de obras já existentes sobre a mesma temática.

Tendo em vista a situação atual da praia de Pau Amarelo, podemos notar que apenas a criação de leis não foi capaz de conter o processo erosivo causado nas construções presentes na faixa litorânea da praia de Pau Amarelo, pois, mesmo diante a lei criada, a população avançou até o limite da costa intensificando o processo erosivo da região.

Se faz importante a formulação de um relatório anual sobre o atual nível de erosão costeira no litoral pernambucano, que é um processo que está sendo agravado mais a cada ano, por causa da ocupação desordenada da faixa litorânea sem que sejam feitas as devidas fiscalizações nas construções, fazendo com que o governo do estado gaste mais em obras de contenção, além da contribuição das mudanças climáticas.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos Professores Doutores Osvaldo Girão e Wemerson Flávio pela orientação dada.

Ao Doutorando Jonas Herisson por todo apoio e ajuda oferecidos durante a elaboração e ao Mestrando Danilo Santos pelas boas ideias oferecidas.

Referências

ALEPE LEGIS. Legislação do Estado de Pernambuco. Lei nº 14.258, de 23 de dezembro de 2010. Disponível em: < https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=14258&complemento=0&ano

=2010&tipo=&url=#:~:text=Texto%20Original&text=LEI%20N%C2%BA%2014.258%2C%20DE%2023,Costeiro%2C%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid% C3%AAncias>. Acesso: 30 de abril de 2023.

ARAÚJO, M. C. B.; STELLA, A. C. O. S. T.; CHAGAS, S. C. T.; BARBOSA, M. F. C. Análise da Ocupação Urbana das Praias de Pernambuco, Brasil. Gestão Costeira Integrada, v. 7, nº 2, p. 97-104. 2007.

CABRAL, C. J.; SILVA, W. F. da; GIRÃO, O. Impactos Ambientais derivados do uso e ocupação da linha de costa em trechos das Praias de Pau Amarelo e Maria Farinha- Município de Paulista/PE: Estudo Preliminar. Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), Sobral - CE, V. 16, n. 1, p. 74 – 88, 2014.

COSTA, J. E. R. Morfodinâmica praial do município de Paulista-PE. 40p. Monografia de Especialização em Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. Não publicado, 2002.

CUNHA, S. B.; GUERRA, A.J.T. 1998. Geomorfologia do Brasil. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 388p.

DINIZ, M.T.M.; OLIVEIRA, G.P. Proposta de Compartimentação em Mesoescala para o Litoral do Nordeste Brasileiro. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.17, nº 3, p. 565 – 590, 2016.

FERREIRA, N. J.; RAMIREZ, M.V.; GAN, M.A. Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis queatuam na vizinhança do Nordeste do Brasil. In: CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, NELSON J.; DIAS, M. ASSUNÇÃO F. da SILVA; SILVA, M. GERTRUDES A. JUSTI da. Clima e Tempo no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

Financiadora de Estudos e Projetos/Universidade Federal de Pernambuco - FINEP/UFPE. Monitoramento Ambiental Integrado – MAI-PE. Relatório Final – Vols. 1, 2 e 3, Recife, p.485, 2009.

FISNER, M. Percepção dos Usuários sobre os Efeitos das Obras de Proteção de Costa nas Praias de Casa Caiada (Olinda) e Janga (Paulista). Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Oceanografia, Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2008. p. 133.

FONTES, A. L. Recifes Biológicos e de Arenito. In: FONTES, A. L. (org), Geomorfologia Costeira. São Cristóvão. UFSE/CESAD, 2011. p. 134-146.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B.; GUERRA, A. J. T. Influência da climatologia rítmica sobre áreas de risco: o caso da Região Metropolitana do Recife para os anos de 2000 e 2001. In: Revista de Geografia, UFPE/DCG-NAPA: Recife, Jan/Abr v.23, nº1, 2006.

GIRÃO, O; CORRÊA, A. C. B.; NÓBREGA, R. S. e DUARTE, C. C. O Papel do Clima nos Estudos de Prevenção e Diagnóstico de Riscos Geomorfológicos em Bacias Hidrográficas na Zona da Mata Sul de Pernambuco. In: GUERRA, A. J. T. &OLIVEIRA JORGE, M. C. (org), Erosão e Movimentos de Massa: Recuperação de Áreas Degradadas e Prevenção de Acidentes, 2013.

LINS-DE-BARROS, F. M. e BUOLHÕES, E. M. R. Geomorfologia costeira e riscos: diferentes abordagens, contribuições e aplicabilidades. In: ANAIS DO VI SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA / Regional Conference on Geomorphology, Goiânia – 6 a 10 de setembro de 2006.

MALLMANN, D. L. B., ARAÚJO, T. C. M. de. DROGUETT, E. L. Caracterização do litoral central de Pernambuco (Brasil) quanto ao processo erosivo em curto e médio-termo. Papel da praia na proteção da costa e as alterações oceanográficas em diferentes escalas temporais. Quaternary and Environmental Geosciences.

MANSO. V. A. V. 1995 Estudo da erosão marinha na Praia de Boa Viagem. Convênio EMLURB/ FADE/ LGGM/ UFPE. Relatório final. Recife. 70pp.

MANSO, Valdir do A. Vaz; COUTINHO, Paulo da Nóbrega; GUERRA, Núbia Chaves; e SOARES JR., Carlos de Andrade. In: MUEHE, Dieter (Orgs.). Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro: Pernambuco. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.

MELO, M. C. S. S.; BARCELLOS, R. L.; MANSO, V. A. V.; SANTOS, L. D.; JUNIOR, C. F. A. S. Comportamento Morfodinâmico e Sedimentar das Praias do Litoral de Paulista. Estudos Geológicos. v. 26, n. 2, p. 3-21, 2016.

Martins, K. A. VULNERABILIDADE À EROSÃO COSTEIRA E MUDANÇAS CLIMÁTICAS ATRAVÉS DE INDICADORES EM PERNAMBUCO, BRASIL. 2015. Dissertação de Mestrado, Pós-graduação em Oceanografia, Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, 2015.

PEREIRA, L. C. C.; Jiménez, J.A.; Medeiros, C.; Costa, R.M.da. 2007. Used and occupation of Olinda littoral (NE, Brazil): Guidelines for an integrated coastal management. Environmental Mangement – 40: 210-218.

REBOITA, M.S., Gan M. A., da Rocha R. P., Ambrizzi T. 2010a. Regimes de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. Revista Brasileira de Meteorologia, 25(2):185-204.

REBOITA, M.S.; Nieto R.N.; Gimeno L.; da Rocha R.P.; Ambrizzi T.; Garreaud R.; Krüger L. F. 2010b. Climatological Features of Cutoff Low Systems in the Southern Hemisphere. J. Geophys. Res., 115.

REBOITA, M.S.; Krusche N.; AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.P. da. Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul. Repositório Institucional, Universidade Federal do Rio Grande. p. 34-50, 2012.

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE. Monitoramento Ambiental Integrado – Avaliação dos Processos de Erosão Costeira nos Municípios de Paulista, Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes. Projeto de Pesquisa, p. 27, 2005.

WONG, P. . et al. Coastal Systems and Low-Lying Areas. In: FIELD, C. B. et al. (Eds.). . Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK - New York, USA: Cambridge University Press. p. 361–409, 2014.

Evolução espaço-temporal do uso e ocupação do solo na Bacia do Rio Salamanca, sul do Ceará

Space-time evolution of land use and occupation in the Salamanca River Basin, south of Ceará

Mirelle Oliveira Silva
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-4856-7503
mirelle.oliveira@academico.ufpb.br

Vinícius Ferreira Luna
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-2973-314X
vinicius.luna@aluno.uece.br

Sinara Gomes de Sousa
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-3826-148X
sinara.sousa@ufpe.br

João Victor Mariano da Silva
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0003-1351-496X
jvictor.silva@aluno.uece.br

Resumo: O presente trabalho trata da análise da evolução espaço-temporal do uso e ocupação do solo na Bacia do Rio Salamanca, localizada no sul do estado do Ceará. Para tanto, além do levantamento bibliográfico, foram elaborados mapas do uso e ocupação do solo e de NDVI para os anos de 2001, 2010 e 2020. Os referidos mapas foram produzidos com dados disponibilizados do projeto MapBiomas e imagens de satélite Landsat 5 e 8. De modo geral, os resultados apontaram uma estreita relação entre os padrões de uso e ocupação do solo, a geomorfologia e a climatologia da área. Além disso, notou-se que houve um crescimento expressivo da malha urbana e das atividades agropecuárias, acarretando a retração e perda da vegetação, sobretudo da Caatinga. Nesse contexto, destaca-se a necessidade da aplicação de estudos que possam contribuir com um planejamento ambiental eficiente para a bacia em destaque, assim como para outros ambientes.

Palavras-chave: Uso e ocupação; Planejamento ambiental; Bacia do Salamanca.

Abstract: The present work deals with the analysis of the space-time evolution of land use and occupation in the Salamanca River Basin, located in the south of the state of Ceará. For this purpose, in addition to the bibliographic survey, maps of land use and occupation and NDVI were prepared for the years 2001, 2010 and 2020. These maps were produced with data available from the MapBiomas project and Landsat 5 and 8 satellite images. In general, the results point to a close relationship between the patterns of land use and occupation, the geomorphology and climatology of the area. In addition, it was noted that there was a significant growth of the urban fabric and agricultural activities, leading to the retraction and loss of vegetation, especially in the Caatinga. In this context, there is a need to apply studies that can contribute to efficient environmental planning for the highlighted basin, as well as for other environments.

Keywords: Use and occupation; Environmental planning; Salamanca Basin.

Introdução

Desde o surgimento da agricultura, o ser humano passou a usar e modificar o ambiente conforme seu interesse. Essas transformações advindas do uso da terra provocam

uma série de alterações nas paisagens naturais, incluindo o contexto biótico e abiótico (PHILIPPI JUNIOR; MALHEIROS, 2005; ALMEIDA et al., 2017).

Em decorrência da demanda do modelo econômico vigente, a ocupação espacial cresceu consideravelmente, ao passo em que cresce na mesma proporção o esgotamento dos recursos naturais (SANTOS, 2005). Além disso, os efeitos provocados no solo são inúmeros, como o aumento dos processos erosivos, perda de solo, baixa produtividade, assoreamento dos leitos dos rios (TARGA, 2011; SANTANA; ARAÚJO, 2017), entre outros.

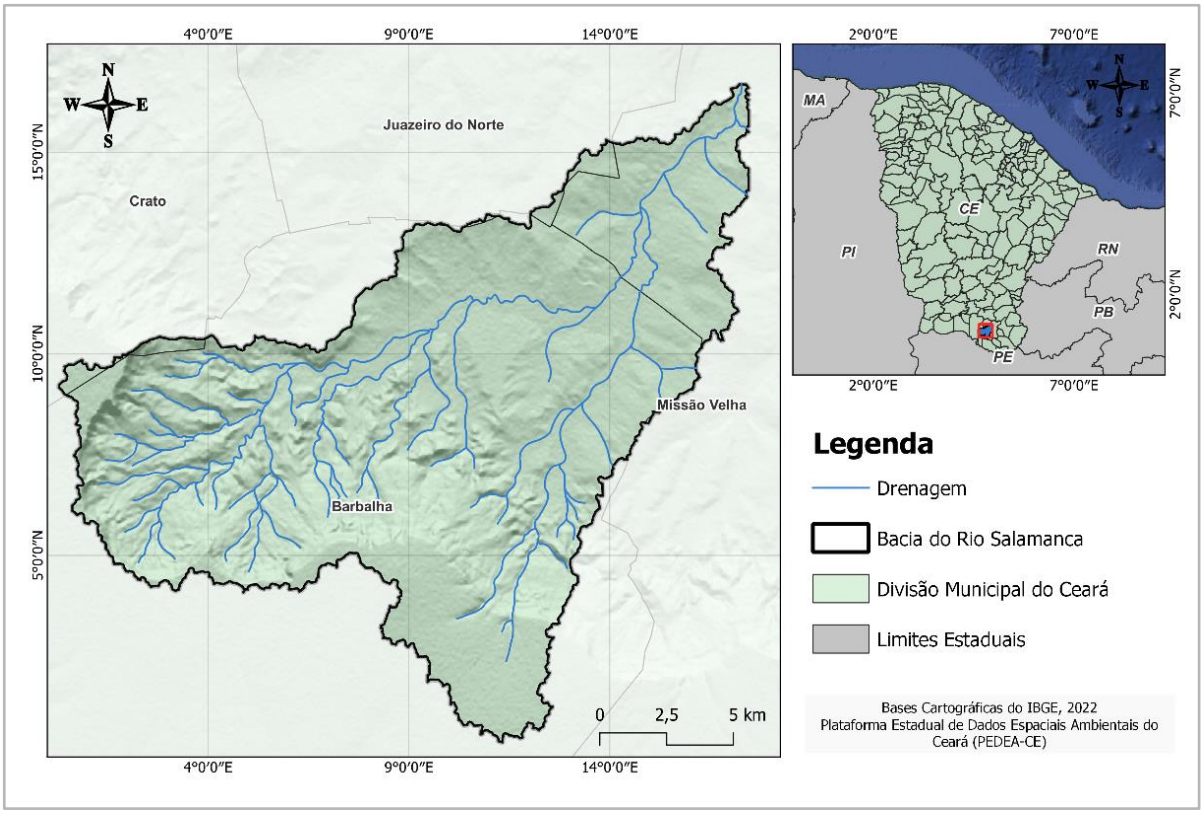
Em áreas próximas a canais de rios, o processo de uso e ocupação de forma indevida pode causar ainda mais prejuízos tendo em vista que afetam também a qualidade e quantidade das águas. Assim, evidencia-se que a ocupação inadequada do solo pode danificar a integridade das bacias hidrográficas (NUNES; ROIG, 2015; SANTANA; ARAÚJO, 2017), interferindo sobremaneira na sua estrutura e dinâmica.

Por esse motivo, estudos que apontem as formas de uso do solo, evidenciando as possibilidades para gestão eficiente e adequada das áreas utilizadas, são pertinentes e necessários. Assim, este trabalho tem o objetivo de analisar as formas de uso da terra na microbacia do Rio Salamanca, a partir de uma análise espacial e temporal, atrelando as condições topográficas e climáticas, a fim de entender como ocorreu e ocorre o uso do solo na área em estudo e contribuir com um melhor gerenciamento na utilização deste.

Área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Salamanca apresenta cerca de 274 km^2 e localiza-se no Cariri cearense, precisamente no sul do estado do Ceará, tendo, sua maior parte situada especificamente na porção sudeste do município de Barbalha. Todavia, abrange ainda, a nordeste parte de Missão Velha e, a sudoeste, um pequeno setor do município de Crato (LIMA, 2014) (**Figura 1**).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

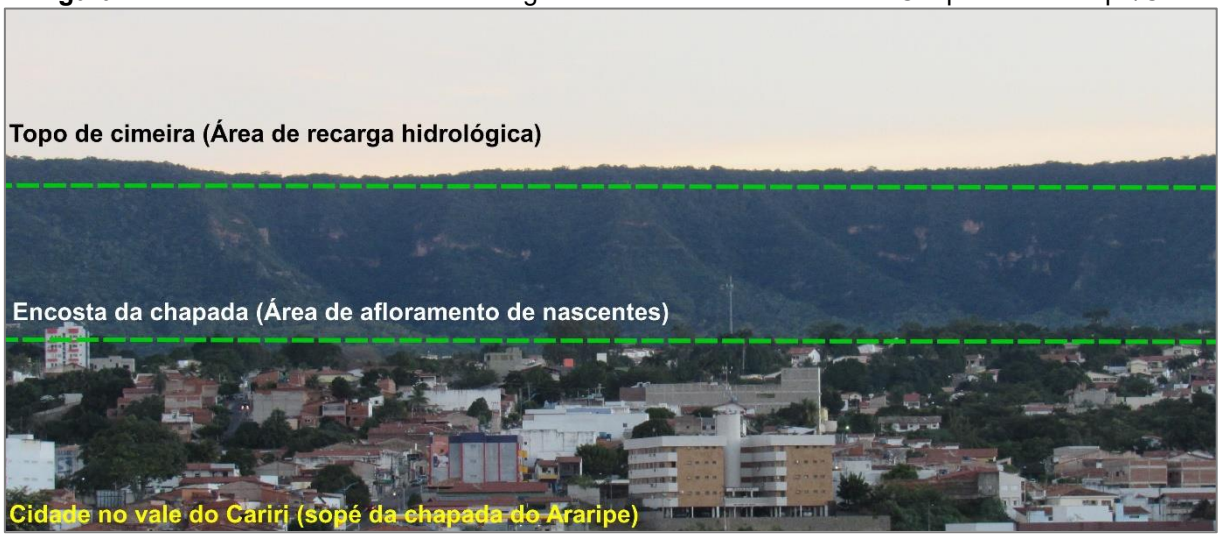


Fonte: Organizado pelos autores (2023).

A rede hidrográfica constituinte da bacia apresenta nascentes que se localizam na encosta da Chapada do Araripe (SILVA et al., 2017). Em áreas de cabeceira, o regime hidrológico é caracterizado pela perenidade das nascentes, e em trechos a jusante, é controlado pela pluviosidade do clima semiárido. Em seu alto e médio curso, esta microbacia percorre espaços preponderantemente rurais, passando pela cidade de Barbalha em seu médio-baixo curso (SILVA et al., 2017; LIMA; MARÇAL; CORREA, 2021).

Embora a área de estudo esteja inserida em um clima semiárido, a porção que cobre especialmente as áreas de cabeceiras apresenta condição climática distinta, tendo em vista que se localizam em trechos mais elevados e mais vegetados. Dessa forma, a umidade é controlada pela topografia e vegetação, assim como a pluviosidade também, considerando que a Chapada, em sua porção a NE consegue barrar a umidade proveniente da Zona de Convergência Intertropical, especialmente no primeiro semestre do ano (**Figura 2**). Assim, observa-se uma queda de temperatura e aumento de umidade à medida que a altitude aumenta (LIMA, 2014).

Figura 2 – Áreas de cabeceiras de drenagem na encosta sedimentar da Chapada do Araripe/CE



Organização: Autores (2023).

No que se refere aos aspectos geológicos-geomorfológicos, ressalta-se que na área da bacia hidrográfica do rio Salamanca são encontradas oito formações geológicas derivadas das condições estruturais da bacia sedimentar do Araripe, são elas: Formação Exu, Araripina, Santana, Brejo Santo, Missão velha, depósitos de tálus, depósitos aluviais e formações argilo-arenosas (LIMA, 2014). Estas formações, de modo geral, variam entre materiais mais grosseiros, como areia, cascalho, apresentando ainda formações constituídas por calcário laminado e outras compostas por materiais como silte e argila.

A geomorfologia da área, dado os aspectos estruturais, apresenta, de acordo com Silva et al. (2017), seis unidades morfoesculturais, a saber: Cimeira Estrutural do Araripe, Escarpa Estrutural, Patamar Estrutural Conservado, Patamar Estrutural Dissecado, as quais se inserem na Chapada do Araripe, e as unidades Glacis de Erosão e Planícies Fluviais, que ocorrem na unidade morfoestrutural Depressão Periférica. As unidades inseridas na área da Chapada, possuem altitudes que oscilam entre 660 a 960m aproximadamente, enquanto que as encontradas na depressão periférica não ultrapassam os 500m.

Metodologia

Para realizar a análise espaço-temporal do uso e ocupação utilizou-se ferramentas de geoprocessamento. Os mapas foram confeccionados no software gratuito *Quantum GIS* - QGIS versão 3.22. Para os mapas de uso e ocupação do solo, foram utilizados dados do projeto de mapeamento anual da cobertura e uso do solo do Brasil – MapBiomas. Freitas *et. al.* (2023) acentua que este, utiliza-se de uma série temporal das imagens do satélite *Landsat* e do *Google Earth Engine* que permite processamento em nuvem e classificadores automatizados na produção dos mapas. Para adequação da legenda à realidade da área de

estudo utilizou-se como base o zoneamento geoambiental da mesorregião sul (2006) elaborado pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME. Para calcular a área de cada classe de uso, em porcentagem, utilizou-se a ferramenta *r.report* do *GRASS* no QGIS.

Com intuito de gerar os mapas do índice de vegetação por diferença normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI) foram adquiridas imagens junto ao site *Earth Explorer* do serviço geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey* – USGS) disponíveis no catálogo de imagens do programa *Landsat*. Para o cálculo do NDVI foram consideradas as bandas 3 (Vermelho) e 4 (Infravermelho próximo) do *Landsat* 5, sensor TM, para os anos de 2001 e 2010. E do *Landsat* 8, sensor OLI, utilizou-se as bandas 4 (Vermelho) e 5 (Infravermelho próximo). O cálculo foi realizado a partir da seguinte equação (ASRAR *et al.*,1984):

$$NDVI = \frac{Pi - Pr}{Pi - Pr} \quad (1)$$

O NDVI é determinado pela razão entre a diferença e a soma das refletividades do infravermelho próximo e do vermelho. Os valores oscilam entre -1 e 1, onde os próximos ou iguais a -1 referem-se aos ambientes de solo desnudo, vegetação esparsa, áreas degradadas e áreas construídas, podendo representar ainda espelhos d'água. Já os valores próximos ou iguais a 1 estão associados a uma cobertura vegetal mais densa, conservada, com baixo nível de degradação (GUILHERME et al., 2016; SILVA et al., 2022).

Resultados e discussões

Como resultados, foram produzidos três mapas demonstrativos da espacialização das classes de uso e ocupação do solo e do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index* - NDVI), para os anos de 2001, 2010 e 2020, com o objetivo de analisar e correlacionar a modificação da cobertura vegetal com o crescimento urbano e a expansão das atividades de agricultura e pastagem, em uma escala temporal de quase 20 anos. Além disso, foi possível verificar a sensibilidade da vegetação frente a sazonalidade do clima nos meses de agosto (2001), abril (2010) e dezembro (2020).

O uso e ocupação do solo na Bacia do Salamanca segue padrões que se repetem ao longo do intervalo temporal analisado. De modo geral, esses padrões são controlados pelas características geomorfológicas e climáticas da área, estando a Mata Úmida restrita às superfícies elevadas de cimeira e encosta da Chapada do Araripe, devido à presença maior de umidade e temperaturas amenas, e as classes de Caatinga Arbustiva, Mata Seca, Ocupação Urbana e Agricultura e Pastagem, distribuídas ao longo da planície fluvial do rio Salamanca, com destaque para a área urbana concentrada nas margens das drenagens.

Num primeiro momento, ao se observar e comparar o processo de crescimento da malha urbana e as alterações socioespaciais que vem ocorrendo próximo a esta, identifica-se que ao longo das margens dos rios, aproximadamente no seu médio curso, são os setores dentro da bacia onde mais se observam mudanças quanto a atuação humana.

Aponta-se isso, a partir de duas perspectivas: (I) comparando o contexto espacial de 2001 a 2020, na drenagem que corre ao longo das proximidades da sede municipal de Barbalha, a malha urbana tende a se expandir horizontalmente, atingindo outros setores da microbacia em áreas periféricas ao centro da cidade. Na porção SW-E, já no município de Missão Velha, as alterações dentro da bacia baseiam-se em áreas de pastagem e agricultura sem identificação de um espaço urbanizado tão visível, como observa-se em Barbalha.

A segunda observação a ser feita sobre esta comparação, (II) trata-se da variedade do uso do solo nas áreas de planície dos rios que compõem a bacia do Salamanca. Se compararmos a distribuição do mosaico de cores, observa-se que no ano de 2020, ao longo das margens fluviais, além do predomínio da cor vermelha (simbolizando a urbanização), e das cores em tons de amarelo claro referente a áreas de agricultura e pastagens, se tem também a difusão do tom rosa, mostrando áreas ao longo da drenagem onde cultiva-se culturas temporárias. Levante-se assim como hipótese, de que essas lavouras sejam plantações que aconteçam especificamente em período chuvoso, dada a intermitência de alguns canais da microbacia.

Avaliando essa configuração espacial observada e discutida até então, é interessante destacar, que essa característica de ocupação das planícies fluviais da rede hidrográfica no Cariri, é algo que não é recente, sendo um processo iniciado desde a ocupação colonial na região, condicionado a partir dos fatores ambientais de atracação da chapada do Araripe e seu potencial hidrográfico, como destaca Queiroz (2013).

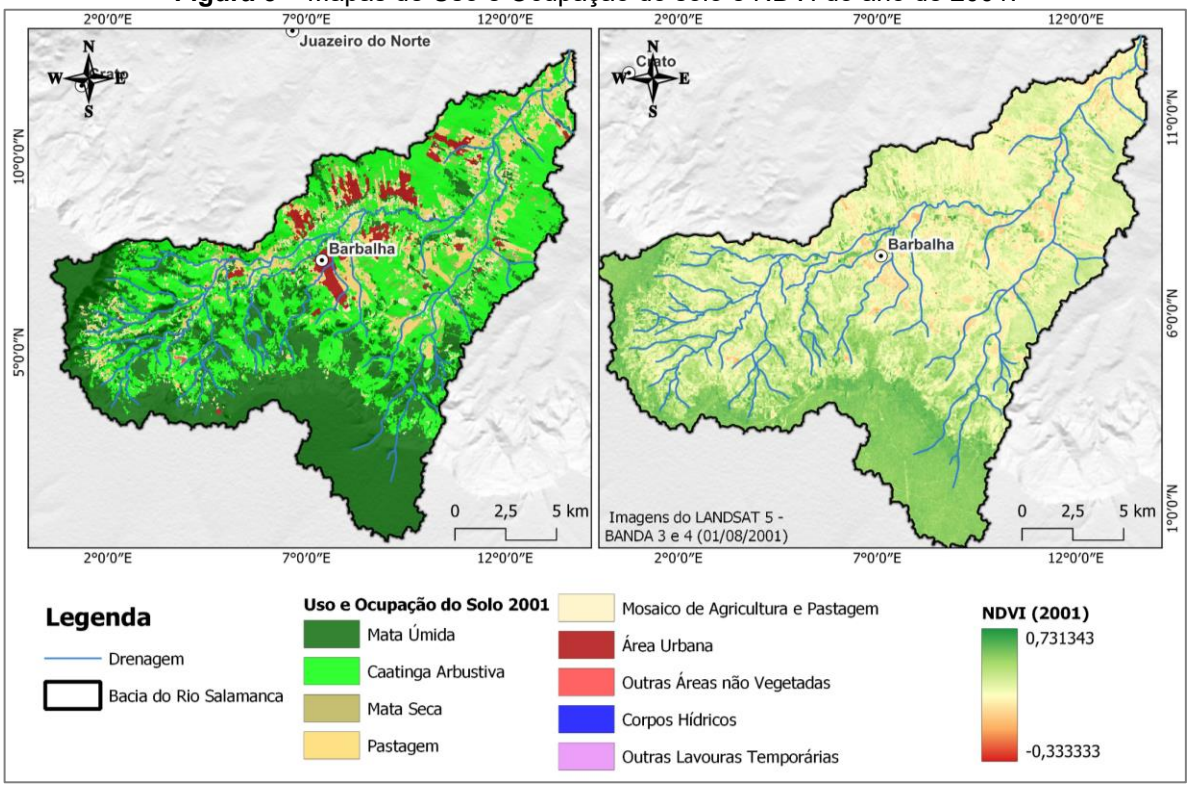
Esses atributos naturais somados aos solos férteis para agricultura canavieira, foram fatores prodígios para o assentamento dos primeiros aglomerados humanos e desenvolvimento das primeiras vilas, que se davam ao longo das margens dos rios (QUEIROZ, 2013). Essa característica de ser um território “banhado pelas águas” não predominava em toda a região, era algo específico dos ambientes próximos a chapada, como o Crato (REIS JÚNIOR, 2011) Barbalha, Missão Velha e Jardim, espaços esses, onde, ainda nos dias atuais, fluem as drenagens da bacia Salamanca e rios afluentes no mesmo território.

Um outro fator natural que influencia na organização e expansão das atividades econômicas é o relevo, por meio da altitude e declividade. Na área de estudo, percebe-se que as atividades de agricultura, pastagem e outras lavouras temporárias estão situadas nos arredores das planícies fluviais, não só pela abundância de água ou fertilidade dos solos, mas também pelas condições topográficas, que facilitam o manejo do solo. Tal fato é também

percebido nas áreas urbanas. Porém, quando se trata do sítio urbano de Barbalha, esse se encontra em sua maior parte sobre as encostas que margeiam a planície do rio Salamanca.

De modo mais específico, ao compararmos os mapas de uso e ocupação dos anos de 2001 e 2010 (**Figuras 3** e **4**), percebe-se um aumento considerável da mancha urbana em diversos setores da bacia, com destaques para a sede do município de Barbalha e para a área de expansão urbana em direção a Juazeiro do Norte, responsável pelo processo de conurbação entre essas duas cidades. Em contraponto a esse crescimento, houve a retração vegetação de Caatinga, pois, invariavelmente, a expansão das cidades e dos aglomerados urbanos implicam na substituição das coberturas naturais por materiais tecnogênicos.

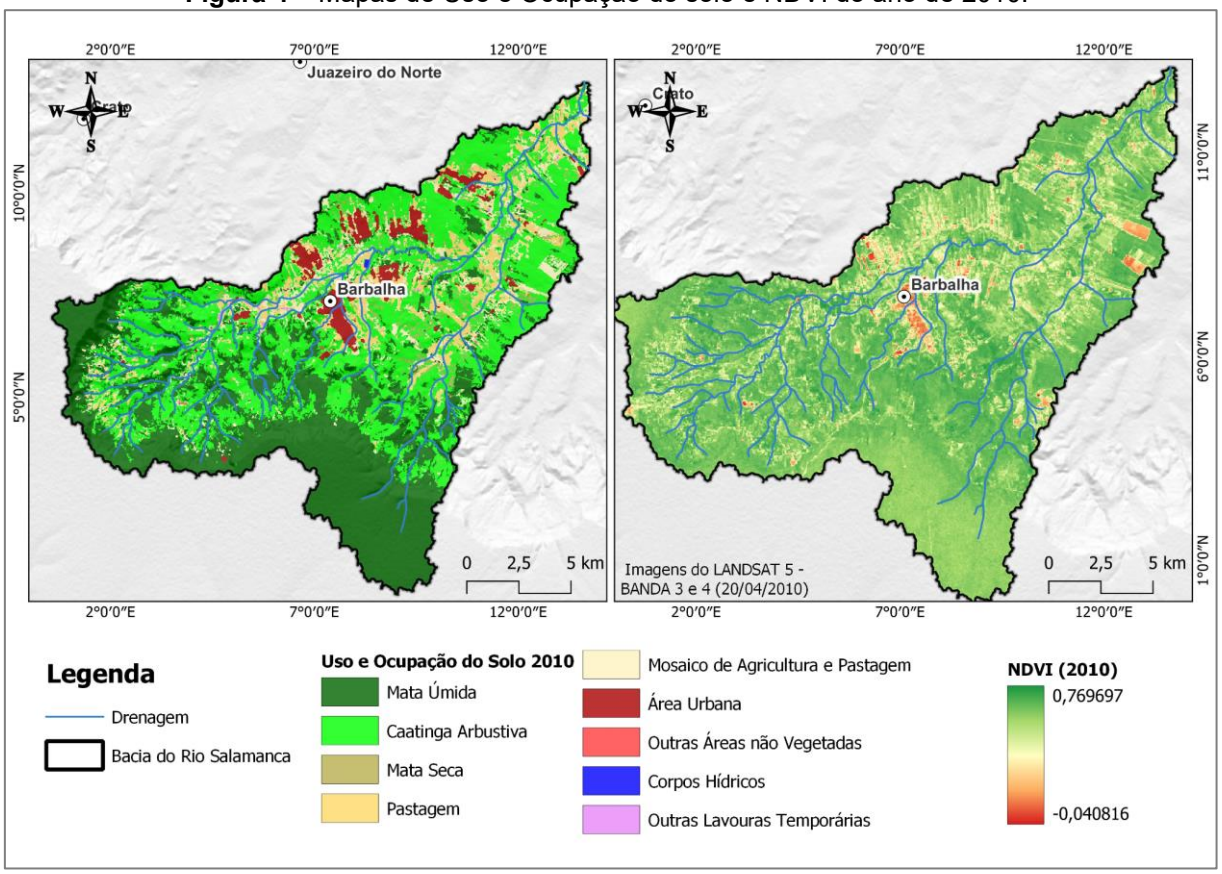
Figura 3 – Mapas de Uso e Ocupação do solo e NDVI do ano de 2001.



Fonte: MapBiomas e Landsat 5. Organizado pelos autores (2023).

Nos mapas de uso e ocupação do solo e NDVI para do ano de 2010 (Figura 3), observa-se uma forte correlação entre as áreas em que predominam as classes de pastagem, mosaico de agricultura e pastagem e outras lavouras temporárias com os setores em que a reflectância da superfície aponta para valores próximos a -1, indicando ambientes de solo desnudo, vegetação aberta ou degradada. Em termos evolutivos, ao compararmos com o mapa de 2001, percebe-se a expansão das classes de agricultura e pastagem em direção às encostas da chapada, contribuindo com o desmatamento e descaracterização dos ecossistemas florestais da mata úmida. Esse fato é considerado preocupante, sobretudo para a conservação dos mananciais hídricos e de espécies da fauna e flora nativas e endêmicas.

Figura 4 – Mapas de Uso e Ocupação do solo e NDVI do ano de 2010.

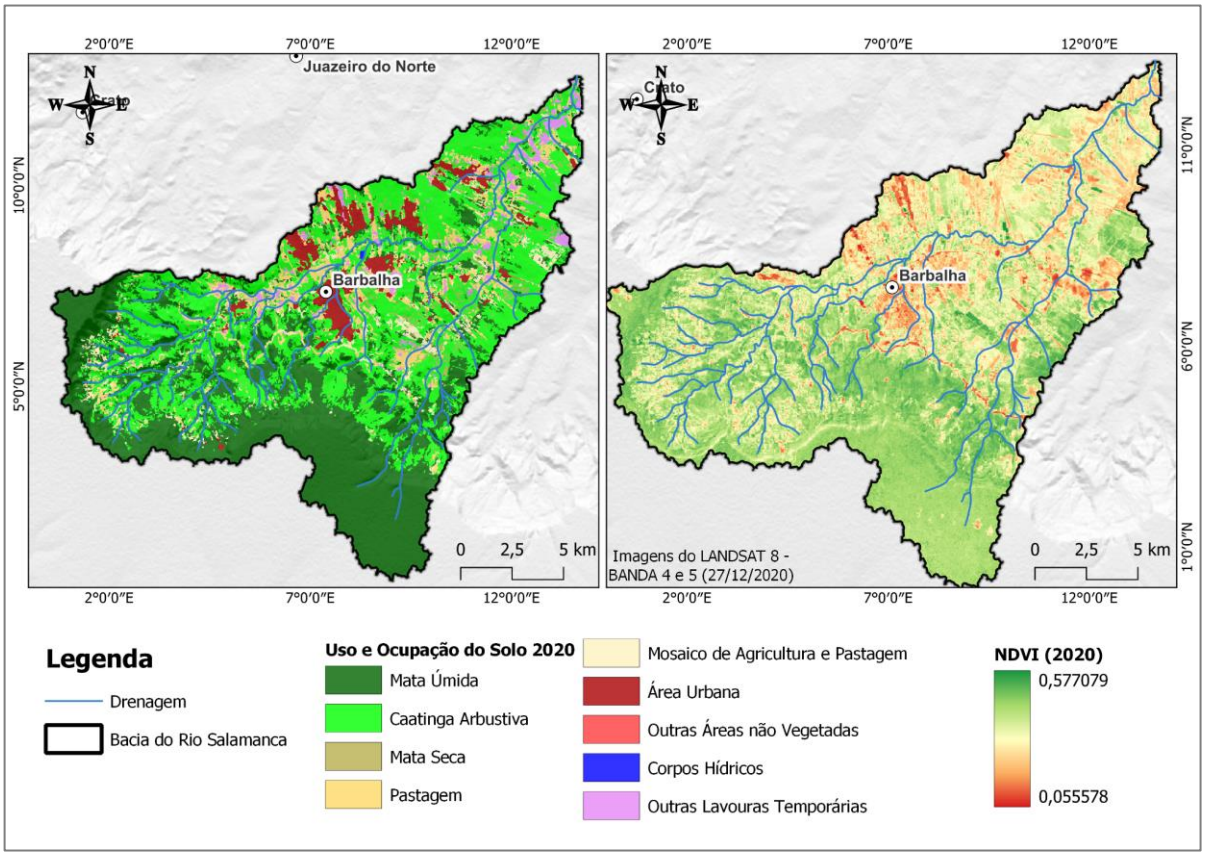


Fonte: MapBiomas e Landsat 5. Organizado pelos autores (2023).

Tendo em vista o crescente avanço da urbanização e das atividades socioeconômicas ligadas à agropecuária registrados pelos mapas anteriores, os dados para o ano de 2020 apontam também um cenário de intensa modificação da natureza. Porém, o que mais chama atenção nos mapas de uso e ocupação do solo e no NDVI do ano de 2020 (Figura 4) é a presença de uma linha amarela, no primeiro, e vermelha, no segundo, cortando os mapas na diagonal, nas direções NW-SE. Trata-se de um dos eixos do grande projeto hídrico da transposição das águas do Rio São Francisco, chamado de Cinturão das Águas do Ceará - CAC, que, na Região Metropolitana do Cariri, atravessa os municípios de Barbalha, Crato e Nova Olinda. De acordo com Nobre (2017, p. 8), tais obras, ao passo em que se alastram pelos territórios, "contribuem para a mercadorização da água e da terra num processo que desterritorializa as comunidades tradicionais e simultaneamente territorializa o capital".

Do ponto de vista da dinâmica hidrossedimentológica, Lima, Marçal e Corrêa (2021, p. 633) consideram o CAC como "elemento antropogênico de desconectividade" mais expressivo presente na bacia, acarretando modificações longitudinais, com a obstrução do fluxo nos canais de menor ordem, e lateralmente, a partir desconexão entre as unidades de encosta e o glacis.

Figura 5 – Mapas de Uso e Ocupação do solo e NDVI do ano de 2020.



Fonte: MapBiomas e Landsat 8. Organizado pelos autores (2023).

Um outro fato marcante demonstrado no mapa anterior é o aumento considerável das culturas denominadas de “Lavouras Temporárias”, que diz respeito ao modo de produção agrícola sazonal regido pela dinâmica climática semiárida, em que ocorre o cultivo durante o período chuvoso e a colheita durante estiagem. As classes de área e urbana e agricultura e pastagem também tiveram aumento, ao passo em que as classes de vegetação, sobretudo a Caatinga, diminuíram. Essas constatações foram corroboradas pelos dados quantitativos dispostos na tabela abaixo (**Tabela 1**).

Tabela 1. Dados quantitativos das classes de uso e ocupação do solo, nos anos de 2001, 2010 e 2020.

CÓD.	CLASSE	2001		2010		2020	
		Km	*%*	*Km*	*%*	*Km*	*%*
3	Mata Úmida	111,33	38,03%	109,46	37,39%	111,96	38,25%
4	Caatinga Arbustiva	122,86	41,97%	122,46	41,83%	117,33	40,08%
12	Mata Seca	6,33	2,16%	6,21	2,12%	6,06	2,07%
15	Pastagem	24,92	8,51%	20,99	7,17%	23,11	7,89%
21	Mosaico de Agricultura e Pastagem	17,06	5,83%	21,81	7,45%	12,42	4,24%
24	Área Urbana	9,89	3,38%	10,93	3,74%	13,99	4,78%
25	Outras Áreas Não Vegetadas	0,21	0,07%	0,19	0,07%	0,12	0,04%
33	Corpos Hídricos	0,01	0,00%	0,10	0,04%	0,09	0,03%
41	Outras Lavouras Temporárias	0,10	0,03%	0,56	0,19%	7,65	2,61%

Fonte: Organizada pelos autores (2023).

De acordo com os valores expostos na tabela, as classes que apresentaram modificações mais significativas na escala temporal abordada foram: Caatinga Arbustiva, com um decréscimo de 1,89%, no período temporal analisado; Pastagem, com decréscimo de 1,34%, entre 2001 e 2010, e posterior aumento de 0,72% em 2020; Mosaico de Agricultura e Pastagem, com decréscimo de 3,21%, entre 2010 e 2020; Área Urbana, com aumento de 1,4% ao longo do período analisado; e Outras Lavouras Temporárias, com aumento de 2,58%, entre 2001 e 2020.

Considerações Finais

Os resultados do trabalho mostraram que os padrões do uso e ocupação do solo na bacia do Rio Salamanca são condicionados especialmente por fatores geomorfológicos e climáticos. Além disso, foi observado ainda que as maiores alterações a partir da ação humana, foram identificadas próximas às margens dos cursos d'água, evidenciando que o processo ocupacional se iniciou a partir das áreas de planícies fluviais, ou próximo a elas, como é comum acontecer.

Outro ponto que merece destaque diz respeito à distribuição da vegetação na bacia em foco, tendo em vista que nas áreas mais elevadas e consequentemente mais úmidas são encontradas fitofisionomias de mata úmida, ao passo em que nas áreas mais baixas das escarpas e nas áreas de vale são encontradas vegetação de caatinga arbustiva e mata seca. Nota-se, portanto, que estas diferenciações no cenário vegetacional também se relacionam com os fatores topográficos, climáticos e ainda hidrogeológicos.

Quanto à evolução espacial e temporal do uso e ocupação do solo, verificou-se que houve um aumento expressivo no crescimento urbano ao passo em que os elementos naturais, com destaque para a vegetação sofreram retração. Tal fato é constatado a partir da análise do NDVI para as décadas analisadas.

Assim, é perceptível as consequências do uso do solo sem um planejamento adequado dos recursos. Ressalta-se ainda que, embora este trabalho tenha analisado espacial e temporalmente o uso e a ocupação do solo ao longo de 20 anos, verifica-se ainda a necessidade da elaboração de novos estudos a fim de buscar bases para subsidiar um planejamento e gestão eficiente dos recursos naturais na Bacia em destaque.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo apoio financeiro (Código de Financiamento 001) e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico Tecnológico – FUNCAP.

Referências

ALMEIDA, R. P.; FRAZÃO, L. A.; LEITE, M. E.; FERNANDES, L. A. Uso e ocupação do solo em áreas de assentamentos rurais no norte de Minas Gerais. **CAMINHOS DE GEOGRAFIA - revista online**. v. 18, n. 6. Uberlândia, junho /2017. p.13–31.

FREITAS, L. C. S.; CAVALCANTI, L. C. S.; BRAZ, A. M. Avaliação Da Acurácia Das Classes De Uso E Cobertura Da Terra Do Mapbiomas (Coleção 6) Para O Município De Carpina (PE). **Caderno Prudentino de Geografia**, *[S. l.]*, v. 45, n. 2, p. 38–52, 2023. Disponível em: https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/9230. Acesso em: 14 ago. 2023.

FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Zoneamento geoambiental do estado do Ceará**: Parte II: Mesorregião do sul cearense. Fortaleza, 2006.

GUILHERME, A. P.; MOTA, A. B. S.; MOTA, D. S.; MACHADO, N. G.; BIUDES, M. S. Uso De Índice De Vegetação Para Caracterizar A Mudança No Uso Do Solo Em Coari - AM. **Sociedade & Natureza** (UFU. Online), v. 28, p. 301-310, 2016.

LIMA, G. G. **Análise comparativa de metodologias de mapeamento geomorfológico na bacia do Rio Salamanca, Cariri Cearense**. 2014, 120 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Pernambuco –UFPE, Recife, 2014.

LIMA, G. G; MARÇAL, M. S; CORRÊA, A. C. B. Conectividade fluvial no Planalto Sedimentar do Araripe, semiárido brasileiro**. Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 22, n. 3, 2021.

NOBRE, F. W. **Os Efeitos Do Cinturão Das Águas Do Ceará - Cac No Distrito De Baixio Das Palmeiras, Crato - CE**. 2017. 203 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional Sustentável). Universidade Federal do Cariri, Juazeiro do Norte, 2017.

NUNES, J. F.; ROIG, H. L. Análise e mapeamento do uso e ocupação do solo da bacia do alto do descoberto, DF/GO, por meio de classificação automática baseada em regras e lógica nebulosa1. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.39, n.1, p.25-36, 2015.

PHILIPPI JUNIOR, A.; MALHEIROS, T. F. Saneamento e Saúde Pública: Integrando Homem e Ambiente. In: PHILIPPI JUNIOR., A. (Ed). **Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável**. Barueri, SP: Manole, 2005, p.3 - 32.

QUEIROZ, I. S. **A metrópole do Cariri: institucionalização no âmbito estadual e a dinâmica urbano-regional na aglomeração do Crajubar** (Tese de doutorado). Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco: Recife, 2013, p. 12 – 117.

REIS JUNIOR, D. O. **A natureza e o trabalho no Cariri cearense.** São Paulo: Anais do XXVI Simpósio Nacional de História – ANPUH, 2011, p. 1 - 14**.**

SANTANA, A. L. S; ARAÚJO, G. L. Erosão do solo em uma propriedade rural no município de Abre Campo (MG). III Seminário Científico da FACIG / II Jornada de Iniciação Científica da FACIG, 2017.

SANTOS, M. **A urbanização brasileira**. São Paulo, Hucitec, 2005.

SILVA, A. F. M; BRITO, D. S; RIBEIRO, S. C; BANDEIRA, A. P. N. MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA MICROBACIA DO RIO SALAMANCA EM BARBALHA/CE. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 11, n. 1, p. 35-46, 2017.

SILVA, M. O.; LUNA, V. F.; LIMA, T. F. Avaliação Da Cobertura Vegetal Da Chapada Do Araripe Por Meio Da Aplicação Do Normalized Difference Vegetation Index (IVDN). In: LISTO, F. L. R.; LISTO, D. G. S.; DANTAS, M. F.; PENHA, M. J. **Geotecnologias na sala de aula** – Possibilidades e avanços. Recife, PE: Ed. dos Autores, 2023. p. 173-180.

TARGA, M.S. **Vazão de projeto em bacias hidrográficas rurais com áreas em declive**. Repositório Eletrônico Ciências Agrárias. UNITAU/Taubaté. Programa Pós-Graduação, 2011.

Avaliação da biodiversidade florística em sucessão ecológica de uma área em recuperação ambiental induzida na Caatinga do Seridó ocidental paraibano

Evaluation of floristic biodiversity in ecological succession of a area in environmental recovery induced in the Caatinga of the western Seridó of Paraíba

Igor Bulhões Barros
Universidade de Pernambuco. Campus Garanhuns
Orcid https://orcid.org/0009-0003-8881-0533
igorbarros782@gmail.com

Iaponan Cardins de Sousa
Almeida Universidade de Pernambuco. Campus Garanhuns
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-2731-8492
iaponancardins@gmail.com

Resumo: A sociedade, calcada na economia de mercado capitalista, é responsável entre outras coisas por gerar uma série de mais impactos sobre o meio ambiente. Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi analisar a dinâmica de comunidades vegetais de uma área considerada em alto nível de degradação, sob condições de sucessão ecológica secundária, onde um estudo vem sendo realizado desde o ano 2013 no Planalto da Borborema, no estado da Paraíba. Para o levantamento dos dados florísticos foram realizadas no ano de 2013 e 2019 coletas de dados em campo, visando entender o comportamento da sucessão ecológica entre os anos de análise da presente pesquisa. O trabalho utilizou o Índice de Valor de Importância (IVI), como a principal ferramenta de análise das comunidades fitossociológicas. Conclui- se a partir das análises que mesmo em áreas de nível grave de degradação ambiental, as áreas investigadas sinalizam processo de recolonização vegetal e sucessão ecológica progressiva.

Palavras-chave: Caatinga, Degradação ambiental, Sucessão ecológica.

Abstract: Society, based on the capitalist market economy, is responsible, among other things, for generating a series of more impacts on the environment. In this sense, the objective of this study was analyze the dynamics of plant communities in an area considered to be at a high level of degradation, under conditions of secondary ecological succession where a study has been carried out since the year 2013 in Planalto da Borborema, in the state of Paraíba. For the collection of floristic data, field data collections were carried out in 2013 and 2019, aiming to understand the behavior of the ecological succession between the years of analysis of this research. The work used the Value Index of importance (IVI) as the main analysis tool of phytosociological communities. Concludes from the analyzes that even in areas with a serious level of environmental degradation, the áreas investigated indicate a process of plant recolonization and progressive ecological succession.

Keywords: Caatinga, Environmental degradation, Ecological succession.

Introdução

A Caatinga é uma formação vegetal xerófita e sazonalmente seca, que cobre uma área de aproximadamente 850.000 km2, na região semiárida do Nordeste do Brasil Silva (2020). Nessa região, as condições climáticas de semiaridez influenciam diretamente nas elevadas médias térmicas, que em geral ultrapassam os 26°C, além de um elevado déficit hídrico, resultante da combinação entre altas taxas de temperatura e evaporação. Nesse

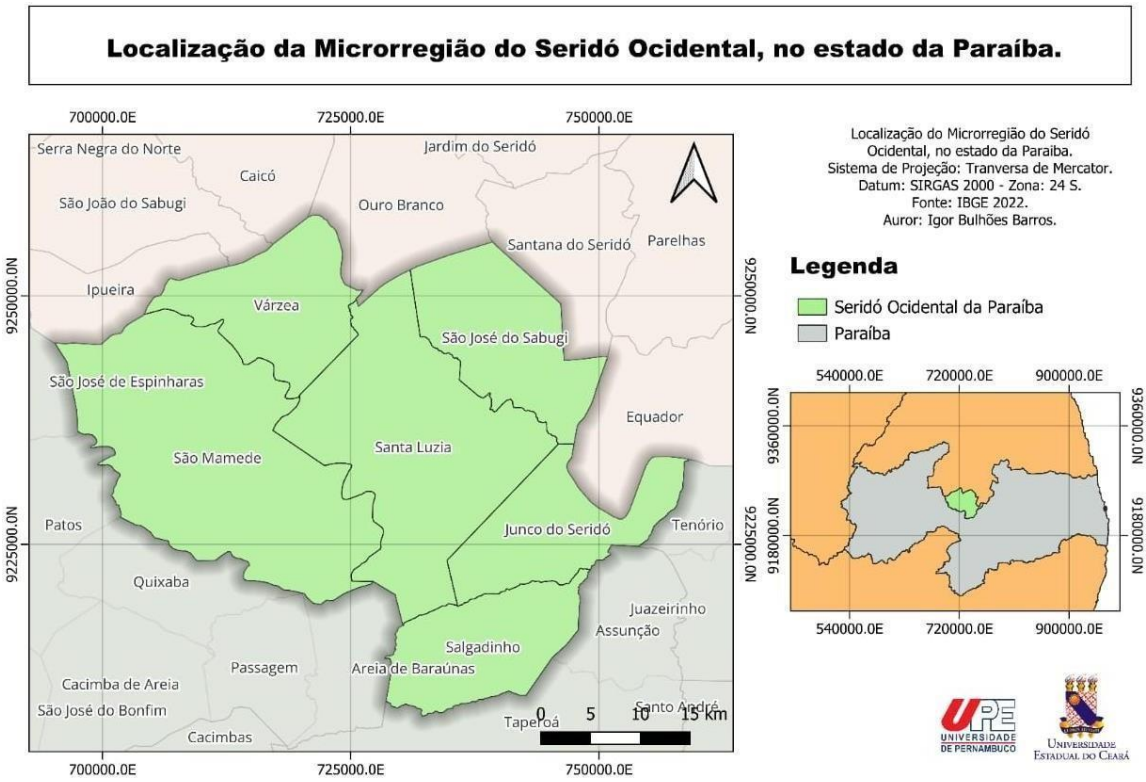
cenário, a vegetação da Caatinga assume como principal característica a fisionomia árida, cujo aspecto esbranquiçado e desfolhado perdura durante todo o período de estiagem.

Diante desse quadro natural, ocorre, a partir do século XVIII, o processo de colonização e de ocupação do semiárido paraibano. Tem se então o início de ações predatórias que afetam a flora e a fauna, que constituídas, historicamente, justificam as transformações dessa paisagem Souza (2006).

Diante do exposto, o principal objetivo da presente pesquisa é identificar e analisar a diversidade florística da vegetação de caatinga em áreas degradadas no município de Junco do Seridó no estado da Paraíba, tendo como outros objetivos, discutir a relação da diversidade florística, identificar os efeitos da degradação ambiental sobre o estado atual da vegetação de caatinga, demonstrar o padrão das comunidades botânicas e a sua dinâmica natural frente ao processo degradacional do ambiente estudado.

Dessa forma o trabalho toma como objeto de análise a sucessão ecológica, como ferramenta ao combate à degradação ambiental, analisando um experimento instalado no Seridó paraibano, o qual vem sendo acompanhado desde o ano de 2012. A partir da análise e da comparação do comportamento da vegetação no período correspondente à 2013 e 2019.

Figura 1: Mapa de Localização da área de estudo.



Fonte: O autor (2023).

A escolha da área para implantação foi orientada visando analisar uma zona representativa daquelas consideradas como as mais degradadas na microrregião. Dessa forma a área de estudo detém as características naturais consideradas as mais propensas à degradação ambiental. Estando entre as áreas de menor precipitação pluvial do país; ambientes formados a partir de intensa morfogênese; solos relativamente rasos e pedregosos; cobertura vegetal com baixa capacidade de dissipação da energia cinética das chuvas; elevada evapotranspiração; baixo potencial de água subterrânea e histórico de uso desordenado da terra.

Metodologia

Visando compreender o comportamento geobotânico na distribuição de espécies vegetais herbáceas da Caatinga, em sucessão ecológica. O trabalho foi estruturado seguindo as proposições das inter-relações entre clima e vegetação, pois entende-se que seu escopo busca realizar uma interpretação holística e integrada das condições naturais do ambiente, além disso o trabalho também buscou entender as relações do meio social que perpassam a área de estudo e sua influência sob o ambiente. Para alcançar os resultados esperados, utilizou-se como metodologia para compreender a diversidade florística em ambientes com elevado grau de degradação, a fitossociologia.

Teste de recuperação e obtenção de dados primários

O presente estudo utilizou uma base dos dados coletados em uma unidade experimental de recuperação ambiental, localizada no Seridó ocidental do Estado da Paraíba. Dentre eles, foram selecionados aqueles relacionados à riqueza e abundância das espécies colonizadoras de solos degradados e a precipitação total dos anos de 2013 e 2019. Com isso, a metodologia se dedicou a compreender os efeitos da degradação na distribuição da cobertura vegetal, em comparação ao comportamento da sucessão ecológica, a partir de medidas simples de manejo do solo.

As comunidades botânicas foram analisadas prioritariamente sob a dinâmica florística do estrato herbáceo, subarbustivo e arbustivo recolonizadores em condições de extrema degradação, durante um prolongado período de severas estiagens, compreendido entre os anos de 2013 e 2019.

A primeira etapa de avaliação do estrato herbáceo da caatinga requer a identificação e caracterização do sítio ecológico, no qual se encontram as populações botânicas a serem observadas Araújo Filho (2013, p. 166). No presente caso, fora escolhido um sítio da vegetação de Caatinga: uma vertente de morro residual localizado no Planalto da Borborema submetido ao uso e respectiva degradação. O teste se deu durante o acompanhamento de

áreas piloto (Unidades Experimentais – UE's), na qual foi instalado o experimento para compreensão da sucessão ecológica e avaliação da recuperação ambiental. A seleção da área utilizou como critério; a presença de solo completamente exposto, sinais de severa erosão, exposição dos horizontes pedológicos sub-superficiais, considerando as zonas mais críticas, com ausência da cobertura vegetal.

Em seguida, foram realizados trabalhos de campo para verificação empírica, dimensionamento das unidades experimentais e coleta de dados das comunidades vegetais para comparação da dinâmica de sucessão ecológica, seja espontânea ou estimulada. A localidade escolhida está no Planalto da Borborema, nas coordenadas 6°59'26.51"S e 36°48'42.24"O, com altitude de 691m.

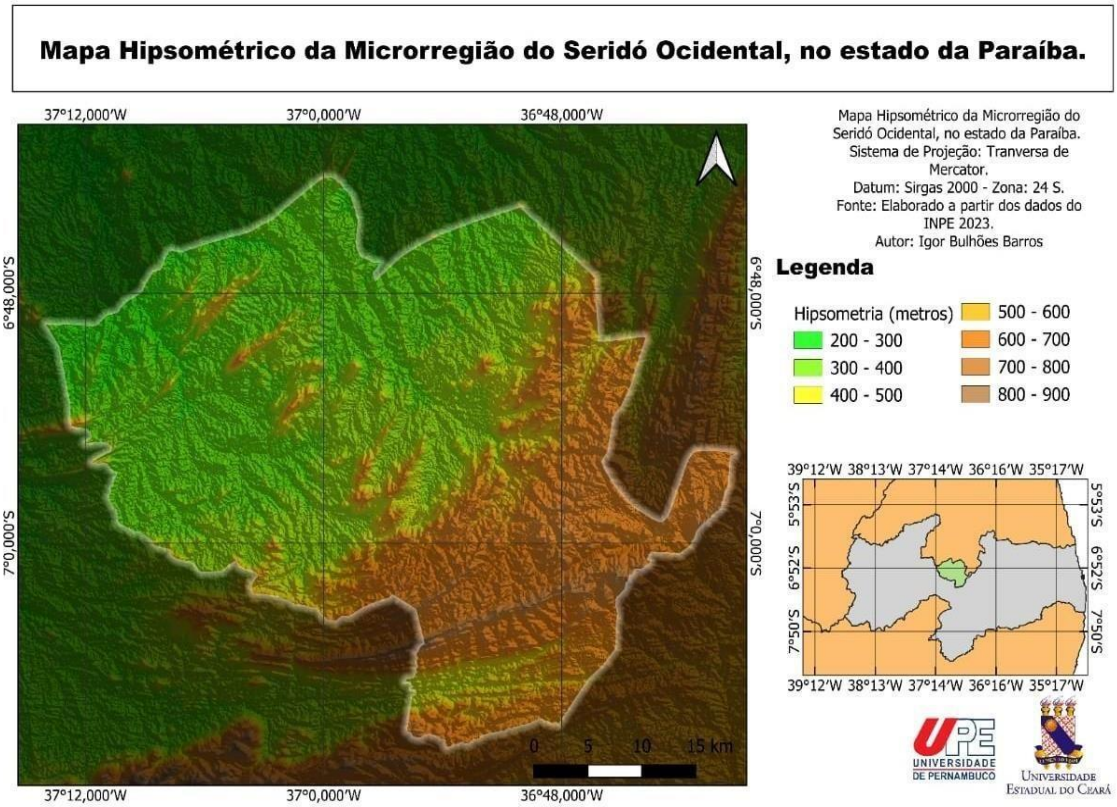
Figura 1: Aspecto geral das áreas delimitadas para estudo, demonstrando sinais de erosão laminar e linear, pedregosidade superficial, exposição de horizontes sub-superficiais e ausência de vegetação no Planalto da Borborema.

Fonte: Cardins, I. S. A. (2012).

A implantação da unidade experimental foi realizada durante os meses de novembro e dezembro de 2012, em conformidade com as dimensões definidas em 2.100m2 (42m x 50m), para isolamento das áreas e delineamento experimental. As unidades foram cercadas e sorteadas 5 parcelas para cada tratamento, dimensionadas em 6m x 6m, separadas por 2m entre elas. Em seguida, procedeu-se à remoção parcial de seixos para a construção das contenções em curva de nível, incorporação de um substrato orgânico-mineral.

Foram testados dois tratamentos, com o objetivo de comparar os efeitos de cada um no processo de recolonização de comunidades vegetais: tratamento X - definido como tratamento controle; tratamento Y - contenções em curva de nível, construídas com seixos do pavimento pedregoso local, com a incorporação de um substrato elaborado com 50% de esterco bovino, caprino e ovino na proporção de 40t/ha.

Figura 2: Mapa hipsométrico da área de estudo.



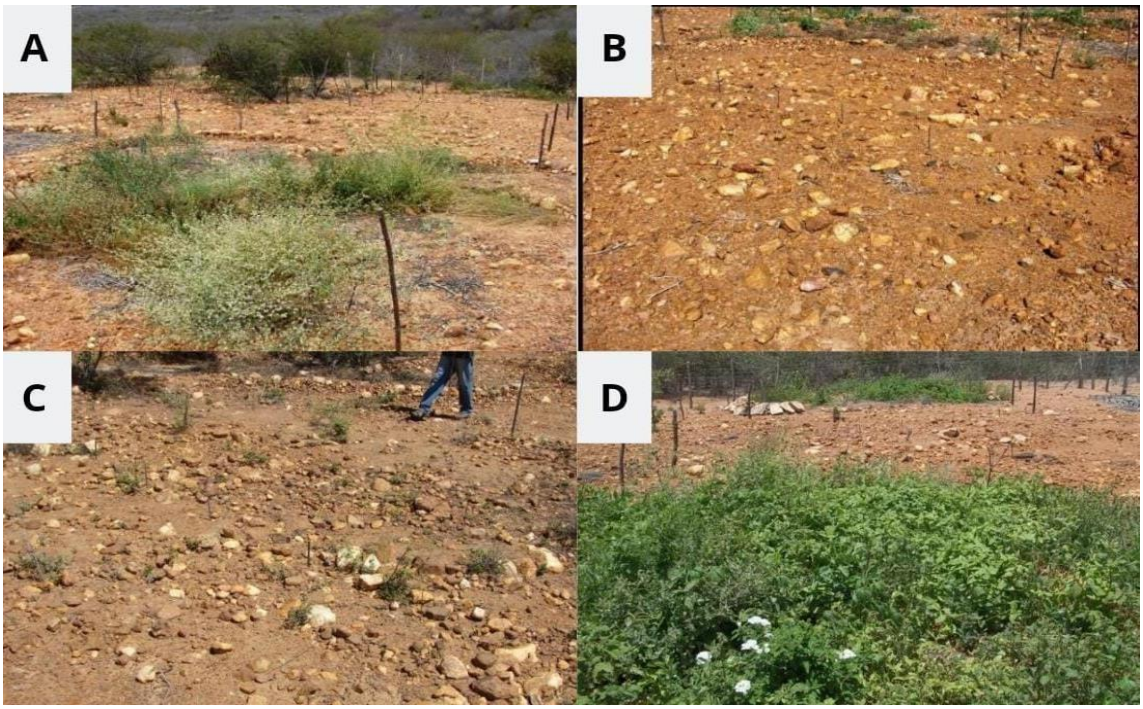
Fonte: O autor (2023).

Levantamento florístico

Para a coleta de dados florísticos da comunidade de plantas herbáceas, foram contabilizados indivíduos presentes em unidades amostrais retangulares confeccionadas em chapas de ferro, com dimensões de 1m x 0,25m, dispostos aleatoriamente, com dez repetições, em cada parcela dos três tratamentos adotados, totalizando cinquenta unidades amostrais. O formato retangular com as referidas dimensões permite o alcance da suficiência amostral com melhor custo-benefício do que outras dimensões amostrais (ARAÚJO FILHO et. al, 1986; ARAÚJO FILHO, 2013). Assim buscou-se compreender como a vegetação se comporta em condições de pousio, recuperação estimulada e as variações nos experimentos, bem como analisar variáveis como: riqueza, abundância, diversidade entre outros índices indicativos referentes à sucessão ecológica.

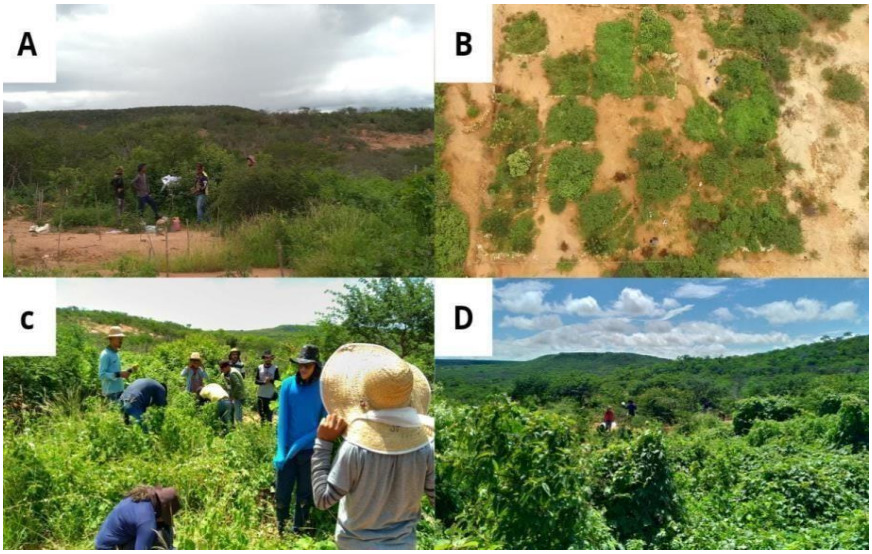
As coletas de dados do ano de 2013 foram realizadas tendo em vista a produção do doutorado do Professor Dr. Iaponan Cardins de Sousa. O segundo ano analisado por esse trabalho, 2019, foi um projeto de pesquisa realizado entre as turmas do então 3° e 5° período do curso de Licenciatura em Geografia. Passando por uma semana de treinamento ministrado pelo Professor Dr. Iaponan Cardins de Sousa, e por três dias de coleta de dados em campo. Ressalta-se que pela dinâmica pluviométrica do semiárido nordestino, onde o mesmo perpassou por um período severo de secas. Foram consideradas as características de brotação anual das comunidades de terófitas as coletas foram realizadas na estação chuvosa do semiárido paraibano, que compreende os meses de janeiro a maio.

Figura 3: Trabalho de coleta de dados no Planalto da Borborema. Figura A: Tratamento Y. Figura B: Tratamento X 2013. Figura C: Exposição dos horizontes sub-superficiais. Figura D: Estrato arbustivo herbáceo do Planalto da Borborema.



Fonte: Iaponan Cardins (2013).

Figura 4: Trabalho de coleta de dados no Planalto da Borborema. Figura A: Ponto de depósito do extrato. Figura B: Unidade experimental do Planalto da Borborema fotografada por drone. Figura C: Contagem e identificação das espécies. Figura D: Estrato arbustivo herbáceo da área inventariada.



Fonte: O autor (2019).

Inter-Relação entre a vegetação e as condições climáticas

É de suma importância entender a inter-relação entre os índices vegetativos e a quantidade de chuva em que as áreas de experimento estão inseridas. Alguns dos fatores que definem a distribuição de chuvas no sertão paraibano são os comportamentos dos sistemas atmosféricos atuantes no contexto regional do Nordeste brasileiro, tais como Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), as Linhas de Instabilidade (LI), os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs) e as Ondas de Leste. Além dos componentes de anomalias que influenciam a circulação atmosférica e os padrões de temperaturas e de precipitações na região, como El Niño e La Niña.

A sucessão ecológica e seu papel no combate à degradação ambiental

A vegetação, enquanto elemento que reflete as condições do ambiente, constitui uma extensão dinâmica das evidências de organização e equilíbrio recíproco entre os componentes biológicos e geoecológicos expressos na paisagem. Em seu processo de desenvolvimento, as alterações podem desencadear processos que resultem em mudanças na composição de espécies, implicando em tipos que variam entre mais simples às mais complexas, conforme suas interações com o meio físico, como salienta Fernandes (1998).

De acordo com Odum (1988) a sucessão abrange mudanças na estrutura de espécies e processos de determinada comunidade ao longo do tempo. Ela resulta da modificação do ambiente físico pela comunidade e de interações de coexistência em nível de população biológica. O modelo de sucessão secundária pode explicar o comportamento das

comunidades vegetais nas áreas mais degradadas do semiárido, concebidas como em processo de degradação. Por degradação, entende-se a redução dos potenciais recursos renováveis por uma combinação de processos agindo sobre a terra (ARAÚJO, ALMEIDA & GUERRA, 2009). Nesse sentido, a recomposição ambiental seria o processo atuante de aparecimento de comunidades biológicas, cada vez mais complexas, de forma espontânea ou induzida.

Resultados e Discussões

A vegetação é o componente do quadro ambiental que mais demonstra sensibilidade às condições climáticas expressas pelo regime hídrico. Porém, não é apenas o clima que influencia na sua distribuição, mas também as condições pedológicas, edáficas e geomorfológicas estão também diretamente atreladas a esse processo Tricart (1977). Dessa forma, a vegetação é considerada um componente chave, pois reflete as condições geoambientais e de conservação. Assim, é a partir dela que podemos inferir ou dimensionar os danos causados por determinada atividade em um ambiente.

O presente tópico se dedica a analisar os dados coletados, de acordo com a metodologia proposta, procurando comparar os ambientes e os tratamentos de recuperação ambiental adotados. Para avaliar essa dinamicidade foi realizado um inventário florístico para identificar as espécies presentes nas áreas de estudo e com essas informações foram calculados os parâmetros fitossociológicos das comunidades. Sobre o comportamento da vegetação em estado de sucessão, Figueiró (2015), salienta que, a evolução de uma comunidade vegetal passa por diferentes estágios de sucessões estando diretamente associadas às condições ambientais atuantes no momento. Assim, avança-se para uma análise dos resultados obtidos nas diferentes áreas do experimento, e nos diferentes tratamentos nos anos de 2013 e 2019.

No presente trabalho, toma-se o IVI como a principal ferramenta de análise fitossociológica das comunidades arbustivas e arbóreas inventariadas na área de estudo. O índice de valor de importância (IVI) sugerido por Curtis e McIntosh (1950), é definido como a soma aritmética dos valores relativos à abundância, dominância e frequência. Assim é frequentemente utilizado para determinar a importância ecológica das espécies, a partir da hierarquização do grau de ocupação de sua população dentro do espaço estudado. Nesse sentido quanto maiores os valores de abundância, frequência e dominância mais importância terá a espécie dentro do complexo florístico da área.

Quadro 1: Fórmulas utilizadas para calcular os parâmetros fitossociológicos

Densidade Absoluta (DA) $Dai = \frac{Ni}{A}$	**Densidade Relativa (DR)** $DRi = \frac{Dai}{N} \times 100$
Frequência Absoluta (FA) $FAi = \left(\frac{ui}{ut}\right) \times 100$	**Frequência Relativa (FR)** $FRi = \left(\frac{FAi}{\sum_{i=1}^{p} FAi}\right) \times 100$
Dominância Absoluta (DoA) $DoAi = \frac{ABi}{A}$	**Dominância Relativa (DoR)** $DoR = \frac{ABi}{ABt} \times 100$

Fonte: Chaves *et AL* (2013), adaptado pelo autor (2023).

Destarte para compreender o comportamento das comunidades vegetais de herbáceas foram calculados os seguintes parâmetros (Quadro 2): Abundância relativa (AR), Ocorrência, Frequência Absoluta (FA), Frequência Relativa (FR), Dominância Absoluta (DA), Dominância Relativa (DR), e o Índice de Valor de Importância (IVI) para cada espécie. Os valores do Índice de Valor de Importância (IVI) demonstram o grau de adaptação das espécies na comunidade inventariada e que são obtidos pelo somatório dos valores relativos dos parâmetros fitossociológicos, calculados para densidade, frequência e dominância, em que o valor máximo é 300 (Oliveira e Amaral, 2004).

Quadro 2: Parâmetros Fitossociológicos

Parâmetros fitossociológicos das comunidades		**Descrição**
Riqueza		Quantidade espécies na amostra
Número de indivíduos (Ni)		Número de indivíduos na amostra
Ocorrência (Oc)		Probabilidade da espécie X ser encontrada na amostra
Frequência (F)	Frequência absoluta	Expressa o número de ocorrências de uma determinada espécie nas diferentes parcelas alocadas
	Frequência relativa	
Dominância (Do)	Dominância absoluta	É um parâmetro que expressa a influência de cada espécie na comunidade, através de sua biomassa.
	Dominância relativa	
Abundância relativa (AR)		Número de indivíduos da espécie na amostra

Índice de Valor de Importância (IVI)	Relacionado a importância de cada espécie inventariada na amostra

Fonte: Oliveira (2017), adaptado pelos autores (2023).

As espécies que tiveram os maiores valores do Índice de Valor de Importância são, portanto, as que se adaptam melhor às condições geoambientais das áreas estudadas. É de suma importância destacar que no processo de sucessão ecológica algumas espécies como Sida ciliaris L., Portulaca cf. pilosa, Aristida adscensionis, Jacquemontia gracillima, entre outras são algumas das espécies que demonstraram maior adaptação e facilidade de desenvolvimento. Enquanto espécies como Ziziphus joazeiro com IVI menor mesmo com o avanço do processo sucessional são consideradas espécies raras, por possuir uma quantidade consideravelmente menor de indivíduos quando comparadas às demais. Assim, avança-se para a exposição dos dados obtidos a partir das pesquisas.

Tabela 1: Parâmetros Fitossociológicos do Planalto da Borborema sob o tratamento X (2013).

Parâmetros Fitossociológicos da comunidade vegetal do Planalto da Borborema sob o tratamento X (2013)								
Nome Cientifico	**Ni**	**OC**	**FA**	**FR**	**DA**	**DR**	**AR**	**IVI**
Mimosa tenuiflora (WILLD.) POIR	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
Waltheria rotundifolia SCURANK	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
NID 31	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
NID 32	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
NID 33	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
Varronia leucocephala	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
Cróton sonderianus	5	3	30	1,64	0	0,0592	0	1,7
Totais	11		90	4,92	0	0,1302	0	5,05

Fonte: Os autores 2023.

No processo de sucessão ecológica algumas espécies possuem a capacidade de medir o grau de sucessão. Nesse sentido a espécie Croton sonderianus é considerada o principal "arbusto colonizador" das Caatingas sucessionais, podendo atingir densidade de até 45.000 plantas por hectare. Sua dominância é considerada comum e interpretada como mecanismo de ajuste dinâmico progressivo. O aumento da dominância de Croton blanchetianus pode indicar estágio de elevada degradação, embora sua ocorrência associada a outras espécies demonstram um movimento de regeneração (ARAÚJO FILHO, 1997; CARVALHO et. al. 2001; ARAÚJO FILHO, 2013).

O tratamento X costuma apresentar a maior dominância de espécies em comparação com o tratamento Y, sob esse tratamento a espécie que demonstrou maior IVI foi Croton sonderianus. A dominância desta espécie se justifica pela amplitude de seus limites de tolerância, o que lhe permite maior sucesso no aproveitamento dos recursos essenciais para

seu desenvolvimento. Apesar disso, à medida que plantas pioneiras dominam em uma recomposição progressiva, emergem condições que permitem o estabelecimento de indivíduos mais exigentes e outras espécies arbustivas e arbóreas Odum (2004).

A dinâmica da comunidade herbácea assim como os das lenhosas estão intrinsecamente ligadas à pluviometria e as condições edáficas, sendo a comunidade herbácea a mais sensível a quaisquer alterações pluviométricas que resulta na modificação da sua composição florística e estrutura (Oliveira et. al 2013). Quanto mais antropizado o ambiente maior será a abundância dessa comunidade, pois o sombreamento das espécies lenhosas dificulta o desenvolvimento das espécies herbáceas na comunidade (Silva, 2011; Oliveira, 2017).

Tabela 2: Parâmetros Fitossociológicos do Planalto da Borborema sob o tratamento X (2019).

-Parâmetros Fitossociológicos da comunidade vegetal do PB sob o tratamento X (2019)								
Nome Cientifico	**Ni**	**OC**	**FA**	**FR**	**DA**	**DR**	**AR**	**IVI**
Stylosanthes humilis KUNTH	1	1	10	0,55	-	0,01	-	0,56
Tacinga inamoena	1	1	10	0,55	-	0,01	-	0,56
Capparis flexuosa L	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
Mimosa arenosa	1	1	10	0,55	0	0,01	0	1,68
Richardia grandifolia	1	1	10	0,55	0	0,01	0	1,69
Passiflora foetida	1	1	10	0,55	0	0,01	0	2,32
Varronia leucocephala	1	1	10	0,55	0	0,01	0	2,48
Malva sylvestris	1	1	10	0,55	0	0,01	0	3,34
Scoparia dulcis	1	1	10	0,55	0	0,01	0	3,39
Cucumis anguria	1	1	10	0,55	0	0,01	0	24,86
NID1	2	2	20	1,09	0	0,02	0	7,71
Lippia sp.	2	2	20	1,09	0	0,02	0	7,96
Aristida adscensionis L	3	2	20	1,09	-	0,04	-	0,56
AMARANTHACEAE	3	3	30	1,64	0	0,04	0	1,12
Mollugo verticillata	4	3	30	1,64	-	0,05	-	0,56
Sida Ciliaris L	9	6	60	3,28	0	0,11	0	0,56
Dactyloctenium aegyptium (L.) WILLD	11	4	40	2,19	0	0,13	0	1,12
Cróton sonderianus	25	4	40	2,19	0	0,3	0	0,56
Mollungo verticillata L.	26	14	140	7,65	0	0,31	0	1,13
Portilalaca cf. pilosa L	51	5	50	2,73	0,01	0,6	0,01	0,56
Digitaria sp.	51	13	130	7,1	0,01	0,6	0,01	0,56
Mesosphaerum suaveolens	480	35	350	19,13	0,05	5,68	0,06	0,56
Totais	677		1030	56,284				

Fonte: Os autores (2023).

Sob esse tratamento em comparação com o ano de 2013, percebe-se uma alteração no IVI, alterando do Croton sonderianus, para o Mesosphaerum suaveloens, indicando assim, um avanço na condição sucessional, uma vez que espécies mais exigentes ocupam lugar das pioneiras. Outras espécies também se destacaram como; Digitaria sp, Mollungo verticalia L. e Passiflora foetida. Outrossim, as espécies que demonstraram o maior IVI sob esse tratamento foram: Lippia sp. e Cucumis anguria. Em comparação com o mesmo tratamento

no ano de 2013 evidencia-se uma alteração no IVI e nas espécies que postulam os seus mais elevados níveis. Nesse sentido, é possível afirmar o avanço da sucessão secundária, à medida que espécies como; Mimosa arenosa e Richardia grandifolia se manifestam, demonstrando uma maior complexidade ambiental. As espécies que tiveram os maiores valores do Índice de Valor de Importância e, portanto, as que se adaptaram melhor às condições geoambientais da área foram Cucumis anguria com montante de 24,86 seguido por Stylosanthes humilis seguida por Lippia sp. com valor de 7,96, e a Aristida adscensionis NID 1 e Scoparia dulcis Com valores de 7,71 e 3,39 respectivamente.

Tabela 3: Parâmetros Fitossociológicos do Planalto da Borborema sob o tratamento Y (2013).

-Parâmetros Fitossociológicos da comunidade vegetal do Planalto da Borborema sob o tratamento Y (2013)								
Nome Cientifico	**Ni**	**OC**	**FA**	**FR**	**DA**	**DR**	**AR**	**IVI**
NID27	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
Mimosa verrucosa	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
NID29	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
Ipomoea Longeramosa Choisy	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
Tragus berteronianus SCHULT	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
NID9	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
NID 20	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
Senna obtusifolia	2	2	20	1,09	0	0,0237	0	1,12
NID28	2	2	20	1,09	0	0,0237	0	1,12
NID26	2	2	20	1,09	0	0,0237	0	1,12
NID30	2	2	20	1,09	0	0,0237	0	1,12
NID31	3	2	20	1,09	0	0,0355	0	1,13
Aspidosperma pyrifolium Mart.	3	2	20	1,09	0	0,0355	0	1,13
Mimosa tenuiflora (WILLD.) POIR	4	2	20	1,09	0	0,0474	0	1,14
NID32	4	2	20	1,09	0	0,0474	0	1,14
NID18	9	2	20	1,09	0	0,1065	0	1,2
Malva sylvestris	5	3	30	1,64	0	0,0592	0	1,7
Libidibia ferrea	5	3	30	1,64	0	0,0592	0	1,7
NID23	7	3	30	1,64	0	0,0829	0	1,72
Dactyloctenium aegyptium (L.) WILLD	5	4	40	2,19	0	0,0592	0	2,25
Sida galheirensis	9	4	40	2,19	0	0,1065	0	2,29
Waltheria rotundifolia SCURANK	19	4	40	2,19	0	0,2249	0	2,41
Totais	197		460	25,14	0,02	2,3322	0,02	27,5

Fonte: Os autores (2023).

Sob esse tratamento as espécies que apresentaram o maior IVI foram; Waltheria rotundifolia, Sida galheirensis e Dactyloctenium aegyptium (L). WILLD. A Mimosa tenuiflora é uma espécie altamente adaptada e tolerante às condições adversas de solo e clima, podendo colonizar nichos desfavoráveis que possuem um elevado déficit hídrico Tigre (1976).

Tabela 4: Parâmetros Fitossociológicos do Planalto da Borborema sob o tratamento Y (2019).

-Parâmetros Fitossociológicos da comunidade vegetal do PB sob o tratamento Y (2019)								
Nome Cientifico	**Ni**	**OC**	**FA**	**FR**	**DA**	**DR**	**AR**	**IVI**
Mimosa pudica	1	1	10	0,55	0	0,0118	0	0,56
Ipomea asarifolia	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
NID1	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
NID5	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
NID6	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
Jacquemontia aff. Evolvuloides	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
Melochia betonicifolia	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
Diodella apiculata	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
Passiflora foetida	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
Melochia arenosa	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
Manihot caerulescens	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
Lippia sp.	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
Melocactus zehntneri	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
Capim Nid 13	1	1	10	0,55	0	0,01	0	0,56
Deutzia scabra	2	1	10	0,55	0	0,02	0	0,57
Centrosema pascuorum	2	1	10	0,55	0	0,02	0	0,57
Macroptilium lathyroides	3	1	10	0,55	0	0,04	0	0,58
Manihot esculenta	3	1	10	0,55	0	0,04	0	0,58
Cenchrus ciliaris	2	2	20	1,09	0	0,02	0	1,12
Enteropogon macrostachyus	2	2	20	1,09	0	0,02	0	1,12
Cenchrus ciliaris	2	2	20	1,09	0	0,02	0	1,12
Urucloa molis	2	2	20	1,09	0	0,02	0	1,12
NID campim 3	6	2	20	1,09	0	0,07	0	1,16
Commelina benghalensis	7	2	20	1,09	0	0,08	0	1,18
Martiusia Rubiginosa	8	2	20	1,09	0	0,09	0	1,19
Senna uniflora	8	2	20	1,09	0	0,09	0	1,19
NID campim 1	21	2	20	1,09	0	0,2486	0	1,34
Crumenaria decumbens	4	3	30	1,64	0	0,0474	0	1,69
Amaranthus viridis	5	3	30	1,64	0	0,0592	0	1,7
NID4	6	3	30	1,64	0	0,071	0	1,71
NID8	6	3	30	1,64	0	0,071	0	1,71
Mimosa tenuiflora (WILLD.) POIR	7	3	30	1,64	0	0,0829	0	1,72
Chamaecrista cf. pilosa	8	3	30	1,64	0	0,0947	0	1,73
Turnera ulmifolia	7	4	40	2,19	0	0,0829	0	2,27
Mollugo verticillata	10	4	40	2,19	0	0,1184	0	2,31
Waltheria rotundifolia SCURANK	17	4	40	2,19	0	0,2013	0	2,39
Brachiaria mutica	24	4	40	2,19	0	0,2841	0	2,47
Tragus berteronianus SCHULT	46	4	40	2,19	0	0,5446	0,01	2,74
Ditaxis desertorum	8	5	50	2,73	0	0,0947	0	2,83
Evolvulus filipes Mart	9	5	50	2,73	0	0,1065	0	2,84
NID7	10	5	50	2,73	0	0,1184	0	2,85
Jacquemontia densiflora	11	5	50	2,73	0	0,1302	0	2,86
Centrossema brasilianum	7	6	60	3,28	0	0,0829	0	3,36
Mollungo verticillata L.	18	6	60	3,28	0	0,2131	0	3,49
NID campim 2	19	6	60	3,28	0	0,2249	0	3,51
Stylosanthes humilis KUNTH	42	6	60	3,28	0	0,4972	0	3,78
Mitracarpus strigosus	29	7	70	3,83	0	0,3433	0	4,17
Alternanthera tenella	38	8	80	4,37	0	0,4499	0	4,83
NID3	31	9	90	4,92	0	0,367	0	5,29
Ipomoea purpurea	32	9	90	4,92	0	0,3788	0	5,3
Malva sylvestris	59	10	100	5,46	0,01	0,6985	0,01	6,17
Ipomoea cairica (L.) Sweet	35	11	110	6,01	0	0,4143	0	6,43
Merremia Aegyptia	45	12	120	6,56	0	0,5327	0,01	7,1
Evolvulus frankenioides	20	13	130	7,1	0	0,2368	0	7,34

Ipomoea Longeramosa Choisy	28	13	130	7,1	0	0,3315	0	7,44
Prosophis juliflora	36	13	130	7,1	0	0,4262	0	7,53
Portilalaca cf. pilosa L	100	13	130	7,1	0,01	1,1839	0,01	8,3
Cyrtopodium punctatum	63	14	140	7,65	0,01	0,7458	0,01	8,4
Waltheria sp.	33	16	160	8,74	0	0,3907	0	9,14
Dactyloctenium aegyptium (L.) WILLD	94	15	150	8,2	0,01	1,1128	0,01	9,32
Libidibia ferrea	35	19	190	10,38	0	0,4143	0	10,8
Digitaria bicornis	249	17	170	9,29	0,02	2,9478	0,03	12,27
Cucumis anguria	78	26	260	14,21	0,01	0,9234	0,01	15,14
Sida Ciliaris L	282	25	250	13,66	0,03	3,3385	0,03	17,03
NID2	505	22	220	12,02	0,05	5,9785	0,06	18,06
Totais	2135		3870	211,48				

Fonte: Os autores (2023).

Entre os tratamentos apresentados percebe-se que o tratamento Y apresentou as maiores riquezas entre as tabelas analisadas. Dessa forma, o padrão de dominância estabelecido no tratamento X não foi observado nessa tabela. Apesar disso, deve-se destacar que algumas espécies demonstraram um maior IVI como; NID 2, Digitaria bircornis. Sida cilliares L., Dactylontenium aegyptium L. Para Cardins (2015), quanto maior for a dominância, menor será a equitabilidade e a diversidade, bem como, maior equitabilidade revela menor dominância e maior diversidade.

Entre os tratamentos apresentados, percebe-se que o tratamento Y no ano de 2019, apresentou as maiores riquezas entre as tabelas analisadas, além de IVIs não muito discrepantes entre as espécies. Dessa forma, o padrão de dominância estabelecido em outros tratamentos não foi observado nessa tabela.

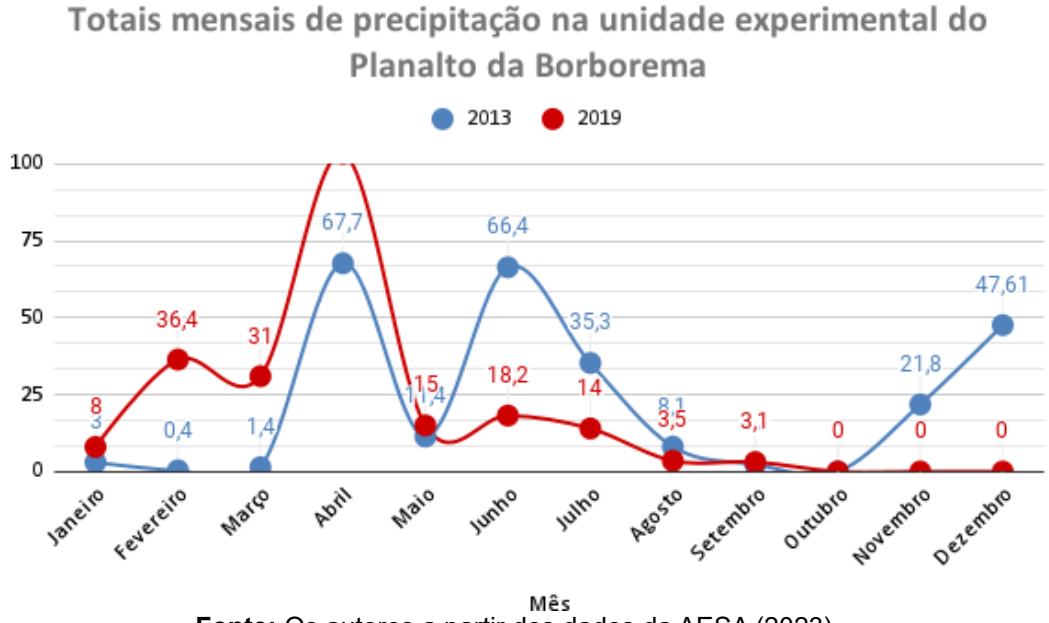
Deve-se ressaltar o papel desempenhado pela família das Fabaceae, destacando a espécie Mimosa tenuiflora. As espécies deste gênero tem o poder de aferir a dinâmica em que o ambiente está inserido, uma vez que demonstram que o ambiente está em processo de sucessão secundária progressiva ou de recuperação no tocante ao seu estrato, além de participar da recuperação do teor de nitrogênio no solo, aumentando sua atividade biológica e auxiliando no estabelecimento de espécies mais exigentes na área o que justifica a redução de sua densidade populacional dentro desse processo (ARAÚJO FILHO E CARVALHO, 1996; MAIA, 2004; CHAVES et al., 2006).

Balanço Hídrico e sua influência no processo de recolonização vegetal no Planalto da Borborema

De acordo com Ab' Sáber (2003) o espaço Semiárido brasileiro detém um domínio morfoclimático azonal de expressão regional, de acentuada originalidade climática, hidrológica e ecológica em seu contexto tropical. Aquém do exposto se faz necessário entender o papel do balanço hídrico na dinâmica de recolonização vegetal.

O regime de precipitações da área de estudo está condicionado, especialmente, ao deslocamento sul da ZCIT, em meados do verão ao outono. A expansão máxima se dá no mês de março, em conformidade com a tendência do porção setentrional nordestina. O Seridó ocidental paraibano está localizado entre 60S e 70S, dentro da isoieta 500mm/ano, até onde são reduzidos os volumes de chuva, desde as zonas limítrofes do Domínio semiárido.

Gráfico 1: Índice Pluviométrico do Planalto da Borborema ao longo dos anos de 2013 e 2019.



Fonte: Os autores a partir dos dados da AESA (2023).

A ZCIT é o principal sistema atmosférico atuante nas áreas analisadas. Essa zona, ao se direcionar para o sul do Equador, é a responsável pela formação de nebulosidade e chuvas concentradas, principalmente entre os meses de fevereiro e abril. Quando aquela migra em direção ao hemisfério norte, inicia-se, então, o período de estiagem no estado, sobretudo no sertão do estado. Com esse deslocamento da ZCIT, o regime de precipitação da área de estudo é diretamente influenciado. O período do trabalho de campo responsável pela coleta de dados foi realizado no mês de maio. Assim os dados apresentados acima refletem o ciclo vegetal das herbáceas, refletindo, por conseguinte, na menor quantidade de indivíduos e na dominância estabelecida por algumas espécies.

Comparação entre os anos analisados e a influência da Sucessão Ecológica

Na comparação foi possível identificar comportamentos inversos e sincrônicos das comunidades botânicas, entre as unidades experimentais do Planalto da Borborema. Com base em Figueiró (2015), que ao discorrer sobre espécies mais exigentes salienta que as espécies que suportam uma grande amplitude ecológica, tendem a levar grande vantagem

competitiva sobre as espécies mais exigentes. Nesse sentido, a partir do exposto é possível afirmar que o aparecimento de espécies vegetais com maior grau de exigência reflete o avanço da sucessão ecológica, a medida em que essas espécies como:Waltheria rotundifolia, Croton sonderianus Müll, Evolvulus filipes, Jacquemontia aff. Evolvuloides, Sida aff. Ciliaris L, Stylosanthes humilis, além de espécies exóticas como Prosopis juliflora, uma vez estabelecidas tendem a suprimir por competição espécies pioneiras.

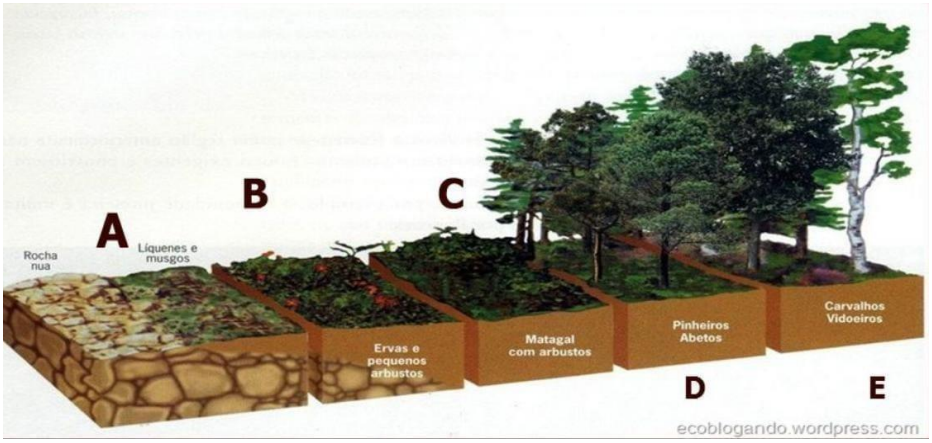
Em condições de acentuada erosão laminar e em sulco, com remoção dos horizontes superficiais foi possível encontrar tendência de recolonização vegetal significativa. A partir da adoção de manejo básico com contenções em nível e adubação orgânica a tendência pode ser otimizada. Como resultado, houve acréscimos significativos na riqueza e abundância da unidade experimental do Planalto da Borborema, fato que corrobora a hipótese de que a degradação ambiental pode ser revertida.

A partir dos dados apresentados é possível constatar que as plantas identificadas no ano de 2013 eram predominantemente pioneiras herbáceas, já em 2019 a predominância ainda era de herbáceas, mas com a presença de espécies lenhosas, conforme exposto pelo IVI ao longo dos anos, denotando um avanço na recolonização vegetal por espécies mais exigentes. Sobre o processo de evolução temporal de uma comunidade vegetal e a sua ligação às condições ambientais dominantes no momento Figueiró (2015), afirma que:

> Uma sucessão vegetal começa com uma vegetação pioneira (ou ecese), heliófila e pouco exigente quanto ao substrato,especialmente liquens e outros organismos resistentes [...] Com a morte dos primeiros indivíduos, desenvolve-se uma produção inicial de matéria orgânica, e novas espécies mais exigentes começam a se instalar, representando sucessivos estágios intermediários (ou seres). A comunidade vegetal tende sempre a evoluir em direção a uma situação de equilíbrio com as condições locais de fauna, solo e clima, o que é chamado de (clímax). FIGUEIRÓ (2015, p.171,172).

Cabral (2014) evidencia que em ambiente de clima preponderantemente seco, como é o caso do Semiárido do Nordeste, o processo de sucessão secundária transcorre mais lentamente porque em determinado período o aumento de indivíduos de uma população depende de condições climáticas e pluviométricas regulares, enquanto a escassez hídrica afeta de forma mais severa o estágio inicial de desenvolvimento de espécies vegetais recrutadas para a sucessão.

Figura 5: Representação do processo de sucessão ecológica.



Fonte: Funverde (2017).

Diante do exposto para Figueiró (2015), quanto mais uma formação vegetal avança em direção a uma condição de clímax, mais diversificada vai ficando sua estrutura, já que novos nichos vão sendo criados, impulsionando o aumento da biodiversidade alfa. É possível destacar que a etapa em que a sucessão ecológica vem ocorrendo de forma gradual na área de estudo pode ser entendida entre as etapas C e D representada pela imagem acima. Não é possível confirmar ainda quanto tempo levará para que as áreas analisadas atinjam a última etapa do processo atingindo-se assim o clímax.

Considerações Finais

A partir dos dados apresentados na presente pesquisa acerca dos aspectos da composição florística, da dinâmica e diversidade das comunidades vegetais de herbáceas, arbustivas e arbóreas em áreas de Caatinga degradadas do Planalto da Borborema, considera-se:

A área amostrada foi tomada em período de forte e longa estiagem, sob solos semelhantes à de Neossolo Litólico e com histórico de uso agrícola e pecuário. Ainda que de modo espacialmente variado nos anos e nas áreas experimentadas, os dados apontaram para um dinâmica de recolonização espontânea de espécies vegetais pioneiras do estrato lenhoso e herbáceo.

A partir da análise e comparação entre os anos e os tratamentos propostos, os dados apontam para uma dinâmica de recolonização, a qual tem seu potencial aumentado a partir de intervenções como fora exposto durante o trabalho. Com o cruzamento dos dados obtidos em campo e com os resultados obtidos a partir da aplicação de índices e parâmetros de análise, põem-se em xeque a ideia de irreversibilidade da degradação ambiental no ambiente da caatinga, e do ponto de vista vegetacional, toma-se a recolonização vegetal e os processos de sucessão ecológica são poderosos aliados na recuperação de áreas críticas no que tange o quadro de degradação ambiental no semi-árido brasileiro.

O trabalho pode ser entendido como um esforço inicial uma vez que, ainda existem lacunas nas investigações sobre a dinâmica ambiental em áreas degradadas, dessa forma existe a necessidade de preenchê-las. Para tanto, o presente trabalho se concentrou em aspectos relacionados à resposta no desenvolvimento e no comportamento da estrutura das comunidades vegetais, de acordo com os recursos de solo e água disponíveis.

Referências

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas /** Aziz Ab'Saber.- São Paulo: Ateliê editorial, 2003.

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/meteorologia-chuvas/?formdate=2013-01-01&produto=municipio&periodo=mensal. Acesso em: 12 fev 2023.

ARAÚJO FILHO, J. A;SILVA, N. L; CARVALHO. F. C. **Adubação fosfatada em regime de uso de uma caatinga raleada: produção do estrato herbáceo.** In: 35a REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35.1998, Botucatu, SP.Anais...Botucatu, MS,1998.

ARAÚJO, G. H. S. ALMEIDA, J. R. GUERRA, A. J. T. **Degradação e desertificação.In: .Gestão ambiental de áreas degradadas.** 4.ed. Rio de Janeiro, RJ: Bertrand Brasil, 2009. p.9-35.

CABRAL, George A. de L. **Fitossociologia em diferentes estádios sucessionais de caatinga, Santa Terezinha-PB.** 2014. 138 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

CARDINS, I. S. A.; SOUZA, M. J. N. **DEGRADAÇÃO, DESERTIFICAÇÃO E RECOMPOSIÇÃO AMBIENTAL NO SERIDÓ OCIDENTAL, ESTADO DA PARAÍBA.**

2015. 179f. Tese Programa de pós-graduação em Geografia. Universidade do estado do Ceará. Fortaleza. 2015

CURTIS, J. T.; MCINTOSH, R. P. **The interrelations of certain analytic and synthetic phytosociological characters.** Ecology, Washington, v. 31, p. 434-455, 1950.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira**. Fortaleza: Multigraf, 1998

FIGUEIRÓ, A. S. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza.** São Paulo: Oficina de Textos, 2015.

FUNVERDE. Disponível em: https://www.funverde.org.br/blog/sucessao-ecologica/. Acesso em: 18 de jul 2022.

ODUM, E. P. 1988. **Fundamentos de Ecologia.** 4a Ed. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 927 pp.

OLIVEIRA, A. N; DO AMARAL, I. L. **Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil**. Acta Amazonica, v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.OLIVEIRA, M. J. M**. Degradação ambiental, sucessão ecológica e sistemas de uso da terra no semiárido brasileiro: enfoques ao município de Independência, estado do Ceará.** 2017. 136f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2017

SILVA, B.L.R. **Estrutura e composição florística de herbáceas em diferentes estádios sucessionais de Caatinga.** 2011. 154f. Dissertação (Mestrado em Biologia Vegetal) Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2011.

SILVA. C, Fátima. **CAATINGA EM AMBIENTE DEGRADADO: ANÁLISE DA DINÂMICA E DIVERSIDADE DE COMUNIDADES VEGETAIS NO NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DO MÉDIO JAGUARIBE – CEARÁ, BRASIL**. 2020.119f. Dissertação. Programa de pós-graduação em Geografia. Universidade do estado do Ceará. Fortaleza. 2020.

SOUZA, Marcos J. N. **Panorama da degradação ambiental, desertificação e entraves ao desenvolvimento sustentável do Ceará.** In: PINHEIRO, D. R. C. (Org). Desenvolvimento sustentável: desafios e discussões. Fortaleza, CE:ABC Editora, 2006a, p.33-35.

TIGRE, C. B. **Estudos de silvicultura especializada do Nordeste.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORESTAS TROPICAIS II, 1976. Mossoró, Anais... Mossoró: Coleção Mossoroense, 1976.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro, RJ: SUPREN, 1977. 97p.

Mudanças no Uso e Cobertura da Terra na Microrregião de Chapadinha, Leste do Estado do Maranhão: Análise da Fragmentação Florestal Entre os Anos de 2000 e 2021

Changes in Land Use and Land Cover in the Chapadinha Microregion, East of the Maranhão State: Analysis of Forest Fragmentation Between the Years 2000 and 2021

Weslem Jhony de Oliveira Rodrigues
Universidade Estadual do Maranhão
https://orcid.org/0009-0006-6595-1220
weslemrodrigues.uema@gmail.com

Alcilenny da Luz Serra
Universidade Estadual do Maranhão
https://orcid.org/0000-0002-5742-6024
luzserra18@gmail.com

Marcus Raimundo Gomes Saminez
Universidade Estadual do Maranhão
https://orcid.org/0009-0002-8678-7491
mgomessaminez@gmail.com

Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias
Universidade Estadual do Maranhão
https://orcid.org/0000-0001-9850-4167
luizjorgedias.uema@gmail.com

Resumo: A fragmentação florestal se configura como um dos principais problemas para a perda de biodiversidade e acaba promovendo o desequilíbrio ecológico. Este estudo traz uma análise da fragmentação florestal na microrregião de Chapadinha frente aos problemas de uso e ocupação do solo. Utilizou-se os índices de ecologia da paisagem baseado em métricas, com o intuito de quantificar os fragmentos florestais nos anos de 2000 e 2021. Desta forma, foi elaborado o material cartográfico para demonstrar as condições de uso e cobertura e para identificar os fragmentos florestais da área. A quantificação dos fragmentos se deu pelo uso das métricas da paisagem: área do fragmento (pach área), número de fragmentos (number of patch), e a média das áreas dos fragmentos (mean patch area). Com isso, pode-se observar que houve a extinção de 706 fragmentos, equivalendo a cerca de 30. 476 mil hectares de vegetação do bioma e a redução de habitats.

Palavras-chave: Ecologia da paisagem, Fragmentação Florestal, Métricas da Paisagem, Uso e Cobertura do Solo.

Abstract: Forest fragmentation is one of the main problems for the loss of biodiversity and ends up promoting ecological imbalance. This study brings an analysis of forest fragmentation in the micro-region of Chapadinha in the face of land use and occupation problems. Landscape ecology indices based on metrics were used to quantify forest fragments in the years 2000 and 2021. In this way, cartographic material was prepared to demonstrate the conditions of use and coverage and to identify the forest fragments in the area. Fragments were quantified using landscape metrics: fragment area (pach area), number of fragments (number of patch), and mean patch area. With this, it can be observed that there was the extinction of 706 fragments, equivalent to about 30. 476 thousand hectares of vegetation of the biome and the reduction of habitats.

Keywords: Landscape Ecology, Forest Fragmentation, Landscape Metrics, Land Use and Land Cover.

Introdução

O cenário de degradação ambiental atual do Brasil, que tem se agravado com a expansão da fronteira-agrícola e agropecuária, tem sido especificamente devastador nas regiões de Cerrado, palco de extensivo uso para plantio de commodities para a exportação, visando a geração de lucro e ignorando os impactos ambientais ocasionados pela utilização de maquinário pesado, exaustão do solo, uso indiscriminado de agrotóxicos e a derrubada da mata nativa. Tal bioma é o segundo maior em área no Brasil, com 204,7 milhões de hectares, e estende-se de aproximadamente 20 graus em latitude em zona próxima à Linha do Equador e ao Trópico de Capricórnio e 10 graus em longitude (PASSOS e NUCCI, 2015). Ao Norte, apresenta paisagens ecotonais para a Amazônia e para as Caatingas (AB'SÁBER, 2021).

Apesar de sua magnitude original, de acordo com o MapBiomas (2021), o Cerrado já perdeu praticamente metade de sua extensão, onde sua composição, anteriormente caracterizada por uma área contínua de vegetação, encontra-se fragmentada, com "ilhas de vegetação", seja por estas serem unidades de conservação, reservas legais, APPS, terras indígenas e quilombolas. Tais remanescentes de vegetação se enquadram no conceito, em biogeografia da paisagem, de fragmentos de cobertura vegetal. Tal conceito de fragmentação é explicado por Viana (1990) como sendo uma área interrompida por barreiras antrópicas ou naturais, com capacidade de reduzir o fluxo de animais, pólens e sementes. Ainda segundo o autor, o aspecto mais alarmante desse fenômeno é a perda da diversidade animal e vegetal (VIANA, 1990).

Tal processo de fragmentação tem ocorrido fortemente na microrregião de chapadinha, assim como no cerrado maranhense como um todo, devido ao avanço da fronteira agrícola nas últimas duas décadas, sendo assim, uma área onde ocorre rápida e intensa derrubada de mata nativa, trazendo um cenário de degradação ambiental e impactos na fauna e na flora, onde o Cerrado já perdeu mais de 99 mil hectares entre os anos de 2000 e 2021.

Segundo Botelho e Diniz (2012), o aumento da produção agrícola, em principal da soja, no cerrado maranhense ocorreu a partir da década de 1970, devido à chegada de agricultores provenientes de diversos estados, principalmente do sul do Brasil. Tais agricultores chegaram ao Sul do Maranhão visando as terras baratas, incentivos fiscais e políticas territoriais como o PRODECER, Programa Corredor de Exportação Norte, Polo Agroindustrial do Sul Maranhense, Companhia de Promoção Agrícola, entre outros (CASTRO, 2017).

Tais políticas territoriais implementadas no Maranhão tiveram o intuito de promover a modernização do espaço agrário que ocorria no país, explicitamente objetivando impulsionar

a economia do estado, entretanto agravaram a concentração de terras, que já era um problema latente na região, assim como a devastação desordenada das áreas de Cerrado.

A chegada dos agricultores na microrregião foi precedida pela instalação de empresas nacionais de produção de celulose, com base no cultivo de eucalipto, e de produção de carvão vegetal, realizada sobretudo nos municípios de Urbano Santos e Belágua. Tais empresas foram atraídas pelos projetos do Programa Grande Carajás, que, apesar de não abranger a região, exerceu influência sobre esta (CARNEIRO et al, 2008; GASPAR, 2010). A partir da instalação dessas empresas, houve o crescente desmatamento das chapadas e destruição dos recursos naturais. As chapadas então foram apropriadas pelos sojicultores, que faziam uso de técnicas como a do “correntão”, onde tratores carregavam grandes correntes que derrubavam a vegetação nativa por onde passavam, e também de agrotóxicos que, em período de plantio são pulverizados por aviões (GASPAR, 2010).

A produção de grãos na microrregião, principalmente da soja, avançou a partir dos anos 2000 devido à diversos fatores como a localização privilegiada, próxima ao Porto do Itaqui, por onde a produção é escoada pela BR-222, também pelo crédito rural, construção do Terminal de Grãos do Maranhão (TEGRAM), o convênio estabelecido entre o governo brasileiro e a Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA), chamado de Programa do Corredor de Exportação Norte, Programa de Cooperação Nipo-Brasileiro para o desenvolvimento dos Cerrados (PRODECER III) e a inserção da região no MATOPIBA (ALMEIDA, SODRÉ e JUNIOR, 2019; SOARES, et al, 2021).

Com tal avanço, criou-se um cenário inicial de fragmentação do Cerrado, onde a vegetação se divide em porções entrecortadas por plantações de grãos e silvicultura, que vão diminuindo conforme o avanço da fronteira agrícola. De acordo com Harris (1984), qualquer diminuição na área de um fragmento florestal pode reduzir o número de espécies e afetar a dinâmica de populações, podendo comprometer a sustentabilidade do ecossistema e até a extinção de espécies locais e mudanças na diversidade das espécies (GARCIA et al, 2018). Durante esse processo, ocorre o efeito de borda que, uma das primeiras etapas de degradação florestal, que aumenta a exposição dos fragmentos florestais à agentes possivelmente degradantes e nocivos ao meio (SILVA, 2019).

Assim,

> a quantificação do número de fragmentos presentes em determinada área de estudo, bem como o tamanho desses fragmentos, em associação a outros parâmetros de avaliação, como as métricas da paisagem, funcionam como excelentes indicadores destas áreas remanescentes frente aos efeitos de borda (SILVA, 2019, p. 1256).

A partir do que foi exposto, esse artigo busca mostrar a mudança no uso e cobertura do solo na microrregião de chapadinha entre os anos 2000 e 2021, assim como os fragmentos

de cobertura vegetal remanescentes, calculando as métricas da paisagem, visando a criação de um cenário mais claro sobre a situação ambiental da área, assim como os visíveis impactos da chegada do agronegócio mecanizado na região.

Metodologia

Em um primeiro momento, realizou-se um levantamento bibliográfico acerca dos temas relevantes para o entendimento da pesquisa, fazendo o uso de livros, artigos, monografias, dissertações e outros documentos. Em seguida, ocorreu o levantamento de dados secundários, a partir de órgãos oficiais, relatórios e sites.

Para os estudos sobre uso e cobertura do solo, utilizou-se os trabalhos de autores como Aguiar (2006) e Schlindwein et al (2007). Sobre ecologia da paisagem, utilizou-se os estudos de Botequilha-leitão e Guiomar (2021) e Silva e Souza (2014). Sobre fragmentação da paisagem, utilizou-se os estudos de Wilcobe et al (apud FAHIG, 2003) e Corrêa (2011). Sobre as métricas da paisagem e fragmentos florestais, utilizou-se os estudos de Silva e Souza (2014) e Volotão (1998).

Em um terceiro momento houve a elaboração dos mapas de localização da Microrregião de Chapadinha e de uso e cobertura do solo nos anos de 2000 e 2021. O software utilizado para a produção dos mapas foi o QGIS na versão 3.16.1. Os rasters de uso e cobertura do solo dos anos de 2000 e 2021, foram obtidos através do MapBiomas e para a classificação de cores de uso e cobertura do foram usadas a coleção 7.1. Para a definição dos limites dos municípios e de unidades da federação foram utilizadas as malhas territoriais do IBGE, obtidas no portal de mapas do site.

Nessa conjuntura, a quantificação dos fragmentos foi feita a partir de métricas da paisagem com base na utilização do software Fragstats na versão 4.2. O Fragstats é um programa de análise de padrões espaciais para mapas temáticos. De acordo com Volotão (1998) o Fragstats é um software público que representa a estrutura da paisagem com o cálculo de mais de 50 métricas da paisagem, é um programa largamente utilizado pois gera um conjunto de métricas a partir da fragmentação de um rasrter.

Desta forma, as métricas de paisagem do software são processadas no programa, exportadas em arquivo patch e direcionadas a criação de uma tabela no programa de planilhas eletrônicas da Microsoft (Excel). Sendo assim, foram gerados apenas as métricas da classe de formação florestal, sendo elas: métricas da área de cada fragmento, número de fragmentos e a média da área dos fragmentos.

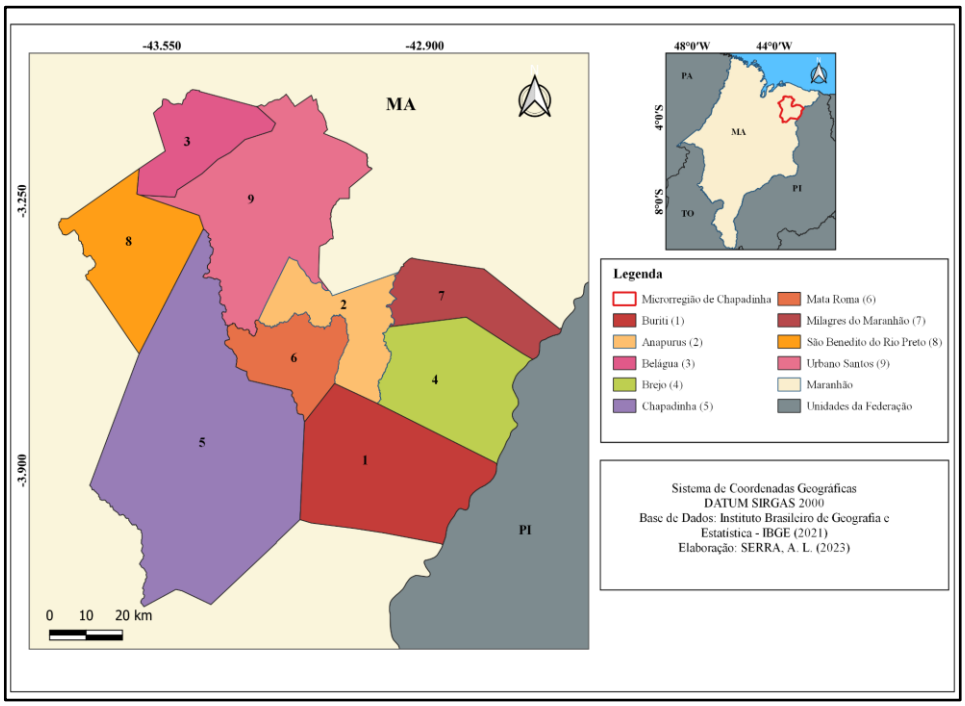
Além do Fragstats, as métricas dos fragmentos também foram geradas por meio da utilização do plugin Landscape Ecology (Lecos) presente no software de geoprocessamento Qgis versão 3.16.1. Assim como o Fragstats, o Landscape Ecology gera dados de métricas

da paisagem com base em classes de uso e cobertura extraídas de uma camada raster. Nesse contexto, foi processada as métricas da classe de Formação Florestal e complementadas com as métricas do Fragstats.

Caracterização Ambiental e Socioeconômica da Microrregião de Chapadinha

A Microrregião de Chapadinha se insere no Bioma Cerrado, está localizada no Leste Maranhense e possui nove municípios, Anapurus, Belágua, Brejo, Buriti, Chapadinha, Mata Roma, Milagres do Maranhão, São Benedito do Rio Preto e Urbano Santos (Figura 01). Abrangendo uma área de 10.794 km², representa 3% da extensão total do Maranhão, e possui uma população de 234.334 habitantes, com uma densidade demográfica de aproximadamente 25 pessoas por km².

Figura 01 - Localização da microrregião de Chapadinha.



Fonte: Autores (2023).

O clima da Região de acordo com a classificação de Köppen é Aw', ou seja, do tipo tropical quente e úmido, com totais pluviométricos anuais, que variam de 1.600 a 2.000 mm, umidade relativa do ar anual entre 73 a 79%. Há uma dualidade estacional, com um período de estiagem (julho a dezembro) e um chuvoso (janeiro a junho) e temperaturas anuais variando de 32° a 41° C (MARANHÃO, 2002).

Como mencionado anteriormente, a vegetação predominante da área de estudo é do tipo Cerrado, possuindo uma composição orística diversicada. Dentre as espécies mais comuns encontra-se o Orbignya speciosa Mart. (Babaçu), Copernicia cerífera (Carnaúba) e Mauritia vinifera (Buriti) apresentando dois tipos de vegetação: Floresta Estacional Decidual e Floresta Estacional (NONATO ET AL, 2011). Segundo a EMBRAPA, os solos predominantes na região são: Latossolos, argissolos, plintossolos e panossolos.

Em relação aos dados populacionais, o município com maior população é Chapadinha, com um pouco mais de 80 mil pessoas, o que representa 33% da população total da microrregião, enquanto Belágua, com 7.586 habitantes, é o menos populoso. A população é representada por 52% de pessoas do sexo masculino e 48% feminino; 72% da população é negra ou parda, 18% branca e os 10% restantes, de outras raças/cor, e 40% da população vive no campo (IPAM, 2021).

De acordo com o Censo Demográfico de 2010, produzido pelo IBGE, 62% da população maranhense e 73% da população da microrregião de Chapadinha não teve oportunidade de acesso à educação formal ou tem formação de ensino fundamental incompleto. Quanto ao nível de ensino médio completo, o estado possui 20% e a microrregião, 15%, enquanto que a proporção de pessoas com ensino superior no estado é de apenas 6% e na microrregião de Chapadinha é de 3%, indicando que os níveis de escolaridade são baixos no estado e menores ainda na microrregião.

O PIB per capita médio da região é de R$ 7.300 ao ano e, segundo o IMESC (2020), o fator mais influente na microrregião é a Administração Pública (50%), em segundo lugar o setor de Serviços (30%), seguido pelo setor primário (15%) e o setor secundário (5%).

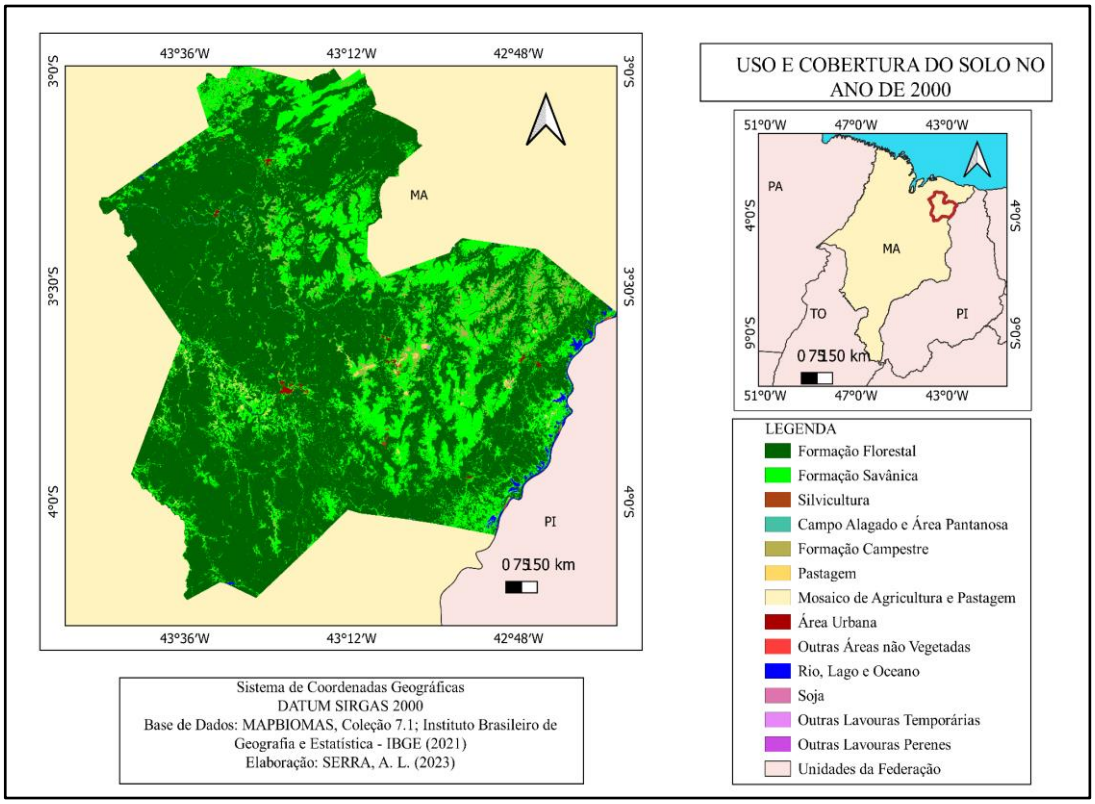
Uso e Cobertura do Solo

Segundo Aguiar (2006), o termo Cobertura do Solo se refere à descrição do estado físico, químico e biológico da superfície terrestre, enquanto “uso do solo” representa os propósitos humanos dados àquela cobertura, como agricultura, área de conservação, zona residencial, entre outras.

Para a Schlindwein et al (2007), o uso e cobertura do solo é a expressão do conjunto de atividades de uma sociedade, a manifestação de sua reprodução social. A microrregião de Chapadinha permaneceu por décadas ocupada pela agricultura e pecuária em pequena escala praticada por camponeses e comunidades tradicionais que ocupavam a região, que praticavam a caça nas chapadas, o extrativismo de frutas nativas, pequena criação de animais e pesca. Dessa forma, quando analisado o uso e cobertura do solo no ano de 2000 (Figura 02), as modificações não eram tão drásticas, mantendo preservada a vegetação nativa,

apresentando apenas pequenas áreas de pastagem e porções destinadas à silvicultura do eucalipto que se instalou na região no fim da década de 1990.

Figura 02 - Uso e cobertura do solo no ano de 2000.



Fonte: Autores (2023).

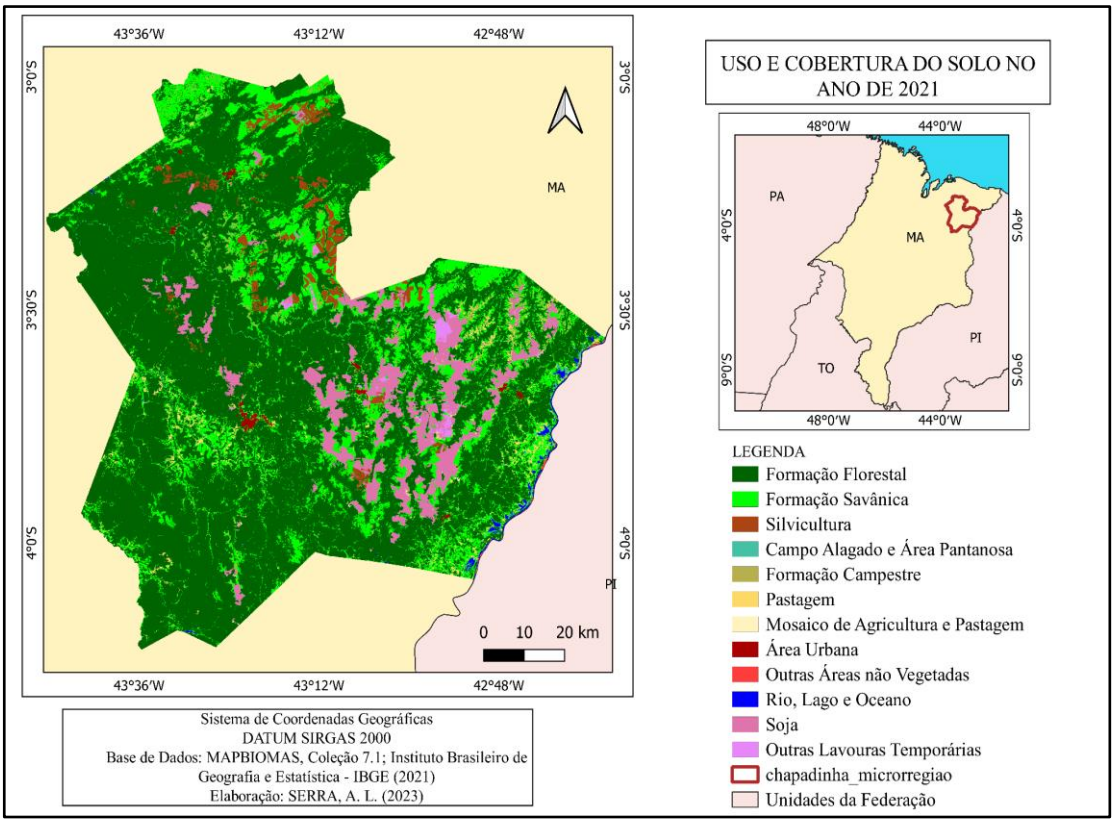
O avanço da fronteira agrícola foi facilitada pela inclusão do Maranhão no Plano de Desenvolvimento Agropecuário do MATOPIBA (PDA MATOPIBA), um decreto instituído durante o governo da ex-presidente Dilma Rousseff, em 6 de maio de 2015, englobando os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia. Com isso, o objetivo seria “promover e coordenar políticas públicas voltadas ao desenvolvimento econômico sustentável fundado nas atividades agrícolas e pecuárias que resultem na melhoria da qualidade de vida da população (BRASIL, 2015).

Desde a implementação do referido Projeto, em 2015, até o ano de 2021, 528.055 hectares de floresta foram perdidos na região, ao passo que a área reservada para a agropecuária ganhou 728.384 hectares. Outra mudança percebida é a diminuição das áreas de pastagem (menos 680.118 hectares) e crescimento das áreas do plantio de soja, arroz e algodão (apesar da pequena queda em 2021).

Nesse contexto, a concepção de perda de florestas do cerrado, a partir da implementação do programa de governo impulsionou o avanço da agricultura, pode ser

percebida pela avaliação do mapa de uso e cobertura de 2021, obtido pelos dados do Mapbiomas referente ao ano de 2021 (Figura 03).

Figura 03 - Uso e cobertura do solo em 2021



Fonte: Autores (2023).

O avanço da agricultura não ocorre de forma homogênea no território, se espalhando entre as propriedades, o que cria um mosaico de ocupação, onde a vegetação nativa se encontra, em algumas porções, cercadas por outros usos do solo, em principal da soja. Não é incomum que isso se dê de forma proposital, onde pequenas comunidades extrativistas sejam cercadas por plantações agrícolas mecanizadas, causando pressão sobre suas terras e áreas remanescentes de florestas (GASPAR, 2010), que se tornam pequenos fragmentos isolados, ocasionando diversos impactos para a biota do local.

Ecologia e Estrutura da Paisagem

De acordo com Botequila- Leitão e Guiomar (2021), a ecologia de paisagem se pauta nos estudos sobre os ecossistemas ou usos do solo, nas relações horizontais e verticais entre os seus diversos componentes, entendidos como componentes da estrutura da paisagem.

Segundo Silva e Souza (2014, p. 124), "a paisagem é resultado do processo evolutivo com fortes influências dos fatores antrópicos, geológicos, geomorfológicos, pedológicos,

hidrológicos, fitogeográficos e climáticos". Sendo assim, nela está presente os fatores de heterogeneidade que se relacionam entre si promovendo as constantes evoluções e resultando na diversificação da paisagem.

Nesse enquadramento a ecologia da paisagem "considera como elementos fundamentais a estrutura (espacial – os padrões), os processos, as interações entre a estrutura e os processos, e como estes evoluem no tempo" (BOTEQUILHA-LEITÃO; GUIOMAR, 2021, p. 83). Desta forma, a ecologia da paisagem configura um elemento imprescindível para a compreensão da dinâmica de interações do meio natural e antrópico com base em suas formas, composição e como eles se relacionam entre si.

Segundo os autores supracitados, na compreensão da natureza dos padrões da estrutura da paisagem torna-se necessário perceber como os padrões se formam e como podemos sistematizar a descrição, avaliação, modelação da paisagem por meio da identificação dos componentes da sua estrutura. Nesse sentido, a estrutura da paisagem é condicionada pela existência de padrões, onde os recursos da paisagem obedecem a uma variabilidade heterogênea e homogênea que resultam da ação contínua variável e combinada dos processos abióticos, bióticos e culturais que ocorrem ao mesmo tempo em áreas de grandes dimensões, resultando em padrões distintos (BOTEQUILHA-LEITÃO; GUIOMAR, 2021).

> Fatores como clima, geologia, relevo, regime hídrico, solos, vegetação, a fauna e a sua interação, as perturbações e os usos dos solos, todos influenciam a composição e configuração dos vários elementos da paisagem e a distribuição espacial dos organismos nesta paisagem. Para poder perceber as relações entre a heterogeneidade e os processos ecológicos numa paisagem, torna-se essencial perceber os fatores que causam essa heterogeneidade (BOTEQUILHA-LEITÃO; GUIOMAR, 2021, p. 84).

A distinção nos padrões revela o caráter diversificado e heterogêneo da paisagem. De acordo com Silva e Souza (2014 p. 127) "a Ecologia da Paisagem vislumbra o estudo de padrões da paisagem, as interações entre os fragmentos florestais (manchas) dentro de um mosaico da paisagem e sua relação com o meio biofísico".

Segundo Valenti e Vettorazzi (2002), o objeto de estudo da ecologia da paisagem abarca as relações espaciais entre os fragmentos florestais, as mudanças estruturais e interações de uma paisagem. Os autores utilizam-se dos índices de ecologia da paisagem para a quantificação de fragmentos florestais, chamados de métricas da paisagem, que possibilita a compreensão da paisagem de acordo com todos os seus componentes.

De acordo com Volotão (INPE, 1998), a ecologia da paisagem envolve os estudos de três características da paisagem, a saber:

> 1. Estrutura o relacionamento espacial entre os ecossistemas característicos ou os elementos presentes -- mais especificamente, a distribuição de energia, materiais, e espécies em relação aos tamanhos, formas, números, tipos e configurações dos ecossistemas.
> 2. Função as interações entre os elementos espaciais, isto é, os fluxos de energia, materiais, e espécies entre os ecossistemas componentes.
> 3. Mudança a alteração na estrutura e função do mosaico ecológico pelo tempo (VOLOTÃO, 1998, p. 4).

Diante disso, a ecologia da paisagem é baseada na padronização dos elementos da paisagem, formados por Patches (pedaços, partes, remendos, fragmentos, pequenos polígonos) que influenciam os processos ecológicos, que são tratados por meio da quantificação da estrutura da paisagem nos estudos de função e modificação da paisagem (VOLOTÃO, INPE, 1998).

Fragmentação Florestal

Segundo Wilcobe et al (s/d apud FAHIG, 2003), a fragmentação do habitat pode ser definida como o processo onde uma grande área é transformada em pequenas manchas, com área total menor, isoladas por uma matriz diferente do habitat original (WILCOVE et al., s/d, apud FAHRIG, 2003). Tal processo divide o habitat em manchas separadas, o que leva ao aumento da influência dos fatores externos como a radiação solar, o vento, disponibilidade de água, umidade do ar e temperatura (CORRÊA et al., 2011), afetando a distribuição, reprodução e locomoção, dentre outras, das espécies existentes no local, resultando na perda da biodiversidade.

Corrêa (2011) afirma que, quando causada pelo ser humano, a fragmentação provoca a retirada da vegetação nativa buscando abrir espaço para a agricultura, atividades de âmbito rural ou urbano, resultando frequentemente, em fragmentos separados, como pequenas ilhas isoladas cercadas por plantios agrícolas, pastagens, terras improdutivas e etc. A partir disso, criam-se inevitavelmente, bordas artificiais, que trazem diversos efeitos nocivos à floresta a partir da chamadas “efeitos de bordas” (RODRIGUES; NASCIMENTO, 2006).

Segundo Barros (2006 p. 9), bordas podem ser definidas como “o trecho marginal da área florestada, que sofre influência do meio externo, e por isso apresenta diferenças físicas e estruturais em relação ao seu entorno”. O efeito bordas seria então a alteração na quantidade das espécies na porção marginal de um fragmento, causado pelo aumento da exposição desses fragmentos à agentes externos, modificando o microclima local. (FORMAN; GORDOM, 1986; BARROS, 2006; CORRÊA et al., 2011).

Nesse contexto, a fragmentação da paisagem por meio da compreensão dos efeitos de bordas nas manchas, podem ser estudados por índice de ecologia da paisagem na

premissa de entender os padrões e dinâmica de fragmentação florestal. Desta forma, utiliza-se as métricas da paisagem para compreender as características e configuração de cada fragmento disposto numa paisagem.

Métricas da Paisagem

Os estudos sobre métricas da paisagem podem ser condicionados a partir da observação de três níveis: fragmentos, classes e paisagem, sendo oito grupos de categorias: métricas de área, de fragmentos, de bordas, de forma, de área central (core), de vizinho mais próximo, de contágio e mistura e de diversidade (VOLOTÃO, 1998). Segundo Silva e Souza (2014), o estudo de fragmentos florestais pode ser realizado por meio de métricas da paisagem, que são medidas quantitativas que fornecem suporte científico para a avaliação da quantidade e qualidade dos fragmentos florestais com base na ecologia da paisagem.

Ainda de acordo com Volotão (1998 p. 8) “as métricas de área são muito úteis para estudos ecológicos, uma vez que a riqueza e abundância de certas espécies dependem das dimensões dos fragmentos da paisagem para existir”. Nesse sentido, a análise dos padrões de fragmentação florestal é essencial para compreender a estrutura da paisagem e avaliar os efeitos da fragmentação na biodiversidade e nos processos ecológicos.

Sobre as métricas de fragmento, Volotão (1998) expressa que o estudo da fragmentação é importante para caracterizar a distribuição e a configuração dos fragmentos na paisagem. Essas informações fornecem métricas úteis, como o número de fragmentos, o tamanho médio, a densidade e a variação dos fragmentos, que permitem uma análise mais detalhada e uma compreensão mais precisam da paisagem fragmentada.

Nesse enquadramento a quantidade de fragmentos é uma medida fundamental, pois indica a divisão da paisagem em unidades menores. O tamanho médio dos fragmentos revela o grau de fragmentação, sendo que um tamanho médio menor indica uma paisagem mais fragmentada. A densidade dos fragmentos mostra a concentração de fragmentos em uma determinada área, fornecendo informações sobre a intensidade da fragmentação.

Além disso, a variação dos fragmentos na paisagem é uma medida importante, pois indica a heterogeneidade dos fragmentos. Uma paisagem com alta variação possui fragmentos de tamanhos e formas diferentes, o que pode ter efeitos significativos na biodiversidade, conectividade e funcionalidade ecológica. As características das estruturas (tamanho, forma, área, isolamento e conectividade) precisam ser tratadas em conjunto na análise de fragmentação da paisagem.

Em suma, o tamanho do fragmento refere-se à área ocupada por um fragmento florestal. Quanto maior o tamanho, maior é a probabilidade de suportar populações viáveis de espécies e manter processos ecológicos importantes. A área core representa a parte central

do fragmento, onde as influências externas, como bordas e perturbações, são minimizadas. A área core tende a ser mais estável e oferecer melhores condições para a sobrevivência de espécies sensíveis à perturbação.

A forma do fragmento diz respeito à configuração da borda do fragmento. Fragmentos com formas mais irregulares têm bordas mais extensas em relação à sua área, o que pode resultar em maior exposição a efeitos negativos, como aumento da penetração de espécies invasoras e alterações microclimáticas. Já o grau de isolamento dos fragmentos refere-se à distância entre os fragmentos e à conectividade entre eles. Fragmentos mais isolados estão sujeitos a um maior grau de isolamento e têm menos oportunidades de trocas genéticas e migração de espécies entre eles, o que pode levar à perda de diversidade e ao aumento do risco de extinção local.

Essas métricas da paisagem são amplamente utilizadas na ecologia da paisagem para quantificar e analisar os padrões de fragmentação florestal. Elas fornecem informações importantes para orientar a conservação e o manejo adequado desses fragmentos, visando a proteção da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos fornecidos pelas florestas.

A utilização dos dados de métricas da paisagem por meio de software de geoprocessamento e sensoriamento remoto oferecem um arcabouço imprescindível para a identificação de fragmentos da paisagem que são prioritários para planejamento de conservação e restauração da biodiversidade. Nesse sentido, este estudo expressa a utilização de métricas de área e métricas de fragmentos para identificar os fragmentos florestais na microrregião de Chapadinha.

Fragmentação Florestal da Microrregião de Chapadinha a Partir de Métricas da Paisagem

A microrregião de chapadinha é composta por nove municípios: Anapurus, Belágua, Brejo, Buriti, Chapadinha, Mata Roma, Milagres do Maranhão, São Benedito do Rio Preto e Urbano Santos. Ademais, está localizada na Região Nordeste do Estado do Maranhão ocupando cerca de 3% do território do Estado (IPAM, 2021). Com o avanço das estruturas do agronegócio, cultivo de eucalipto e utilização do solo para pastagem, a microrregião sofre com a fragmentação das florestas nativas do bioma cerrado, com o isolamento de habitats e consequentemente a perda da biodiversidade.

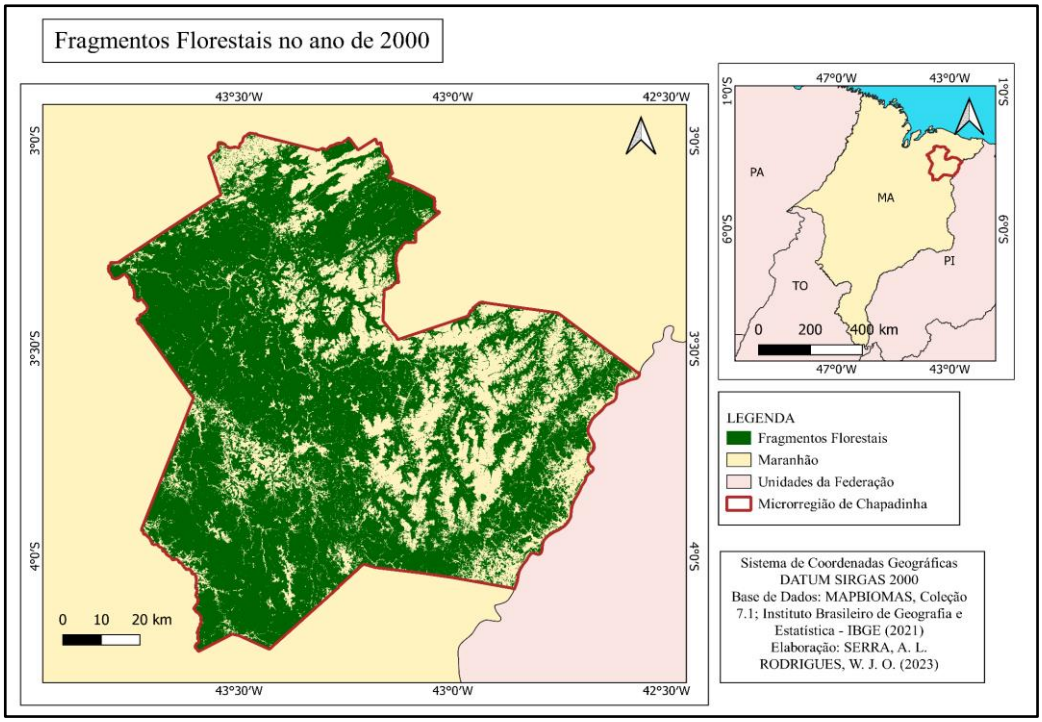
A análise de métricas da paisagem realizadas na microrregião de chapadinha nos anos de 2000 e 2021 foram configuradas de forma complementar pelos softwares de geoprocessamento QGis e pela ferramenta de identificação de fragmentos, Fragstats. Vale ressaltar que a classificação das formações florestais consideradas pelo MapBiomas inclui:

vegetação arbórea de origem do cerrado, mata dos cocais. Nesse sentido, são apresentados a seguir os fragmentos florestais observados no ano 2000.

De acordo com o banco de dados gerados a partir do programa de software Fragstats e pelo plugin Lecos do Software Qgis, no ano de 2000 são observados cerca de 4717 fragmentos florestais totalizando uma área total de 743.211 mil hectares (Figura 04). De acordo com o Fragstats, apenas 9 fragmentos possuíam mais de 50 hectares enquanto 4708 estavam abaixo de 50 hectares. Desta forma, a relação dos fragmentos com o seu perímetro revela que há grande proporção de fragmentos com baixa formação florestal que eram predominantes na área.

O maior fragmento observado no ano 2000 possuía uma área de 68.299 mil ha, o segundo maior fragmento possuía uma área de 3.343 mil há, e o terceiro com área de 261 hectares. Com a soma das áreas em hectares de todos os fragmentos florestais foi possível obter uma relação média de 15.756 mil ha (Tabela 01).

Figura 04 - Fragmentação florestal no ano 2000.



Fonte: Autores (2023).

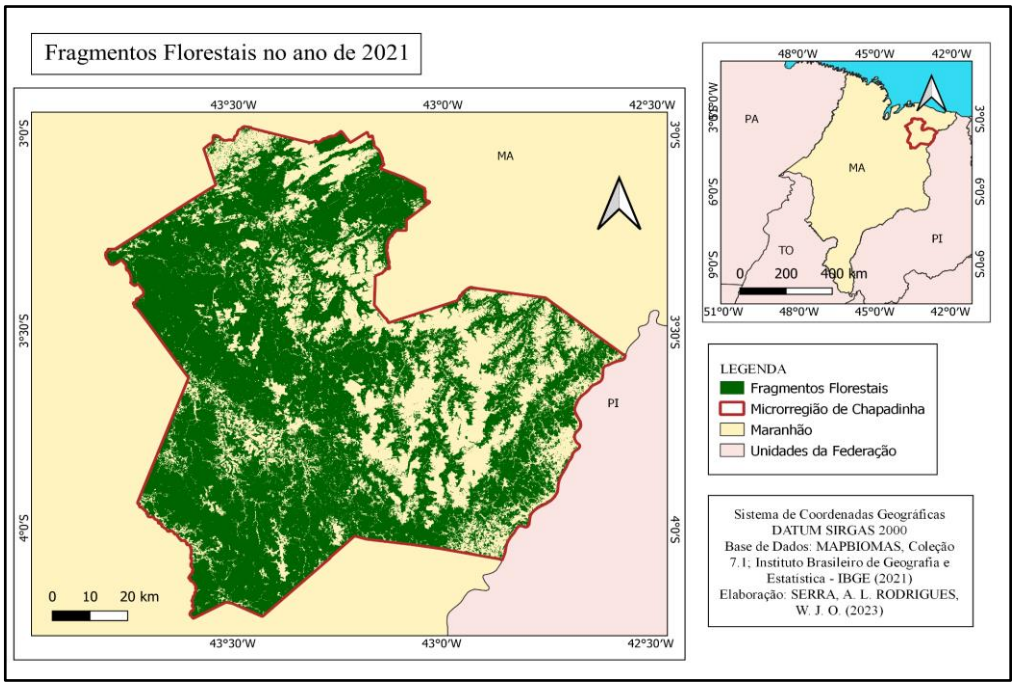
Tabela 01 - Métricas de Fragmentos em 2000

FRAGMENTOS FLORESTAIS EM 2000	
total de fragmentos	área dos maiores fragmentos
4717	68.299 ha
fragmentos com mais de 50 ha	3.343 ha
9	261 ha
fragmentos com menos de 50 ha	211 ha
4708	102 ha
média das áreas de todos os fragmentos	65 ha
15. 756 mil/ha	64,3 ha
área total dos fragmentos	64 ha
743.211 mil/ha	54 ha

Fonte: Autores (2023).

No ano de 2021, foram constatados cerca de 4011 fragmentos florestais, totalizando uma área de 712.736 mil hectares, uma diminuição de 706 fragmentos e consequentemente uma redução de 30.476 mil hectares (Figura 05). Nesse ano foram observados que apenas 8 fragmentos possuíam mais de 50 hectares, ao passo que 4709 se apresentaram com menos de 50 há. A média da área dos fragmentos foi de 17.769 mil (Tabela 02).

Figura 05: Fragmentação florestal no ano de 2021



Fonte: Autores (2023).

Tabela 02: Métricas de Fragmentos em 2021.

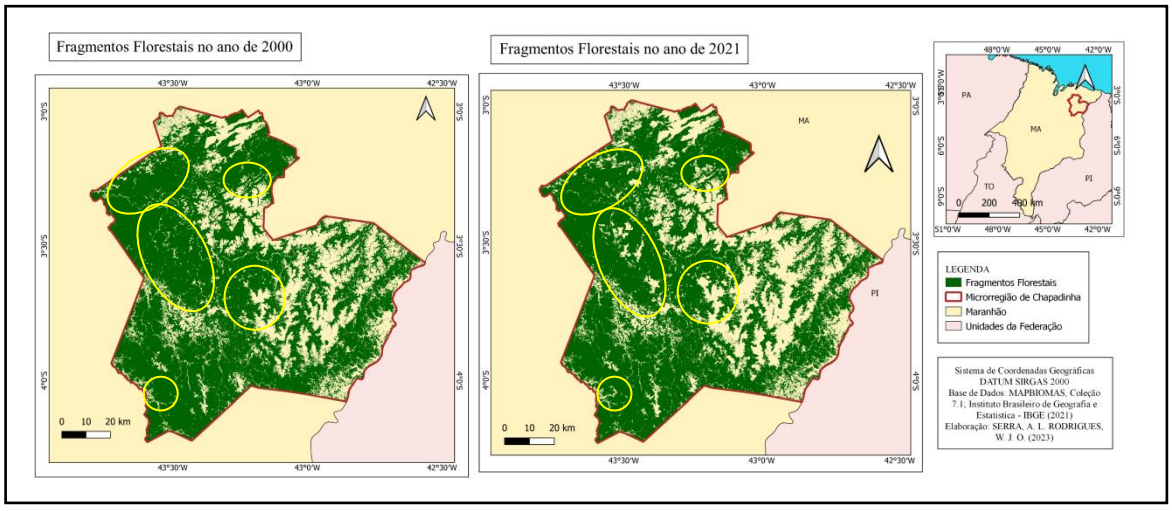
FRAGMENTOS FLORESTAIS EM 2021	
total de fragmentos	área dos maiores fragmentos
4011	65.839 ha
fragmentos com mais de 50 ha	1.838 ha
8	1.232 ha
fragmentos com menos de 50 ha	267 ha
4709	211 ha
média das áreas de todos os fragmentos	72 ha
17.769 mil/ha	67 ha
área total dos fragmentos	58 ha
712.736 mil/ha	x

Fonte: Autores (2023).

Os maiores fragmentos percebidos em 2021 equivalem 65.839 mil ha, 1.838 mil ha, 1.232 mil ha, 267 ha e 211 ha. A média da área de todos os fragmentos florestais de acordo com as estatísticas da paisagem obtidas pelo software Qgis, corresponde a cerca de 15.756 mil hectares em 2000 e cerca de 17.769 mil hectares em 2021.

Os fragmentos florestais ocupavam cerca de 72% do território no ano de 2000 enquanto que, em 2021 ocupava cerca 69 %, uma redução de cobertura florestal equivalente a 3%, podendo ser observada nos focos mais expressivos como consta no mapa a seguir (Figura 06).

Figura 06: Comparação da fragmentação florestal entre 2000 e 2021.



Fonte: Autores (2023).

A grande redução das formações florestais infere que a diversidade no uso do solo, principalmente para o manejo da agricultura intensiva promovida pelo agronegócio, reduziu

as formações vegetais nativas do cerrado, e consequentemente afetaram as condições de biodiversidade.

A existência de fragmentos menores e em larga quantidade na microrregião apresenta-se como elemento relevante na dinâmica dos fragmentos maiores, uma vez que funcionam como elemento de ligação entre os fragmentos maiores. Estes, por sua vez, funcionam como detentores dos maiores núcleos de biodiversidade e podem possibilitar a restauração e diversificação biológica dos fragmentos menores.

Vale ressaltar, que as condições de efeitos de borda, proximidade, conectividade e a forma poligonal dos fragmentos configuram a existência e interação da biodiversidade, estando submetida às interferências da matriz.

Considerações Finais

O aumento da produção agrícola, em principal da soja, no cerrado maranhense que ocorreu a partir da década de 1970, devido à chegada de agricultores provenientes de diversos estados, principalmente do sul do Brasil e impulsionado por políticas territoriais implementadas no Maranhão com o intuito de promover a modernização do espaço agrário que ocorria no país, explicitamente objetivando impulsionar a economia do estado, acabou resultando em uma devastação desordenada das áreas de Cerrado para o plantio de commodities agrícolas.

A partir disso, desenrolaram-se um cenário de devastação do bioma pelo Sul e Leste Maranhense, e sua consequente fragmentação na microrregião de Chapadinha, que presenciou a chegada do agronegócio em meados dos anos 2000 e tem, desde então, crescido como pólo produtor do estado ao mesmo tempo que segue em uma rápida perda da floresta nativa. A fragmentação do bioma se dá através isolamento de certas áreas de vegetação por um diferente uso do solo, afetando a distribuição, reprodução e locomoção, dentre outras, das espécies existentes no local, resultando na perda da biodiversidade.

A partir do cálculo da métrica de fragmentação da área é possível compreender o impacto das atividades humanas na biota da região, deixando claro esse cenário de desmatamento e sendo crucial para compreender a estrutura e a dinâmica dos fragmentos, bem como para auxiliar na conservação e gestão de ecossistemas fragmentados.

O número fragmentos de floresta na região assim como os seus tamanhos, segundo os dados obtidos, diminuíram entre os anos de 2000 e 2021, apresentando uma redução de 30.476 mil hectares, sendo que, em 2021, foram observados que apenas 8 fragmentos possuíam mais de 50 hectares ao passo que 4709 se apresentaram com menos de 50 hectares. Tais fragmentos, que chegaram a ocupar mais de 70% do território, atualmente contabilizam 69%. Desta forma, pode-se ver claramente o avanço dos outros usos do solo,

em principal aqueles voltados ao agronegócio, sobre as áreas de Cerrado, onde a vegetação nativa perde cada vez mais seu espaço, já fragmentado, para o plantio de commodities.

Referências

AGUIAR, Ana Paula Dutra de. Modelagem de mudança do uso da terra na Amazônia: Explorando a heterogeneidade intraregional. 2006. 182 f. Tese (Doutorado) - Curso de Sensoriamento Remoto, Inpe, São José dos Campo, 2006.

ALMEIDA, J. G.; SODRÉ, R. B.; MATTOS JÚNIOR, J. S. de. O MATOPIBA nas chapadas maranhenses: impactos da expansão do agronegócio na microrregião de chapadinha. Revista NERA,, n. 47, p. 248–271, 2019.

GOULART, A. A. PASSOS, E. NUCCI, J. Fragmentação da vegetação de Cerrado, entre os Anos de 1984 e 2011 no Parque Estadual do Cerrado (Jaguariaíva-PR) e em sua Zona de Amortecimento . Revista Brasileira de Geografia Física, v. 8, n. 03, p. 857-866, 2015.

BOTELHO, A. C.; PAULA A. M. A expansão da silvicultura: impactos socioambientais em territórios camponeses no leste maranhense. In: Anais do XXI Encontro Nacional de Geografia Agrária, 21. 2012, Uberlândia: UFU, 2012.

BOTEQUILHA-LEITÃO, A; GUIOMAR, N. Padrões de paisagem. In: CARVALHO-RIBEIRO, S; BOSCOLO, D; CIOCHETTI, G; FIRMINO, A; GUIOMAR, N. (coord.), Ecologia da Paisagem no contexto luso-brasileiro, Volume 1. Curitiba: Editora Appris, 2021. p. 81-110.

CASTRO, L. F. O papel da soja no desenvolvimento do agronegócio: análise do município de Balsas - MA. 2017. 35 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização em MBA em Gestão do Agronegócio). UFPR, Curitiba, 2017.

CARNEIRO, M. D. S.; VIEIRA, A. S.; BARROSO, A. S.; SILVA JUNIOR, A. F. (2008). A expansão e os impactos da soja no Maranhão. In: SCHLESINGER, S.; NUNES, S. P; CARNEIRO, M. S. (Orgs.). A agricultura familiar da soja na região sul e o monocultivo no Maranhão. Rio de Janeiro: Ed. FASE, v. 1, p. 77-147.

CORRÊA, B. S.; PASSAMANI, M.; MOURA, A. S. de. Avaliação do efeito borda na distribuição da avifauna em fragmentos florestais de Cerrado. Revista Agrogeoambiental, v. 3, n. 3, 2011.

GASPAR, R. B. O eldorado dos gaúchos: Deslocamento de agricultores do Sul do país e seu estabelecimento no Leste Maranhense. 2010. 151 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais com concentração em Antropologia) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2010.

GARCIA, J. M. et al. Uso de fotografias hemisféricas para avaliação da qualidade ambiental na Mata de Santa Genebra, Campinas - SP, Brasil. Ciência Florestal, Santa Maria, v. 28, n.1, p.175-190, jan/mar. 2018

HARRIS, L.D. The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity. Chicago: University of Chicago. 1984. 229 p.

PIRES, I., GOMES, JMOREIRA, L., VALE, S. Diagnóstico socioeconômico, produtivo e ambiental da microrregião de Chapadinha, Maranhão. Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia, 2021. Disponível em: https://ipam.org.br/bibliotecas/diagnostico-socioeconomico-produtivo-e-ambiental-da-microrregiao-de-chapadinha-maranhao/. Acesso em 9 jun. 2023.

RODRIGUES, P. J. F. P; NASCIMENTO, M. T. Fragmentação florestal: breves considerações teóricas sobre efeitos de borda. Revista Rodriguésia, v. 57, n. 1, p. 67 - 74, jan. 2006

SCHLINDWEIN, J. R; DURANTIL, R. R. CEMIN, G. FALCADE, I; AHLERT, S. Mapeamento do uso e cobertura do solo do município de Caxias do Sul (RS) através de imagens do satélite CBERS. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 2007, Florianópolis. 2007 p. 1103-1107.

SILVA, A. L.. Classificação De Fragmentos Florestais Urbanos Com Base Em Métricas De Paisagens. Revista Ciência Florestal, v. 29, n.3, p. 1254-1269, 2019

SILVA, M. S. F. da; SOUZA, R. M. e; Padrões Espaciais De Fragmentação Florestal Na Flona Do Ibura. Mercator, Fortaleza, v. 13, n. 3, p. 121-137, 2014.

NONATO, R.; COSTA, M.; ANDRADE, A. P. ARAÚJO, K. D. Cobertura vegetal e evolução do uso agrícola do solo da região de Chapadinha - MA. Revista Acta Tecnologia, v. 6, 2011.

VALENTE, R. O. A; VETTORAZZI, C. A. Análise da Estrutura da Paisagem na Bacia do Rio Corumbataí, SP. Scientia Forestalis, n. 62, p. 114-129, 2002.

VOLOTÃO, C. F. S. Trabalho De Análise Espacial Métricas Do Fragstats - Trabalho de Análise Espacial do Curso de Mestrado Do INPE. Ministério da Ciência e Tecnologia Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto. São José Dos Campos,1998.

Análise das transformações de uso e cobertura da terra na Reserva Biológica do Gurupi (MA), Brasil, entre os anos de 1985 a 2020

Analysis of land use and land cover transformations in the Gurupi Biological Reserve (MA), Brazil, between 1985 and 2020

Juciana da Conceição Birino de Souza
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
0000-0002-1674-3568
jucianasouza16@gmail.com

Swanni T. Alvarado
Universidad Nacional de Colombia
0000-0002-6416-0076
swanni_ta@yahoo.es

Silas Nogueira de Melo
Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
0000-0003-3363-5208
silasmelo@professor.uema.br

Marcos Vinicius Lima de Sousa
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
0000-0001-8480-2841
ahmarcos.vinicius@gmail.com

Resumo: Este trabalho trata sobre as transformações de uso e cobertura da terra na Reserva Biológica do Gurupi, que está localizada no estado do Maranhão. Contida dentro do bioma amazônico, a reserva tem sofrido com diversos problemas associados ao desmatamento, ocupação ilegal do território entre outros fatores, os quais auxiliam na mudança da cobertura da terra. O objetivo deste trabalho é analisar as mudanças ocorridas nos tipos de usos e cobertura da terra na Reserva Biológica do Gurupi, dentro da escala temporal de trinta e cinco anos, abrangendo os anos de 1985 a 2020. Segundo a análise quantitativa obtida com dados do MAPBIOMAS, a Pastagem aumentou 8,7% sobre a classe da Formação Florestal, onde os anos de 2000 a 2005, foi o período que mais houve áreas desmatadas (11,41%) e, 2015 a 2020 foi período de mais áreas regeneradas (12,23%). A pesquisa é relevante, pois pode de subsidiar futuras pesquisas socioambientais.

Palavras-chave: Desmatamento. Regeneração. Reflorestamento.

Abstract: This paper deals with the transformations of land use and land cover in the Gurupi Biological Reserve, which is located in the state of Maranhão. Contained within the Amazon biome, the reserve has suffered from several problems associated with deforestation, illegal occupation of the territory among other factors, which help in changing land cover. The objective of this work is to analyze the changes in the types of land use and land cover in the Gurupi Biological Reserve, within the time scale of thirty-five years, covering the years 1985 to 2020. According to the quantitative analysis obtained with MAPBIOMAS data, Pasture increased 8.7% over the Forest Formation class, where the years 2000 to 2005 were the period with the most deforested areas (11.41%) and 2015 to 2020 was the period with the most regenerated areas (12.23%). The research is relevant, as it can subsidize future socio-environmental research.

Keywords: Deforestation. Regeneration. Reforestation.

Introdução

Na Amazônia Maranhense, o desmatamento é relacionado a ocupação e uso desordenado da terra e dos recursos naturais, provocando perda da biodiversidade, erosão,

assoreamento dos rios, além de desenvolver prejuízos para o setor econômico (SANTOS, 2017). Em conjunto com o desmatamento, as queimadas causam diversos danos: elimina determinadas espécies sensíveis ao fogo; provoca a emissão de CO2 e outros gases; altera as condições químicas do solo e contribui para a proliferação de doenças pneumorespiratórias (ALVES E ALVARADO, 2019).

Tendo em vista esse cenário, torna-se evidente a importância de ambientes protegidos por lei que asseguram as florestas nativas, como é o caso da área de estudo desta pesquisa, a Reserva Biológica do Gurupi (REBIO), uma das 2.469 unidades de conservação distribuídas em todo território brasileiro (BRASIL, 2020). Coordenada pelo Instituto Chico Mendes (ICMBIO), a REBIO está dentro do Centro de Endemismo Belém – CEB, pioneiro nas frentes ocupacionais da região (PEREIRA e VIEIRA, 2019). Nos últimos anos, o centro tem perdido drasticamente os recursos florísticos e faunísticos por causa das atividades ligadas a extração de madeira, avanço da pecuária, expansão da produção de grãos, entre outros, gerando conflitos fundiários com a expulsão de grupos sociais que vivem na extensão das estradas (MESQUITA et al., 2019).

A reserva foi criada pelo Decreto de nº 95.614 de 12 de janeiro de 1988 e é assegurada pela Lei nº 9.985 de 18 de julho de 2000, que instaurou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, o qual afirma que a Reserva Biológica tem como objetivo a preservação integral da biota e os demais atributos naturais existentes em seus limites, sem nenhuma interferência humana direta ou com modificações ambientais (BRASIL, 2000). Contudo, apesar da reserva não permitir o uso direto, esta não é uma realidade das diversas reservas biológicas existentes no Brasil, dentre elas a do Gurupi a qual vem sofrendo historicamente de diversos problemas associados ao desmatamento, retirada ilegal de madeira, ocupação ilegal do território e etc (BRASIL, 2020).

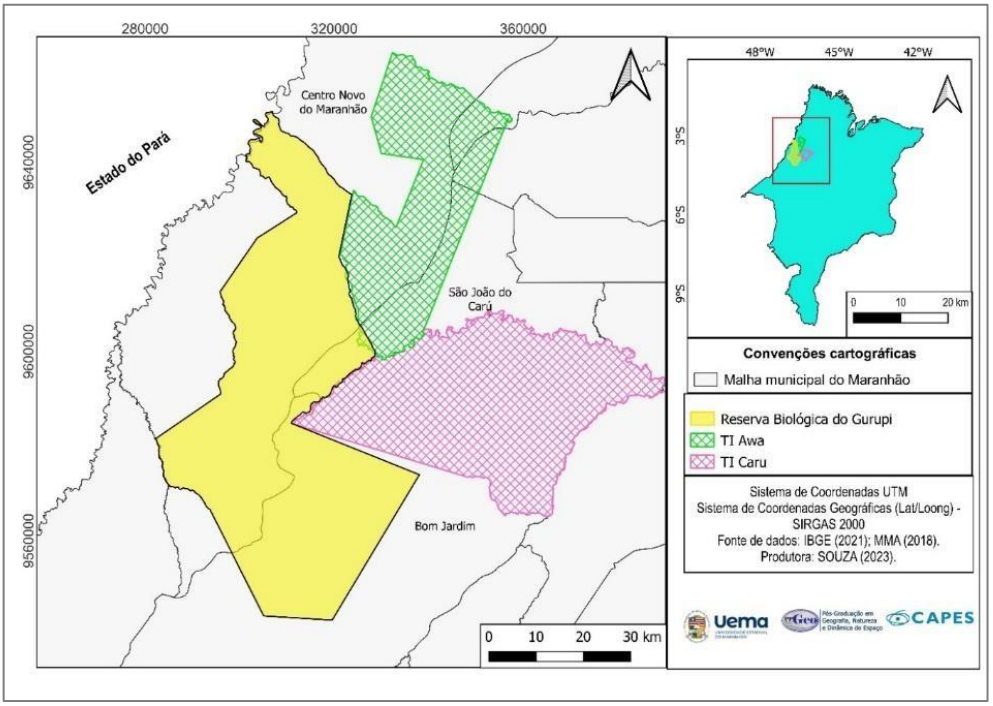
Neste sentido, objetiva-se com esse trabalho analisar as mudanças ocorridas nos tipos de usos e cobertura da terra na Reserva Biológica do Gurupi, dentro da escala temporal de trinta e cinco anos, abrangendo os anos de 1985 a 2020. Ademais, buscar-se-á discutir as as tipologias de uso e cobertura da terra presentes na reserva, analisando o comportamento das transformações, evidenciando as áreas de desmatamento, regeneração e reflorestamento dentro da reserva.

Esta pesquisa traz à luz dados atualizados da dinâmica de uso e cobertura em escala multitemporal de mais de trinta anos, sendo relevante para a comunidade científica ao expor o contexto em que se encontra a única Unidade de Proteção Integral da Amazônia Maranhense, servindo de subsídio para o aprimoramento de futuras pesquisas pautadas nas discussões socioambientais do país.

Caracterização socioambiental da área de estudo

De acordo com Celentano et al. (2018), a Reserva Biológica do Gurupi possui aproximadamente 2.711,82 km², estando situada na região Nordeste do Brasil, no estado do Maranhão, região ecótona entre os biomas Amazônia e Cerrado (ICMBIO, 2020). Abrange três municípios de diferentes extensões territoriais que são Centro Novo do Maranhão (59,08%), Bom Jardim (35,59%) e São João do Carú (5,33%) (SILVA et. al, 2020). Tem relação direta com três Terras Indígenas (TI's) justapostas próximas da reserva: TI Awa, TI Carú e TI Alto do Turiaçu, as quais desempenham papel fundamental para a REBIO, visto que são consideradas como um corredor ecológico para a região (DE OLIVEIRA HESSEL e LISBOA, 2015). A Figura 1 mostra a localização geográfica da Reserva Biológica do Gurupi juntamente com as terras indígenas adjacentes.

Figura 1 - Localização geográfica da Reserva Biológica do Gurupi.



Fonte: Os autores (2023).

Contida no Centro de Endemismo Belém-Pará, a Reserva Biológica do Gurupi possui características físicas de suma importância para a região. Desta forma, a REBIO é banhada por duas bacias, que é a do Rio Pindaré e do Rio Gurupi, respectivamente (LOUREIRO, 2019). Com um percurso de 400 km, a bacia hidrográfica do Rio Gurupi conflui com o rio Itinga que forma uma linha limítrofe entre os estados do Maranhão e do Pará, desaguando no Oceano Atlântico, na baía do Gurupi (LOUREIRO, 2019). A bacia do Rio Pindaré nasce próximo da

cidade de Montes Altos e Amarante do Maranhão, na serra do Gurupi, especificamente, na área indígena Krikati a cerca de 300 metros de altitude (ZEE, 2019).

Em relação aos aspectos climáticos, a Reserva Biológica do Gurupi apresenta características climáticas com altas temperaturas tanto no período chuvoso quanto o seco, típico do Tropical úmido, devido estar contida dentro da Floresta Amazônica. Os meses mais secos na REBIO vão de julho a setembro e o mais chuvoso de fevereiro a abril, apresentando temperaturas médias acima de 18ºC (BARROS e BARBOSA, 2015).

Em relação aos aspectos socioeconômicos da região, todos os três municípios que estão dentro da reserva vivem na linha da pobreza. Com aproximadamente 21.840 pessoas residindo em Centro Novo do Maranhão, cerca de 31,33% da população de Centro Novo reside na zona urbana e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza é de 54,50% e 40,05%, respectivamente (IBGE, 2020).

O município de Bom Jardim tem uma população de 41.822 habitantes (IBGE, 2021) e cerca de 42,05% da população reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município é de 52,88% e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza é de 40,65%.

A população atual de São João do Carú é estimada em 15.787 habitantes (IBGE, 2021). Cerca de 51,37% da população de São João do Carú reside na zona urbana, sendo que a incidência de pobreza no município e o percentual dos que estão abaixo do nível de pobreza é de 60,11% e 45,52% respetivamente. O IBGE (2020) mostra que todos os três municípios que circundam a REBIO possuem atividade econômica baseada nos setores da pecuária, o extrativismo vegetal, a lavoura permanente e a lavoura temporária.

Procedimentos metodológicos

Toda a pesquisa foi fundamentada na pesquisa exploratória de gabinete, onde realizou-se o levantamento literário em artigos e revistas científicos, livros, dissertações, teses, legislações, relatórios técnicos, entre outros, que contribuíram para as discussões propostas. Também se coletou dados de plataformas gratuitas disponibilizadas on-line para a geração e organização de uma base de dados derivados de sensores remotos para a confecção dos produtos de resultados (Mapas, tabelas, quadros e gráficos). Os formatos gráficos usados para composição dos mapas foi o matricial ou raster (GeoTIFF) e o Shapefile (SHP), processados nos softwares QGis versão 3.24 e no ArcMap 10.5. Os gráficos, quadros e tabelas foram produzidos no Excel e no Word.

As principais bases em SHP foram retiradas do Portal de Mapas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - IBGE (https://www.ibge.gov.br/) e do Ministério do Meio Ambiente e Mudanças Climáticas – MMA (https://www.gov.br/mma/pt-br). Esses dados foram

manipulados no QGis. Já os dados matriciais foram adquiridos do portal do Projeto MAPBIOMAS (https://mapbiomas.org/en/colecoes-mapbiomas-), da Coleção 7, de uso e cobertura da terra, dos anos de 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 e 2020.

Em análise quantitativa quinquenal, as verificações das transformações de uso e cobertura da terra ocorreram no ArcMap, versão 10.5. Nesse software, realizou-se a reclassificação dos rasters para gerar as seguintes categorias de transformação: “Desmatamento”, “Regeneração” e “Áreas Reflorestadas” para apontar áreas com transformação. Considerou-se para a classificação de Desmatamento, áreas que antes era Formação Florestal e, no ano seguinte viraram Pastagem; as áreas de Regeneração, a classe que era Pastagem e se tornaram Formação Florestal e, por fim, reflorestadas, que se destinam regiões que eram uso antrópico e depois tornaram-se Silvicultura.

A reclassificação foi realizada pelas operações das funções de álgebra de mapas, por meio da análise quantitativa de pixels por pares de anos. Para tanto, importou-se os rasters pareados (1985-1990, 1990-1995, 1995-2000, 2000-2005, 2005-2010, 2015-2020) no

software ArcMap, usando-se a ferramenta a Arctoolbox > Spatial Analyst Tool e, posteriormente, a função Local > Combine, com o objetivo de combinar as tabelas de cada década e produzir um novo campo com classificações que identificassem pixels de perda ou ganho de cobertura vegetal e uso. Após, reclassificou-se tais camadas pela ferramenta Spatial Analyst Tools> Reclass> Reclassyfy com o intento de unificá-las e diminuir a quantidade de classes para combinar com as tipologias.

Durante o cálculo de área das transformações, converteu-se a contagem de pixel de cada categoria em quilômetros quadrados (km²) multiplicando cada célula por 0,0009 (que é o fator de conversão da área de um 1 pixel em km². Os valores das porcentagens de cada classe foram obtidos por meio da divisão da área de cada uso ou cobertura em km² pela área total de usos e coberturas, multiplicando o resultado por 100. Por fim, organizou-se as tabelas para agrupar todas as porcentagens da série temporal e verificar as frequências de cada uso e cobertura, apontando as possíveis mudanças por meio do cálculo de diferença com pares de anos.

Resultados e discussões

Variação-multitemporal de uso e cobertura da terra na Reserva Biológica do Gurupi

O Manual Técnico de uso da terra do IBGE (2013), define o termo “uso” como todo tipo de utilização de uma determinada área, se referindo principalmente às zonas voltadas para as atividades econômicas, ou seja, que já passaram por alterações antrópicas que interagem com o espaço, sendo definida por escala pontual ou de conjunto dos fatos. Também define a cobertura da terra como zonas onde predominam determinadas características

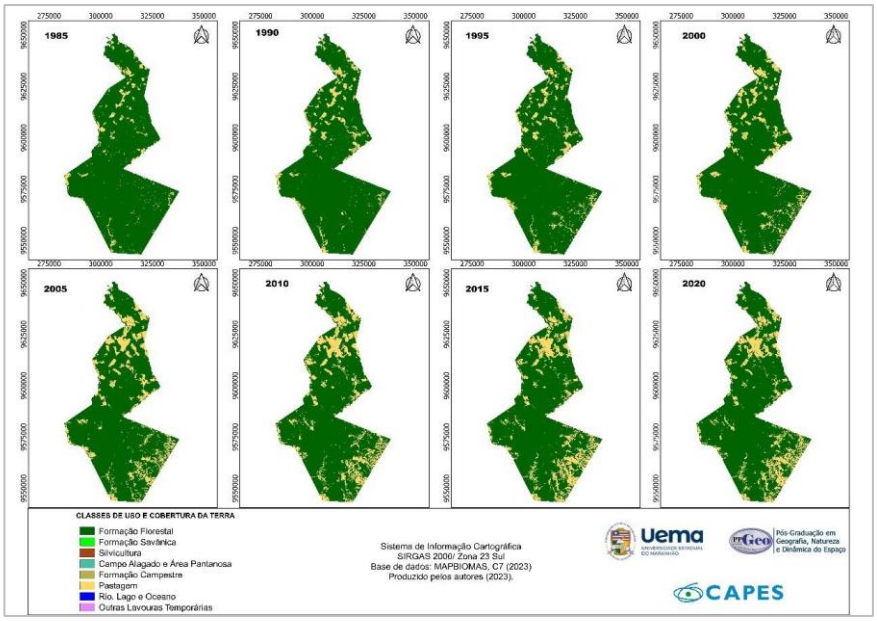
naturais, podendo ser construídas ou produzidas (IBGE, 2013), entendida como o "recobrimento da superfície terrestre por vegetação natural ou artificial bem como através das construções antrópicas" (SANTOS e PIROLI, 2015, p. 1391).

A adoção da linguagem gráfica favoreceu a transformação das informações teóricas em representações cartográficas que, ao serem processadas em Sistemas de Informação Geográfica (SIG), mostram informações sensoriais com inúmeros dados espaciais (OLIVEIRA et al., 2018). O processamento de dados e confecção de produtos cartográficos são úteis para o planejamento socioambiental, explicitando falhas do gerenciamento público ao que tange a preservação da biodiversidade (SOUZA, 2015).

Com base nisso, o MAPBIOMAS apontou que, entre os anos de 1985 a 2020, as classes de maiores alterações foram a Formação Florestal e a Pastagem. A floresta diminuiu cerca de 8,29% nesse período de 35 anos, sendo a maior redução ocorreu entre os anos de 2000 a 2005 (5,39%), já a Pastagem aumentou 8,7% nesse mesmo intervalo de 35 anos, com maiores índices ocorridos também entre os anos de 2000 a 2005 (4,89%). Observa-se que as maiores alterações ocorreram na porção Norte em direção ao centro e mais ao sul, a oeste da reserva, nos municípios de Centro Novo e Bom Jardim, respetivamente.

As áreas florestais voltam a superar a variação da Pastagem entre os anos de 2010 a 2020, oscilando positivamente entre 0,5% a 4%, enquanto as áreas de Pastagem reduziram no mesmo ano com percentuais negativos que variaram entre 0,39% a 4%. As outras classes tiveram variações acima de 1% entre a escala de 35 anos, como mostra a Figura 2 e a Tabela 1.

Figura 2 - Espacialização dos usos e da cobertura da terra na Reserva Biológica do Gurupi de 1985 a 2020.



Fonte: Os autores (2023).

Tabela 1 - Área e porcentagem das classes de uso e cobertura da terra na Reserva Biológica do Gurupi entre 1985 a 2020.

CLASSE/ANO	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Formação florestal	2583,4 (94,43%)	2512,9 (91,85%)	2468,8 (90,24%)	2421,7 (88,52%)	2287,4 (83,61%)	2229,8 (81,50%)	2241,2 (81,92%)	2345 (85,71%)
Formação savânica	0,1854 (0,01%)	1,7 (0,06%)	1,1 (0,04%)	0,02 (0%)	0,0099 (0%)	0,01 (0%)	0,01 (0%)	0,2 (0,01%)
Campo alagado e área pantanosa	2,9 (0,11%)	3,2 (0,12%)	3,4 (0,13%)	0,4 (0,02%)	1,1 (0,04%)	1,2 (0,05%)	0,4 (0,02%)	1,09 (0,04%)
Formação campestre	0,0045 (0%)	0,01 (0%)	0,0054 (0%)	0,01 (0%)	0,01(0%)	0,01 (0%)	0,0072 (0%0	0,0027 (0%)
Pastagem	149,2 (5,45%)	217,9 (7,97%)	261,3 (9,55%)	311,9 (11,40%)	445,5 (16,29%)	503 (18,39%)	491,9 (17,98%)	387 (14,15%)
Rios, lagos e oceanos	0,0054 (0%)	0,01 (0%)	1,1 (0,04%	1,6101 (0,06%)	1,5 (0,06%)	1,6 (0%)	1,4 (0,05%)	1,5 (0,06%)
Silvicultura	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	0,0072 (0%)	0,0072 (0%)	0,0072 (0%)	0,0072 (0%
Outras lavouras temporárias	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	0,0081 (0%)	0,1 (0%)	0,7 (0,3%)	0,8676 (0%)

Fonte: Os autores (2023).

Análise das transformações de uso e cobertura da terra na Reserva Biológica do Gurupi

A Reserva Biológica do Gurupi tem passado por intensas transformações na cobertura vegetal. Essas transformações estão associadas ao desmatamento e reflorestamento, regeneração os quais são termos bastantes relacionados. Em conformidade com Santos et. al (2017, p. 159), o desmatamento é a retirada da cobertura vegetal que "geralmente, está ligado a uma ocupação e uso desordenados do solo e dos recursos naturais", ocasionando perdas da biodiversidade vegetal e animal, erosibilidade, empobrecimento do solo, assoreamento dos rios e mudanças microclimáticas regionais como a diminuição de regimes de chuvas e aumento do período de estiagem devido as alterações do ciclo hídrico.

Para reverter essa situação, a própria natureza e os mecanismos humanos criam maneiras de recuperar esses danos ocasionados pelo desmatamento, por meio da regeneração natural, restauração, reabilitação e reflorestamento (AGROICONE, 2020). Neste trabalho, abordou-se somente os termos de regeneração e reflorestamento durante as análises de uso e cobertura. Desta forma, conceitua-se:

- Regeneração natural – é quando a vegetação, após passar por alguma perturbação ambiental, como por exemplo, a queima ou o desmatamento, logo em seguida, a vegetação se recupera voltando a um estado próximo ao

inicial antes da perturbação. De acordo com o Museu Paraense Emílio Goeldi (2019), apesar da regeneração desses ambientes serem naturais, levam muito tempo até recuperar a biomassa e um pequeno percentual das matas nativas, evidenciando a relevância da manutenção das florestas naturais.

- Reflorestamento: é uma outra alternativa, uma vez que é baseada no plantio intencional de árvores de grandes escalas como forma de recuperar o sequestro e estoque de carbono, diminuir a erosão do solo e do aumento de inundações, além de ser uma forma de recompensar as emissões de gases de efeito estufa provocado pela sociedade (FAPESP, 2021).

No Maranhão, o reflorestamento se dá por meio da plantação Eucalipto para a extração de celulose usado na confecção de papel. Apesar do processo ser eficaz na no sequestro de carbono e na redução da erosão do solo, prejudica espécie nativas locais, gerando perda da de diversidade, uma vez que se trata de monoculturas que acidificam os solos e impedem que outras espécies se desenvolvam (DE VECHI e JÚNIOR, 2018).

Desta forma, segundo a análise obtida pela reclassificação, na Reserva Biológica do Gurupi, 90,58% mantiveram-se pertencendo a classe da Formação Florestal 1985 a 1990. As áreas que continuaram a ser Pastagem representaram no último ano 4,19%, presentes maioritariamente em Centro novo, em conjunto das áreas que foram regeneradas que, de um ano para outro apresentaram um quantitativo de 1,27%, localizadas também no município de Bom Jardim. Observa-se que o desmatamento ficou com cerca de 3,84% concentrando-se, principalmente, no norte da reserva, no município de Centro Novo e São João do Carú. As outras classes permaneceram com áreas abaixo de 1%. O mesmo vale para os anos de 1990 a 1995, sem modificação nos valores.

No ano de 1995 ao ano de 2000, 85,93% da REBIO continuou na classe da Formação Florestal, tendo uma redução a respeito do período anterior. Cerca de 6,66% da área foi destinada à Pastagem, que estavam situadas próximas as áreas que estavam sendo desmatadas, com acúmulo de 5,67% espalhada na REBIO, enquanto as áreas Regeneradas subiram para 1,71%. A área mais ao norte tem grande dispersão da Pastagem e da Formação savânica, percebendo que o desmate nessa escala já se expande no município de Bom Jardim principalmente na borda da reserva onde se concentra os assentamentos, além de incidência também das áreas regeneradas nesse local e no município de São João do Carú. As outras classes ficaram com áreas abaixo de 1%.

De 2000 a 2005, inferiu-se que 11,41% das áreas desmatadas aumentaram dentro da reserva, localizadas próximas às zonas de Pastagem no norte da REBIO, em Centro Novo do Maranhão e no centro de São João do Carú. Em Bom Jardim, essas áreas foram ocupadas principalmente em áreas que antigamente era floresta. Observa-se também um gradual

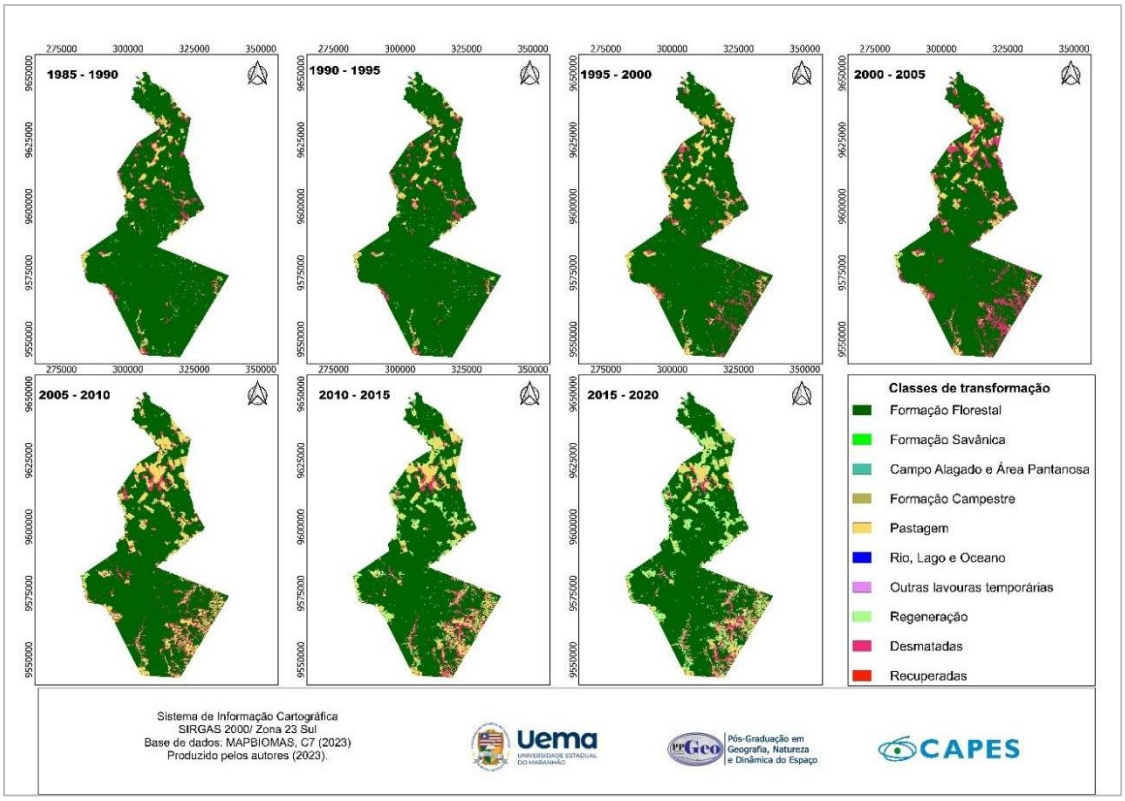
espaçamento das áreas de regeneração ao lado mais a oeste de Centro Novo do Maranhão. Áreas que permaneceram na classe de Formação Florestal acumularam no último ano 81,53% e áreas de Pastagem e áreas regeneradas com aproximadamente 0,77%. As outras classes continuaram com áreas abaixo de 1%.

No ano 2005 de 2010, observa-se uma redução da concentração das áreas desmatadas, principalmente no município de Bom Jardim e Centro Novo do Maranhão. A Pastagem concentrou-se de forma mais evidente no município de Bom Jardim, no município de São João do Carú, que vão ser as classes mais evidentes. As novas áreas desmatadas estavam localizadas próximas das bordas dos limites das áreas de pastagem no município de Centro Novo do Maranhão. Já no centro da reserva, o desmatamento é mais evidente com porcentagem de 6,94% e, novas áreas as áreas regeneradas, representaram cerca de 1,49%. Lugares transformados em Pastagem somaram cerca 14,20% e 75,16% continuaram sendo Formação Florestal.

Entre os anos de 2010 a 2015, houve uma continuidade de áreas que reduziram para Formação Floresta, ocupando aproximadamente 75,16% na área e sua espacialização foi mais acumulada no centro da reserva. Observou-se também o aumento de áreas destinadas a pastagem, que neste intervalo era de 11,86%, concentradas mais ao norte, em Bom Jardim, Centro Novo do Maranhão e no centro de São João do Carú. Pela primeira vez, o percentual de áreas destinadas ao desmatamento vai ser inferior as áreas regeneradas, que juntas tiveram valores iguais de 6,13%. A classificação apontou para um novo cenário com o surgimento das classes de Silvicultura, agrupada em Áreas Reflorestadas, mas de forma não tão expressiva que não foram levadas em consideração. As outras classes preservaram-se com áreas abaixo de 1%.

No ano de 2015 a 2020, nota-se que as áreas que foram transformadas de Formação Florestal para Pastagem em anos anteriores, foram regeneradas ou estão passando pelo processo de regeneração ao norte do Centro Novo do Maranhão e ao centro de São João do Carú. Essa dinâmica é evidente a oeste da Reserva Biológica do Gurupi. Cerca de 4,99% das áreas que foram desmatadas vão se concentrar, majoritariamente, na borda do município de Bom Jardim e, áreas reflorestadas, formadas pela classe de Silvicultura localizaram-se no limite da borda da reserva, contudo com um quantitativo menos intimista, abaixo de 1%. As regiões transformadas em Pastagem acumularam no último ano 8,56%, mas não superou a classe da Formação Florestal, que com 74,08%, conservou a ser a classe de maior predominância dentro da reserva. As outras classes conservaram-se com áreas abaixo de 1%. A Figura 3 apresenta as transformações ocorridas na REBIO nos 35 anos.

Figura 3 - Transformação dos usos e da cobertura da terra na Reserva Biológica do Gurupi de 1985 a 2020.



Fonte: Os autores (2023).

Em suma, os anos entre os de 2000 a 2005 foi o período que mais houve áreas desmatadas com 312,1 km² de área da REBIO, representando 11,41%. Em contrapartida, as áreas regeneradas apresentaram maior expressividade entre o intervalo de 2015 a 2020, cerca de 334,6 km² de área (12,23%). O cenário inverso apresenta menores valores entre os anos de 1985 a 1990 para as áreas desmatadas que ocupam 104,9 km² (3,84%) e regeneradas entre 2000 a 2005, com 21 km² (0,77%).

Verifica-se que as áreas desmatadas e regeneradas se localizam próximas de pastagem, ao norte da reserva e na porção oeste, nos municípios de Centro Novo e Bom Jardim. Já as áreas reflorestadas pela Silvicultura surgem na reserva no intervalo de 2015 a 2020, mas, juntamente com as outras classes, representaram índices abaixo de 1%, com exceção da Formação Florestal e a pastagem que continuam sendo classes predominantes em todos os anos, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Área e porcentagem das classes de transformação de uso e cobertura da terra na Reserva Biológica do Gurupi entre 1985 a 2020.

CLASSE/ANO	1985-1990	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020
Formação florestal	2478,2 (90,58%)	2478,1 (90,58%)	2350,8 (85,93%)	2230,4 (81,53%)	2115,8 (77,34%)	2056,2 (75,16%)	2026,6 (74,08%)
Formação savânica	0,0972 (0%)	0,0972 (0%)	0,0972 (0%)	0,0972 (0%)	0,0972 (0%)	0,0972 (0%)	0,2 (0,01%)
Campo alagado e área pantanosa	3,1 (0,12%)	3,1 (0,12%)	0,1 (0,01%)	0,1 (0,01%)	0,1 (0,01%)	0,1 (0,01%)	1,2 (0,05%)
Formação campestre	0,0045 (0%)	0,0045 (0%)	0,0045 (0%)	0,0045 (0%)	0,0045 (0%)	0,0045 (0%)	0,0045 (0%)
Pastagem	114,7 (4,19%)	114,7(4,19%)	182,3 (6,66%)	171,2 (6,26%)	388,4 (14,20%)	324,4 (11,86%)	234 (8,56%)
Rios, lagos e oceanos	0,0054 (0%)	0,0054 (0%)	0,6 (0,02%)	0,6 (0,02%)	0,6228 (0,02%)	0,6 (0,02%)	0,9 (0,04%)
Outras lavouras temporárias	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	0,6 (0,02%)	0,5 (0,02%)
Silvicultura	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	0,0945 (0%)
Regeneração	34,7 (1,27%)	34,7 (1,27%)	46,6 (1,71%)	21 (0,77%)	40,8 (1,49%)	185,7 (6,79%)	334,6 (12,23%)
Desmatamento	104,9 (3,84%)	104,9 (3,84%)	155 (5,67%)	312,1 (11,41%)	189,7 (6,94%)	167,6 (6,13%)	136,6 (4,99%)
Áreas reflorestadas	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	Sem dado	0,6 (0,02%)

Fonte: Os autores (2023).

Conforme esses dados, observou-se que as alterações na cobertura da terra na REBIO é reflexo da intensa exploração que ocorreu na Amazônia Oriental (MIRANDA, 2017), entre os anos de 1966 a 1985. A época coincidiu com o esgotamento madeireiro nas regiões Sul e Sudeste, impulsionando assim a expansão agro-silvo-pastoril (MOURA et al., 2011). Como a região amazonense era de difícil acesso até meados da década de 70, a nova frente madeireira promoveu uma ágil derrubada da cobertura florestal nativa com a abertura da rodovia Belém-Brasília (BR-010) e a 222 (MIRANDA et al., 2017). Assim, as porções oeste e sudoeste do estado foram os principais alvos e os munícipios de Açailândia, Imperatriz e Buriticupu são tidos como os pioneiros por receberem atividades econômicas que aumentaram o número de habitantes e dos conflitos de terras (MOURA, 2011).

Até o final da década de 1970 ocorreu a colonização agrícola de pequenos agricultores, os quais, atualmente, concentram-se mais ao sul da REBIO, juntamente com assentamentos rurais (KOHLHEPP, 2002). Na década de 1980 até o ano de 2010, o norte da REBIO passou pela degradação e corte seletivo, fator este atrelado a concentração fundiária pelos pecuaristas e empresas madeireiras (MOURA et al., 2011), declinando assim a cobertura florestal em contrapartida ao aumento da Pastagem, como é possível observar na análise do primeiro quinquênio (1985-1990). Observando os dados entre os anos de 1990 aos

anos 2000, as áreas da Formação Florestal tiveram menor percentuais de redução e a Pastagem freou seu crescimento. Uma explicação para este fator pode ser que nesses anos, o país avançou na criação de políticas e projetos ambientais federais e estaduais pautados em legislações que são de referência mundial (SOUSA et al., 2017)).

Conforme citam Miranda et al. (2017), a preocupação com o futuro das florestas brasileiras se tornou um alerta e permitiu o surgimento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC no ano de 2000; o Programa Piloto Internacional para Conservação das Florestas Tropicais Brasileiras (PPG-7), em 2004; o Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM) em 2011. Ademais, Sousa et al. (2023) acrescentam a importância do próprio Plano de Manejo da reserva no ano de 1999, o Programa de Áreas Protegidas da Amazônia (ARPA) em 2002 e o Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento – PPCD de 2011.

Nos anos de 2000 a 2005, a Florestal volta bater recorde de desmatamento em confluência com o grande aumento da Pastagem. Citando Moura et al. (2011), nesse período, reascenderam outros elementos: a ausência de fiscalização e regulamentação fundiária dos novos assentados. Inúmeros trabalhadores oriundos de outras regiões foram transportados para dentro da reserva para trabalharem na extração de madeira e lenha para agenciadores, em troca de um pedaço de terra na área. Desenvolveu-se, assim, inúmeros assentamentos e vilas regularizados e não-regularizados, reduzindo as áreas florestadas.

A variação de pixels abaixo de 1% em todos os anos para as classes de Silvicultura, nos últimos vinte anos, evidencia uma nova dinâmica na área, na qual, aponta-se para a abertura de áreas para introdução de culturas ligadas na plantação de Eucalipto. Desta forma, carece-se de mais estudos baseados na introdução da Silvicultura e de seus respectivos impactos para a REBIO do Gurupi.

Considerações Finais

A REBIO do Gurupi é o último remanescente florestal do bioma amazônico, todavia, tem passado por impactos ambientais que foram acelerados com os projetos de desenvolvimento socioeconômico e de ocupação na porção oeste maranhense, segundo mostrou os dados do MAPBIOMAS, Coleção 7, e explanou os autores abordados. A exploração madeireira, instalação de fazendas e aumento de assentamentos desregulados são um dos fatores que tem reduzido a cobertura florestal e convergindo para outras formas de usos como a pastagem. Percebeu-se que a área ainda carece de mais estudos para compreender tamanha complexidade e este trabalho buscou contribuir para as análises sobre a temática.

Agradecimentos

Agradeço a Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço – PPGEO. Além destes, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP pelos apoios financeiros prestados para que esta pesquisa ocorra.

Referências

AGROICONE. Os indicadores de resultado na restauração da vegetação nativa [livro eletrônico] / [coordenação Rodrigo Lima]. -- São Paulo: Agroicone, 2020.

ALVES, Daniel Borini; ALVARADO, Swanni Tatiana. Variação espaço- temporal da ocorrência do fogo nos biomas brasileiros com base na análise de produtos de sensoriamento remoto. Geografia, v. 44, n. 2, p. 321-345, 2019.

BARROS, Rosangela Alves; BARBOSA, Ronaldo dos Santos. Unidades de conservação: um estudo sobre os impactos ambientais resultantes da extração de madeira na reserva biológica do Gurupi-MA. Inter Espaço, Grajaú, v. 1, n. 2, p. 270-292, dez. 2015. Semestral. Disponível em: http://www.periodicoseletronicos.ufma.br/ index.php/interespaco/article/view/4043. Acesso em: 28 de set. 2020.

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002. Sistema Nacional de Unidade de Conservação da Natureza – SNUC: 3. ed. aum. Brasília: MMA/SBF, 2003.52p.

BRASIL. Mosaico Gurupi aciona Conselho para tratar da lei de zoneamento. Agência Museu Goeldi [s.l], 2020. Disponível em: https://www.museu-goeldi.br/noticias/mosaico- gurupi-aciona-conselho-para-tratar-da-lei-de-zoneamento. Acesso em: 20 de jan. 2021.

CELENTANO, Danielle; ROUSSEAU, Guilherme X; MUNIZ, Francisca Helena; VARGA, István van Deursen; MARTINEZ, Carlos; CARNEIRO, Marcelo Sampaio; MIRANDA, Magda VC; BARROS, Márcia NR; FREITAS, Luciana; NARVAES, Igor da Silva; ADAMI, Marcos; GOMES, Alessandra Rodrigues; RODRIGUES, Jane C; MARTINS, Marlúcia B. Towards zero deforestation and forest restoration in the Amazon region of Maranhão state, Brazil. Land use policy, v. 68, p. 692-698, 2017.

DE OLIVEIRA HESSEL, Fabiana; LISBOA, Evane Alves. Mapa do estado de conservação da Reserva Biológica do Gurupi: identificação das áreas conservadas e das áreas antropizadas. Rio Grande do Sul - Brasil. Anais XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, João Pessoa-PB, Brasil, v. 25, 2015.

DE VECHI, Anderson; JÚNIOR, Carlos Alberto De Oliveira Magalhães. Aspectos positivos e negativos da cultura do eucalipto e os efeitos ambientais do seu cultivo. Revista Valore, v. 3, n. 1, p. 495-507, 2018.

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO (FAPESP). Estudo elenca dez regras de ouro para o reflorestamento, 2021. Disponível em: https://agencia.fapesp.br/estudo-elenca-dez-regras-de-ouro-para-o-reflorestamento/35680/. Acesso em: 08 de nov. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2020. Centro Novo do Maranhão. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/centro-novo-do- maranhao>. Acesso em 15 de jan. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Manual Técnico de Uso da Terra. Rio de Janeiro, 2013, Ed 3. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv81615.pdf. Acesso em: 08 de set. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Unidades de conservação. Portal Brasileiro de dados abertos, 2021. Disponível em: https://dados.gov.br/dataset/unidadesdeconservacao. Acesso em: 07 de ago. 2021.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). REBIO do Gurupi, 2020. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/unidadesdeconservacao/biomasbrasileiros/amazonia/unidades-de-conservacao-amazonia/1998-rebio-do-gurupi. Acesso em 10 de fev. 2021.

KOHLHEPP, Gerd. Conflitos de interesse no ordenamento territorial da Amazônia brasileira. Estudos Avançados, São Paulo, v.16, n.45, p.37-61, 2002.

LOUREIRO, Renan Xavier Nascimento. Gurupi. 2019. Disponível em: https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/gurupi. Acesso em: 12 de jun. 2023.

MESQUITA, Beto; COUTINHO, Bruno, NAMIKAWA, Ivone; PEREIRA, Marcelo; ARMELIN, Mauro; Dias, Tulio. Diálogo do Uso do Solo - Centro de Endemismo Belém (CEB) Resumo dos Co-Líderes, 2019. Disponível em: https://dialogoflorestal.org.br/wpcontent/uploads/2020/03/Cochairs_Summary_Final_PT.pdf. Acesso em: 12 de mar. 2021.

MIRANDA, Magda Valéria Corrêa; NARVAES, Igor da Silva; SOUZA, Arlesson Antonio de Almeida; DIAS, Emily Regina Siqueira; FEITOSA, Jeremias Vitório Pinto; QUADROS, Camila Barata; DIAS, Mírian Corrêa; MORAES, Douglas Rafael Vidal de; SOUZA, Jefferson Jesus de; SANTOS, Laís Freitas Moreira dos; LUZ, Nelton Cavalcante da; ARRAES, Ronise Rafaelle Mendonça; DIAS, Roberto Wilson Oliveira; DINIZ, Cesar Guerreiro; ADAMI, Marcos; GOMES, Alessandra Rodrigues. Análise temporal das alterações na cobertura florestal na REBIO do Gurupi (Maranhão) utilizando dados do DETER– B de 2012 a 2015. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto – SBSR. INPE, 2017.

MOURA, Walter Cabral de; FUKUDA, Juliana Cristina; LISBOA, Evane Alves; GOMES, Beatriz Nascimento; OLIVEIRA, Sérgio Lisboa; SANTOS, Marluze Pastor; CARVALHO, Adriana Soares de; MARTINS, Marlúcia Bonifacio. A Reserva Biológica do Gurupi como instrumento de conservação da natureza na Amazônia Oriental. In MARTINS, M. B. OLIVEIRA, T. G. de. Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação. Belém: MPEG, 2011. 328 p.: il.

MUSEU PARAENSE EMÍLIO GOELDI. A força e as limitações das florestas secundárias, 2019. Disponível em: https://www.museu-goeldi.br/a-forca-e-as-limitacoes-das-florestas-secundarias. Acesso em: 19 de mai. 2021.

OLIVEIRA, Fabrícia Brenda de; MARQUE, Robson de Abreu; CANDOTTI, Calvin da Silva; DUARTE, Eduardo Baudson. Geotecnologias e suas aplicações, v.1., Espírito Santo: CAUFES, 2018.

PEREIRA, Fabiana da Silva; VIEIRA, Ima Célia Guimarães. Transformação antrópica na bacia do rio Gurupi, Amazônia oriental. Sustentabilidade em Debate, [S. l.], v. 10, n. 3, pág. 212–

235, 2019. Disponível em: https://periodicos.unb.br/index.php/sust/article/view/23799. Acesso em: 10 de dez. 2021.

SANTOS, Éder Pereira dos; PIROLI, Edson Luís. Detecção de mudanças no uso e cobertura da terra utilizando Modelador de Mudança de Terra: o caso da bacia hidrográfica do Ribeirão do Rebojo, Pontal do Paranapanema, SP, Brasil. 2015.

SANTOS, Thiago; FILHO, Valdir Soares de Andrade; ROCHA, Vinícius Machado; MENEZES, Janaina de Souza. Os impactos do desmatamento e queimadas de origem antrópica sobre o clima da Amazônia brasileira: um estudo de revisão. Revista Geográfica Acadêmica, v. 11, n. 2, p. 157-181, 2017.

SILVA, Wagner Ribeiro da; FERREIRA, Alessandro Wagner Coelho; ILKIU-BORGES, Anna Luiza; FERNANDES, Rozijane S. Ferns and lycophytes of remnants in Amazônia Maranhense, Brazil. Biota Neotropica [online]. 2020, v. 20, n. 3. Disponível em: https://doi.org/10.1590/1676-0611-BN-2020-0972. Acesso em: 15 de jan. 2021.

SOUSA, Marcos Vinicius Lima de; SOUZA, Juciana da Conceição Birino de; MELO, Silas Nogueira de; ALVARADO, Swanni T. Diretrizes ambientais para a criação de políticas públicas em áreas protegidas: uma análise temporal das legislações que monitoram a Reserva Biológica do Gurupi (MA). Coletânea da Conferência da Terra. 1ª. Ed - Ituiutaba, Minas Gerais: Editora Barlavento, 2023. p. 486-499.

SOUZA, Valéria Nogueira de. Aplicações de sistemas de informação geográfica (SIG) ao meio rural. 2015. 33 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2015.

ZONEAMENTO ECOLÓGICO-ECONÔMICO DO ESTADO DO MARANHÃO - ZEE – MA Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão - etapa bioma amazônico, 2019. Disponível em: http://www.zee.ma.gov.br/src/upload/docs/sumarioexecutivocompletobioma.pdf&gtAcesso em: 15 de nov. 2020.

Identificação dos Impactos ambientais no Parque Natural Municipal Serra da Borborema (PNMSB), Campina Grande – PB

Identification of Environmental Impacts in the Serra da Borborema Municipal Natural Park (PNMSB), Campina Grande - PB

Elias dos Santos Silva
Universidade Estadual da Paraíba
Orcid: 0000-0002-2288-5490
elias.silva@aluno.uepb.edu.br

Joyce Carla Pereira Gomes
Universidade Estadual da Paraíba
Orcid: 0009-0007-6967-8353
joyce.gomes@aluno.uepb.edu.br

Rafael Albuquerque Xavier
Universidade Estadual da Paraíba
Orcid: 0000-0002-1737-7547
rafaelxavier@servidor.uepb.edu.br

Valéria Raquel Porto de Lima
Universidade Estadual da Paraíba
Orcid: 0000-0001-7744-3502
valeriaraquelportodelima@servidor.uepb.edu.br

Márcio Balbino Cavalcante
Universidade Federal da Paraíba
Orcid: 0000-0002-6144-4399
marciobalbino@academico.ufpb.br

Resumo: Esta pesquisa objetiva identificar e analisar os impactos ambientais no Parque Natural Municipal Serra da Borborema. O Parque Municipal Serra da Borborema, localizado no município de Campina Grande – Paraíba, outrora, foi o Parque do Poeta, uma Unidade de Conservação de proteção integral, desafetada por um Decreto Estadual em 2020 e recriada pelo município no mesmo ano com menor extensão territorial. A Unidade de Conservação presta diferentes serviços ecossistêmicos para a Campina Grande, como afloramentos rochosos, rede hídrica e flora que apresenta aspectos de uma zona ecotonal, abrigando espécies mistas dos biomas da Mata Atlântica e da Caatinga, com fitofisionomias próprias. Essa área, nas últimas décadas, está sendo afetada com fortes impactos ambientais, mesmo sendo uma área legalmente protegida. Por isso, a pesquisa usou a metodologia de Check-List proposto por Sánches (2013) para identificar e enumerar os impactos encontrado na Unidade de Conservação. Conclui-se que a falta de legislação e regras de acesso ao local favorece a degradação ambiental e os diferentes impactos a biodiversidade local.
Palavras-chave: Impacto ambiental; Ações antrópicas; Unidades de Conservação; Área de Proteção.

Abstract: This research aims to identify and analyze the environmental impacts on the Serra da Borborema Municipal Natural Park. The Serra da Borborema Municipal Park, located in the municipality of Campina Grande - Paraíba, was once the Poet's Park, an integral protection Conservation Unit, deprived by a State Decree in 2020 and recreated by the municipality in the same year with a smaller territorial extension. The Conservation Unit provides different ecosystem services for Campina Grande, such as rocky outcrops, water network and flora that presents aspects of an ecotonal zone, harboring mixed species from the Atlantic Forest and Caatinga biomes, with their own phytophysiognomies. This area, in recent decades, is being affected with strong environmental impacts, even though it is a legally protected area. Therefore, the research used the Check-List methodology proposed by Sánches (2013) to identify and enumerate the impacts found in the Unit Conservation. It is concluded that the lack of legislation and rules of access to the site favors environmental degradation and the different impacts on local biodiversity.
Keywords: Environmental impact; Anthropic actions; Conservation units; Protection area.

Introdução

No Brasil a resolução CONAMA n° 001 de janeiro de 1986 determina que impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas (BRASIL, 1986). Tais alterações podem gerar como consequências alterações ao meio ambiente, essa alteração pode ser benéfica ou adversa. Neste artigo, o foco central será apresentar os impactos adversos, sobretudo os vinculados a supressão, inserção e sobrecarga (SÁNCHES, 2013).

Os impactos ambientais, nas últimas décadas, estão ganhando força no debate acerca da questão ambiental e é crescente a necessidade de mostrara importância da preservação dos aspectos bióticos da natureza, sejam elas discussões em grupos científicos e até mesmo em grupos da sociedade (ALONSO; ACOSTA, 2002; SOUZA, 2002; FERREIRA, 2006). Estas mudanças derivam do reconhecimento contemporâneo dos elementos bióticos, pois sem um meio ambiente equilibrado é impossível a permanência da vida no planeta Terra.

Neste sentido, é preciso reconhecer que o tema meio ambiente abrange uma ampla gama de áreas do conhecimento, tornando-se complexo para uma definição precisa (COUTO, 2007). O meio ambiente não é apenas um espaço da existência humana, ela também é o homem e a sua relação com as diferentes espécies (ALBUQUERQUE, 2007; WILSON, 2012). Em sua essência, o meio ambiente pode ser considerado a morada para os seres vivos e, por essa razão, é crucial preservá-lo a qualquer custo (PEREIRA, 2022). Clima, solos, água e organismos interagem sistemicamente para fornecer condições para a manutenção da vida na Biosfera, por estes motivos é indispensável a sua preservação.

O grande marco mundial para a noção de preservação ocorreu em 1972, durante a Primeira Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em Estolcomo na Suécia, onde ficou definido que o desenvolvimento sustentável são as atividades capazes de suprir aspirações presentes sem comprometer as gerações futuras (ONU, 1972). Esse desenvolvimento, para ser sustentável, necessita aliar-se ao desenvolvimento econômico, social e político, além de com uma visão holística, conciliar seus objetivos com meio ambiente, excluindo qualquer desequilíbrio ecossistêmico (ONU, 1972; FUNARI; PELEGRINI, 2006; MARCO; MEZZAROBA, 2017).

A alta biodiversidade encontrada no território brasileiro torna-o destaque e referência mundial e por este motivo faz-se necessário resguardar toda essa biodiversidade (COSTA et. al., 2005). O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, foi elaborada com o intuito de preservar, proteger e conservar a diversidade biótica e os elementos abióticos do território brasileiro (BRASIL, 2000).

Legislações como o SNUC são primordiais na busca para tentar minimizar os impactos da crescente exploração dos recursos naturais por interesses econômicos, tendo as atividades antrópicas como grande propulsor da degradação e impactos ambiental.

Podemos citar como um exemplo das ações de impacto ambiental a especulação imobiliária que impacta negativamente as UCs que precisam ser preservadas devido à alta diversidade biológica, diversidade geológica, interesse científico e beleza cênica (SALLES; GRIGIO; SILVA, 2013; BILAC; ALVES, 2014).

Atualmente o Parque Natural Municipal Serra da Borborema sofre com a fragmentação da paisagem, pois sua área já foi reduzida diversas vezes, devido à pressão da especulação imobiliária e os interesses da elite local (SOUZA; MELO; FRANCISCO, 2013; SOUZA, 2014; SOUZA, 2017; SOUZA; LIMA, 2018). O Desenvolvimento desta

pesquisa, servir como alerta para que os órgãos municipais fiscalizem as atividades realizadas no local para inibir ações que possam causar a degradação ambiental.

A falta de regulamentação dos instrumentos para efetivação da UC Serra da Borborema, são passes livres para que a população que reside ao entorno da área entre, e com suas ações negativas gere um efeito cascata impacto do ambiente. Nesse sentido, surge o seguinte questionamento: qual é o atual estado de preservação em que se encontra o Parque Natural Municipal Serra da Borborema em Campina Grande - PB?

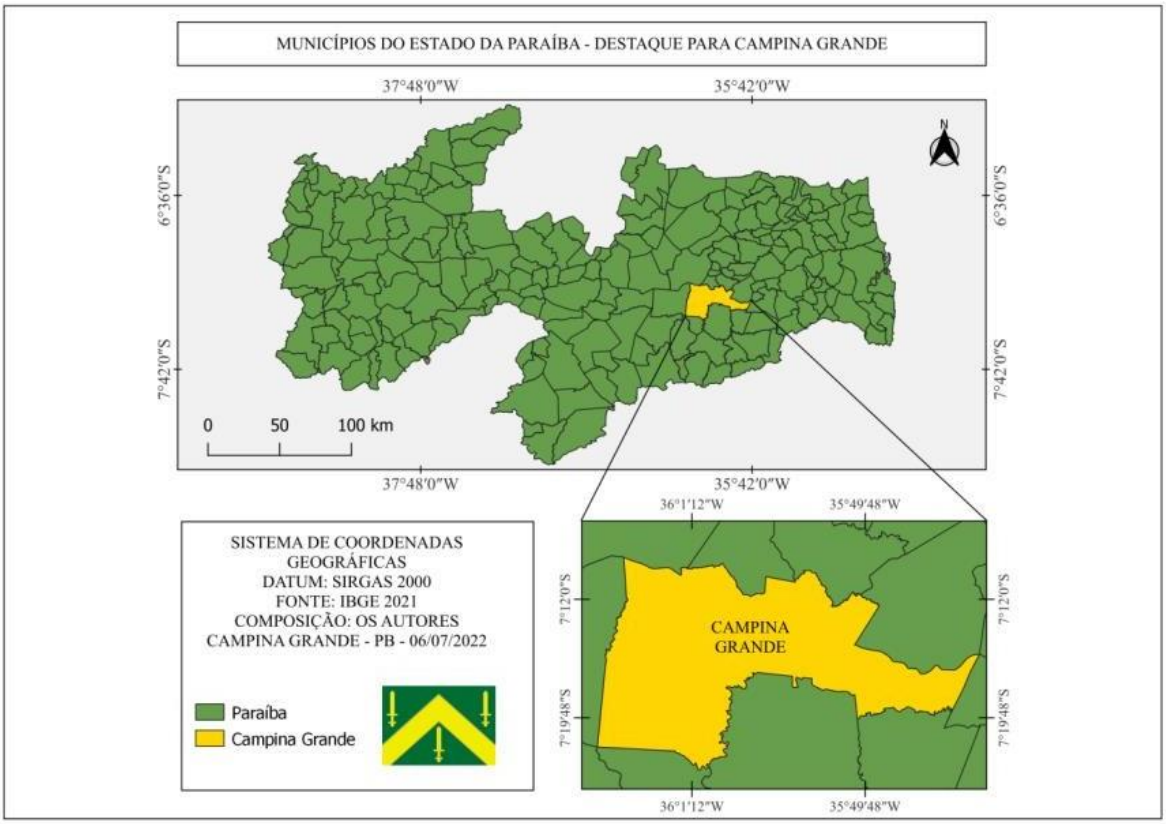
Diante desse questionamento, o presente trabalho, busca através de pesquisas bibliográficas, pesquisa de campo, desenvolver uma lista de controle (check-list), Sánches (2013), para a coleta de dados e registros fotográficos, inventariar as principais formas de impacto ambiental encontrado no Parque Natural Municipal Serra da Borborema em Campina Grande – PB, além de enfatizar a importância da preservação ambiental do local para a manutenção e equilíbrio do ecossistema no município.

Metodologia

Caracterização da área de Estudo

Localizado no município de Campina Grande – PB (Figura 1), o Parque Natural Municipal Serra da Borborema, situa-se entre as coordenadas geográficas 7° 13' 43,07" S/ 35° 51' 47,23" O e 7° 13' 16,70" S/ 35° 50' 00,11" O. O mesmo, encontra-se em uma zona ecotonal, ou seja, uma área de transição de biomas, onde é possível encontrar fauna e flora do bioma da Mata Atlântica como também do bioma da Caatinga, com predominância deste último (Souza, 2017).

Figura 1 - Localização do município de Campina Grande no Estado da Paraíba.



Fonte: Acervo de pesquisa dos autores (2022).

Segundo a classificação de Köppen, o clima do município de Campina Grande é caracterizado como Tropical quente e úmido, com pluviosidade em torno dos 700 mm e sua temperatura média é de 26ºC (FRANCISCO et. al., 2015). O embasamento geológico encontrado no município supracitado é composto por rochas cristalinas do pré-cambriano (CPRM, 2005).

Materiais e Métodos

Para a realização desta pesquisa foi usada a proposta de Sánches, 2013 que consiste na elaboração de uma listagem de controle dos impactos ambientais denominados lista de verificação (checklists). A metodologia é utilizada em estudos preliminares para identificação de impactos relevantes. Para compreender melhor o desenvolvimento da listagem foi desenvolvido pesquisas bibliográficas e documentais (realizadas antes e depois da ida ao campo), pesquisa de campo para identificar os locais de impactos ambientais e no trabalho de gabinete foi realizada a elaboração de produtos cartográficos, gráficos, quadros, tabelas.

A metodologia de supressão, inserção e sobrecarga, proposta por Sánches (2013), é uma abordagem utilizada na avaliação de impacto ambiental (AIA). Essa metodologia busca

avaliar os efeitos que um determinado empreendimento ou atividade pode ter sobre o meio ambiente e seus componentes naturais e sociais. Através dessa abordagem, é possível identificar os impactos ambientais resultantes da implementação de projetos e atividades humanas. A metodologia é composta por três etapas principais: **supressão, inserção e sobrecarga**. Cada uma dessas etapas aborda um aspecto específico da avaliação de impacto ambiental.

Nesta pesquisa analisamos a supressão, a inserção e a sobrecarga em cinco níveis, a saber: **Nenhum**, que significa que estas atividades não ocorrem nos limites antigos e atuais do parque, **Baixo**, significando que os impactos encontrados no parque são de pequena interferência, **Moderado**, sendo as atividades de pressão contidas, **Alto**, significa que os impactos ambientais são perceptíveis e encontrados em larga escala no interior do parque, e por fim, o nível **Extremo** denota uma ameaça a existência do parque por atividades antrópicas de grande interferência.

Na etapa da supressão são considerados os impactos resultantes da retirada ou eliminação de elementos naturais do ambiente. Isso pode incluir a remoção de vegetação, fauna, solos ou outros recursos naturais. A supressão pode causar alterações no ecossistema local, levando a perdas de biodiversidade, mudanças nos ciclos naturais e outros efeitos negativos.

A etapa de inserção avalia os impactos decorrentes da introdução de elementos artificiais no ambiente. Isso pode envolver a construção de infraestruturas, instalação de equipamentos, alterações paisagísticas e outros fatores que podem modificar a dinâmica natural do local. Essa inserção pode gerar efeitos como fragmentação do habitat, poluição visual e sonora, entre outros.

Já na etapa de sobrecarga, a metodologia considera os impactos resultantes do aumento das demandas sobre os recursos naturais do ambiente. Isso inclui a exploração excessiva de recursos hídricos, minerais, energéticos, entre outros. A sobrecarga pode levar à degradação dos recursos naturais, esgotamento de reservas e desequilíbrios ambientais.

Ademais, é crucial realizar a classificação da **pequena e grande interferência** dos impactos ambientais proposta por Sánches (2013), visto que ela desempenha um papel fundamental na análise e tomada de decisões. A categorização dos impactos como pequena ou grande interferência está diretamente relacionada à magnitude das mudanças que um projeto ou atividade pode causar no ambiente. Impactos de pequena interferência geralmente envolvem alterações locais e de curto prazo, com efeitos limitados e que podem ser mitigados com relativa facilidade. Por outro lado, impactos de grande interferência referem-se a mudanças significativas e duradouras, muitas vezes abrangendo áreas extensas e afetando ecossistemas complexos.

A pesquisa bibliográfica em sites, livros, periódicos e revistas eletrônicas, foram realizadas com o objetivo de levantar os dados pré-existentes a respeito da área de estudo e da metodologia. Ademais, foram realizadas pesquisas bibliográficas em busca de embasamento teórico sobre os conceitos de meio ambiente e impacto ambiental. As pesquisas documentais se realizaram de forma remota em busca das leis publicadas nos diários oficiais a respeito do Parque Natural Municipal Serra da Borborema.

O trabalho de campo para a coleta de dados foi realizado no dia 13 de Junho de 2022, no Município de Campina Grande - PB, nos atuais limites do Parque Natural Municipal Serra da Borborema, das 15 horas às 18 horas da tarde, totalizando 03 horas de coleta/pesquisa de campo.

O trabalho/pesquisa de campo ocorreu nos limites atuais do Parque Natural Municipal Serra da Borborema, onde foram realizadas anotações em fichas, registros fotográficos e levantamento dos pontos com a maior evidência de impactos ambientais ambiental a partir dos diferentes usos realizados dentro da UC como a construção de uma via de circulação de carros e um centro de convenções. Para os registros dos pontos de impactos foi usado o utilizado o GPS Garmin na versão 60csx. Foram realizados as análises dos dados em ambiente SIG para a confecção dos mapas cartográficos no Software QGIS em sua versão 3.30.1-'s-Hertogenbosch, o Google Earth Pro e o Google Earth Engine.

Após o levantamento de dados, registros fotográficos e o desenvolvimento das listagens classificaram os impactos nos níveis de supressão que é quando ocorre a retirada no ambiente de componentes dos ecossistemas, como a vegetação, destruição de componentes físicos da paisagem como escavações, supressão de referências físicas à memorias como, por exemplo, locais sagrados. Inserção como a introdução de espécies exóticas ou de elementos como rodovias, edifícios etc. Por fim, a sobrecarga que diz respeito a introdução no ambiente de fatores de ***estress*** além da capacidade de suporte do meio, gerando desequilíbrio, como a redução de hábitat, quaisquer poluentes.

Resultados e Discussão

O Parque Natural Municipal Serra da Borborema, no momento de sua implementação chamava-se Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira. O Decreto Estadual de N° 25.322 deu origens a esta Unidade de conservação, que objetivava a regulamentação e coordenação do parque por parte do Governo do Estado para de resguardar e proteger a biodiversidade local (PARAÍBA, 2004). No momento de sua implementação o Parque Natural Municipal contava com uma área territorial de aproximadamente 420 hectares.

Por falta da efetividade na legislação específica na área da Unidade de Conservação, a especulação imobiliária cresceu exponencialmente na área, e boa parte do Parque foi

ocupada pela construção do Condomínio Residencial Alphaville, no ano de 2010 (SOUZA; MELO; FRANCISCO, 2013). Esta construção foi tida como ilegal, pois essa área deveria ser preservada e conservada por se tratar de uma Unidade de Conservação, além de apresentar o relevo acidentado.

A construção de um condomínio de luxo não foi a única atividade a suprimir, fragmentar e degradar o parque, com a chegada dos moradores para os bairros adjacentes, foi necessário abrir vias de acesso, a exemplo da Alça Leste (Figura 2), para a locomoção de pessoas e veículos automotivos. Nesse processo, a área de abrangência do Parque sofreu redução, deixando de ter 420 hectares e passando a ter somente 262 hectares, quase metade da Unidade de Conservação foi devastada e apropriada com essas ações antrópicas, levando a diminuição da Fauna e Flora, degradando o ambiente e tornando-o desestabilizado ecologicamente, aumentando ainda mais a sua supressão (SOUZA; FRANCISCO; MELO, 2014; SOUZA; MELO; FRANCISCO, 2013; SOUZA, 2017; SOUZA; LIMA, 2018).

Figura 2 - Alça Leste.

Fonte: Acervo de pesquisa dos autores (2022).

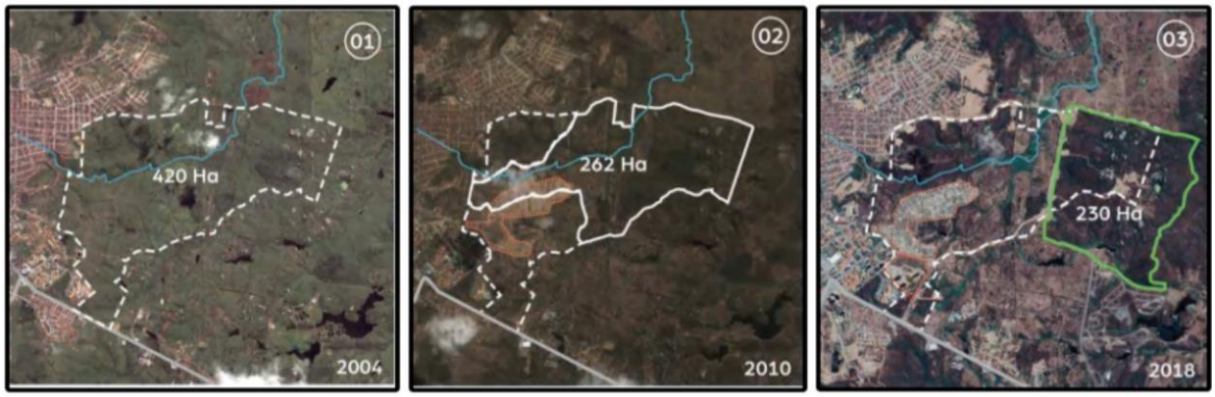
No ano de 2020, entrou em vigor a Lei Estadual de N° 11.797/2020 cujo objetivo foi de desafetar a Unidade de Conservação para a criação de um Centro de Convenções no Município de Campina Grande – PB (PARAÍBA, 2020).

Figura 3 - Trabalhadores na construção do centro de convenções de Campina Grande – PB.

Fonte: Acervo de pesquisa dos autores (2022).

Esse processo de Redução da Unidade de Conservação foi ferrenho e devastador. As Figura 4- 1, 2 e 3, elaboradas por Marinho (2019), mostram as reduções ocorridas na área territorial do Parque ao longo dos anos, nelas observamos a fragmentação intensa da paisagem, dando cabo a esta Unidade de Conservação.

Figura 4 - 1: Delimitação no ano de 2004; 2: Diminuição do Parque no ano de 2010; 3: Retração da área da UC devido à criação do arco metropolitano.



Fonte: MARINHO, Jhonnathas (2019).

Após a extinção da Unidade de conservação por parte do decreto publicado pelo Governo do Estado da Paraíba no ano de 2020, os moradores do Município de Campina Grande aliaram-se aos cientistas das universidades e ativistas ambientais para combater de frente esse infortúnio. Com essa mobilização social, as ajudas dos ativistas e do poder público municipal conseguiram municipalizar a área para que a mesma não fosse devastada por completa, tornando a área que fora desafetada em um Parque Natural Municipal. No dia 23

de dezembro de 2020, entrou em vigor o Projeto de Lei de Nº 325/2020 que recriou oParque, mas agora com domínio municipal (CAMPINA GRANDE, 2020).

As inserções promovidas pela construção do condomínio residencial Alphaville, do Arco Metropolitano e do Centro de Convenções são eventos extrems de grande interferência no meio ambiente, tornando a área irreversível ao seu estado natural. Ademais, Foram identificados impactos ambientais em toda a área da UC, nas bordas pelo fenômeno ambiental descrito como efeito de borda, e dentro da área núcleo do Parque Natural Municipal Serra da Borborema.

O efeito de borda é um fenômeno natural ocasionado pela fragmentação da paisagem florestal por intermédio dos impactos causados pelas ações humanas, ele é caracterizado pelas influências ambientais externas nas bordas dos fragmentos florestais, desencadeando mudanças físicas e estruturais no local (TABANEZ; VIANA; DIAS, 1997; LIMA-RIBEIRO, 2008; CAMPOS; SANTOS; SALVADOR; LIMA, 2018). Isso inclui aumento da circulação de ar, redução da umidade e elevação da temperatura nas bordas, além de propiciar a invasão de espécies exóticas (DRAMSTAD; OLSON; FORMAN, 1996; PACIENCIA; NISHI, 2008; SAMPAIO, 2011).

Ao adentrar no parque é possível perceber a presença de inserções de trilhas que cortam parque adentro, diversos tipos de erosões superficiais do tipo ravinas ocorridas pela supressão e sobrecarga dos solos, resíduos sólidos inseridos e descartados de forma irregular no interior do parque, além da presença de espécies faunísticas (formiga preta (Dinoponera SP). e cupins (Isópteros)) e florísticas (catingueira (Poincianellapyramidalis), marmeleiro (Crotonsonderiano) e jurema preta (Mimosa tenuiflora), além de diversas espécies de heliófilos) exóticas.

O Quadro abaixo (quadro 1), se trata de um inventário que mostra os tipos de impactos identificados no Interior do Parque e a magnitude de frequência dos mesmos que foram encontrados na área atual do Parque Natural Municipal Serra da Borborema seguindo as etapas da metodologia de Sánches (2013), supressão, inserção e sobrecarga.

Quadro 1 - Checklist dos impactos encontradas no PNMSB.

	IMPACTOS	NENHUM	POUCO	MODERADO	ALTO	EXTREMO
SUPRESSÃO	RECURSOS HÍDRICOS					X
	FAUNA				X	
	FLORA				X	
	SOLOS				x	
	ROCHAS				X	
INSERÇÃO	CENTRO DE CONVENÇÕES					X
	CONDOMINIO RESIDÊNCIAL ALPHAVILLE					X
	ARCO METROPOLITANO					X
	RESÍDUOS SÓLIDOS				X	
	TRILHAS			X		
SOBRECARGA	EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS					X
	EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS MINERAIS				X	
	EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS ENERGÉTICOS		X			
	EXPLORAÇÃO DOS RECURSOS FLORESTAIS				X	
	EXPLORAÇÃO DOS SOLOS		X			

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Esse checklist inicial mostra os principais tipos de impactos ambientais encontrados no Parque Natural Municipal Serra, sendo primordial para que fosse possível construir o

quadro abaixo (quadro 2), nele consta a classificação do nível de interferência desses impactos ambientais que influenciam diretamente para o funcionamento do ecossistema local.

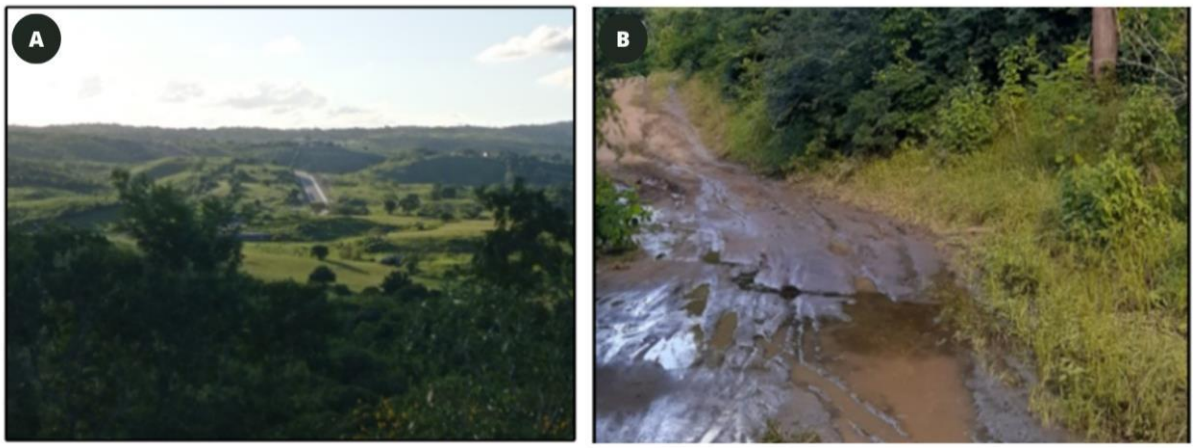
Quadro 2 - Nível de interferência dos Impactos ambientais encontrados no PNMSB.

ATIVIDADES	EROSÃO	RELEVO	ESCOAMENTO DAS ÁGUAS	SOLOS	POLUIÇÃO SONORA	POLUIÇÃO VISUAL	FAUNA	VEGETAÇÃO
Exploração Econômica da madeira								
Extração mineral								
Construção do Condomínio Residencial Alphaville								
Construção do Arco Metropolitano								
Construção do Centro de convenções								
Descarte inadequeado de resíduos sólidos								
Abertura de Trilhas								
LEGENDA:			PEQUENA INTERFERÊNCIA			GRANDE INTERFERÊNCIA		

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Durante a coleta de dados, foi identificada a alta sobrecarga ambiental e a fragmentação da paisagem causando uma grande interferência na área do parque, decorrente da especulação imobiliária durante os anos, desde a sua implementação aos dias atuais. A falta de regulamentação por parte do poder público e a desafetação aumentou a fragmentação, a supressão, a inserção e a sobrecarga ambiental do local, colocando em risco a existência da Unidade de Conservação. Essa fragmentação é identificada na quantidade de rodovias (3) inseridas ao redor do parque, uma delas compõe o arco metropolitano e de trilhas (10 principais) em seu interior, como exemplifica a figura 5.

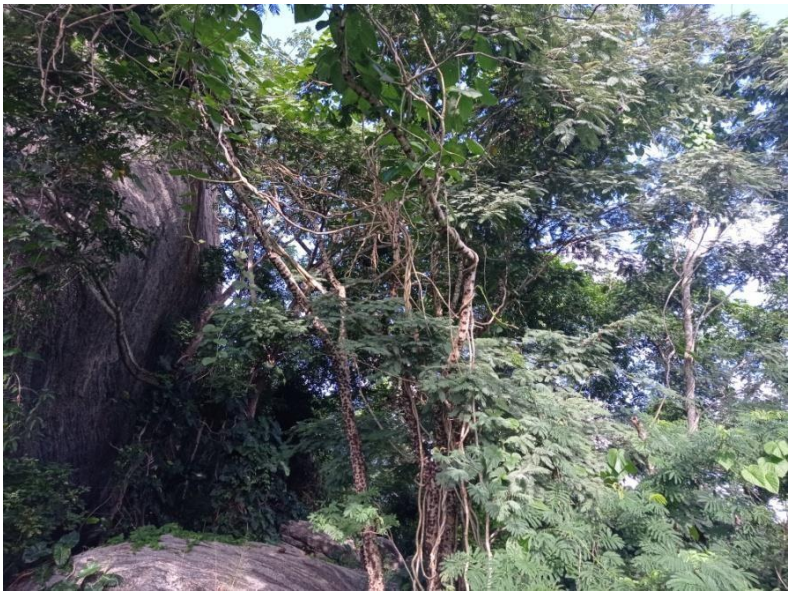
Figura 5 - A: Trecho do Arco metropolitano; 5-B Trilha no interior do Parque.



Fonte: Acervo de pesquisa dos autores (2022).

A fragmentação da paisagem é o principal causador do efeito de borda. Do mesmo modo em que foi identificada alta ocorrência da fragmentação da paisagem foi também identificada altas taxas no efeito de borda, com a presença de heliófilos que são espécies invasoras, como observado na Figura 6. Esses resultados mostram que em algumas áreas do PNMSB, apresentam grandes interferência por parte dos impactos de supressão, inserção e sobrecarga, decorrentes das ações antrópicas.

Figura 6 - Presença de Heliófilos.



Fonte: Acervo de pesquisa dos autores (2022).

A presença de espécies invasoras denota um grau elevado de degradação ambiental, visto que essas espécies causam diminuição da diversidade endêmica, levando a queda muitas árvores (figura 7), e o surgimento de clareiras, todos esses dados supracitados

apontam uma alta taxa de sobrecarga no interior do Parque. Esses resultados da fragmentação da paisagem, do efeito de borda e da alta taxa de espécies invasoras geralmente empobrecem o ambiente, deixando o ecossistema em desequilíbrio, ocasionando a sobrecarga ambiental (ZILLER, 2001).

Figura 7 - Árvore tombada.

Fonte: Acervo de pesquisa dos autores (2022).

Dentro do Parque Natural Municipal Serra da Borborema, foram encontrados, inserções de resíduos hospitalares (figura 8-A), resíduos domiciliares (figura 8-B) e resíduos industriais (figura 8-C). Segundo MUCELIN e BELLINI 2008, “O lixo, quando não tratado adequadamente, pode ser responsável por impactos ambientais graves ao ambiente”, no caso do Parque Natural Serra da Borborema esses impactos são negativos, degradam o ambiente e coloca em risco a vida dos visitantes e dos ecossistemas presentes no local.

Figura 8 - A- resíduos hospitalares, B- resíduos domiciliares, C- resíduos industriais.

Fonte: Acervo de pesquisa dos autores (2022).

Por fim, destacamos a presença de solo exposto devido a supressão e sobrecarga dos solos no PNMSB, possibilitando o surgimento do processo de desertificação. A desertificação ocorre no local, pois todas os impactos identificados nos limites territoriais do parque apresentam interferência na dinâmica dos solos, ocasionando uma grande interferência na área da UC. Ademais, ressaltamos que no interior do parque é possível encontrar a atuação de processos erosivos do tipo superficial, ravinamento (figura 9-A). Os afloramentos rochosos encontrados no parque não ficam livres da degradação antrópica, pois é possível identificar que nos mesmos existem pichações (figura 9-B) e o local de uma antiga exploração mineral.

Figura 9 - A- presença de ravinas, B- Pichações no afloramento rochoso.

Fonte: Acervo de pesquisa dos autores (2022).

Os indicadores de interferência ambiental estavam presentes em toda a área do parque, mostrando um alto grau de degradação, interferência, supressão, inserção e sobrecarga. Atualmente a flora encontrada no interior do PNMSB são: Mulungus, Aroeiras, Marmeleiros, Baraúnas, Juremas Preta, Angicos, Macambiras, Catingueiras, Caroás,

Facheiros e os chique-chiques, já a diversidade faunística pode ser apresentada pela presença de: morcegos, cobras-verde, João de Barro, Tatus-peba, Cágados, Carcarás, Saguis, Lagartos Teiú, Urubús, Preás, Iguanas, Sapos-cururu e Raposas-do-campo (MARINHO, 2019). Entretanto essas espécies estão ameaçadas por esses impactos produzidos pelo desmatamento causando uma grande diminuição de espécies endêmicas e um aumento na presença de espécies invasoras.

Considerações Finais

Os impactos ambientais no Parque Natural Municipal Serra da Borborema são decorrentes das diversas atividades humanas na natureza, desde a abertura de trilhas e até

o surgimento de espécies invasoras, essas atividades causam danos ambientais graves e inconsequentes.

Através da metodologia proposta por Sánches (2013) foi possível identificar que os impactos classificados como supressão, inserção e sobrecarga variam de altas taxas para extremas taxas de interferência no ambiente. Com isso, fica claro que a Unidade de conservação era um problema para a especulação imobiliária, e por este motivo foi necessário a construção de residências para dar início ao plano de supressão e desafetação da UC Parque do Poeta. Essa expansão da cidade de Campina Grande – PB, atuou destruindo paisagens e ecossitemas.

Todas as ações antrópicas realizadas nos antigos e novos limites do parque levaram a área à uma intensa degradação ambiental. Fica evidente que a falta de legislação e regras de acesso ao local favorece a fragmentação da paisagem, a supressão, inserção e sobrecarga e consequentemente o surgimento de fenômenos como o efeito de Borda e a desertificação, ocasionando o surgimento de espécies invasoras e redução das espécies endêmicas. O planejamento cuidadoso das trilhas em áreas com potencial ecoturístico no local é fundamental para minimizar o impacto do efeito de borda e proteger a integridade das áreas fragmentadas.

Finalizamos essa discussão evidenciando a importância do Parque Municipal Serra da Borborema, visto sua localização privilegiada, sendo uma zona ecotonal abriga espécies de fauna e flora dos biomas que o circundam. Essa fitofisionomia encontrada nessa área do município de Campina Grande – PB, deve ser preservada a todo custo, já que o ambiente fornece meios de se regenerar trazendo de volta o equilíbrio ecossistêmico e o parque apresentam uma rica diversidade de espécies e um grande potencial em sua geodiversidade da qual fornecem caminhos para uma maior preservação do patrimônio natural local (SOUZA; FRANCISCO; MELO, 2014; SOUZA; MELO; FRANCISCO, 2013; SOUZA, 2017; SOUZA; LIMA, 2018).

O Parque Natural Municipal Serra da Borborema apresenta um grande potencial para o Geoturismo urbano devido a expressividade da Geodiversidade encontrada o local, que ainda não foram exploradas nas literaturas científicas, sendo um campo vasto para novos trabalhos e pesquisas em torno da geodiversidade e do Geoturismo que são possíveis caminhos para a implementação da Geoconservação no local.

Referências

ALBUQUERQUE, Bruno Pinto de. As relações entre o homem e a natureza e a crise sócio-ambiental. Rio de Janeiro, RJ. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio, Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), 2007.

ALONSO, Angela; ACOSTA, Valeriano. Para uma sociologia dos conflitos ambientais no Brasil. In: In Alimonda, H.(ed) Ecolog瑼 Pol 璽ica. Naturaleza, Sociedad y Utop瑼. Buenos Aires: CLACSO. 2002.

BECKER, Bruna Canella. Aplicabilidade do código florestal e áreas de preservação permanente (matas ciliares) nas áreas urbanas consolidadas. 1. ed. Santa Catarina: Habitus, 2020. 140 p. v. 14.

BELTRÃO, Breno Augusto et al. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado de Paraíba: diagnóstico do município de Campina Grande. CPRM, 2005.

BILAC, Roberto Platini Rocha; ALVES, Agassiel de Medeiros. Crescimento urbano nas áreas de preservação permanente (APPs): um estudo de caso do leito do rio Apodi/Mossoró na zona urbana de Pau dos Ferros-RN. GEOTemas, v. 4, n. 2, p. 79-95, 2014.

BRASIL. Decreto Nº 97.632, de 10 de abril de 1989. Disponível:

<https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1989/decreto-97632-10-abril-1989-448270-publicacaooriginal-1-pe.html>. Acesso em 08 de julho de 2022.

BRASIL, L. E. I. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art, v. 225, n. 1, 2000. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm#:~:text=LEI%20No%2

09.985%2C%20DE%2018%20DE%20JULHO%20DE%202000.&text=Regulamenta%20o%2

0art., Natureza%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias.>. Acesso em: 23 de junho de 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Brasília, DF: MMA/SBF, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivos/areas_protegidas/snUC/Livro%20SNUC%20PNAP.pdf>. Acesso em: 24 de junho de 2022.

BRASIL, Resolução CONAMA n° 001/1986, de 23 de janeiro de 1986. "Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para o Relatório de Impacto Ambiental - RIMA" - Data da legislação: 23/01/1986 - Publicação DOU, de 17/02/1986, Diário Oficial (da) República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 fev. 1986.

CAMPINA GRANDE. Lei Ordinária nº 7.790, de 23 de dezembro de 2020. Autoriza a Prefeitura Municipal de Campina Grande a criar o Parque Natural Municipal Serra da Borborema, e dá outras providências. Semanário Oficia de Campina Grande, Portaria Nº 325/2020, pag. 4. Campina Grande – Paraíba, 23 de dezembro de 2020. Disponível em: < https://sapl.campinagrande.pb.leg.br/materia/43378> Acesso em 20 de jun. de 2022.

CAMPOS, J. O.; SANTOS, J. N.; SALVADOR, M. S. S.; LIMA, V. R. P. Análise e propagação dos efeitos de borda no Parque Estadual Mata do Pau–Ferro, Areia–PB. Revista Geográfica Acadêmica, v. 12, n. 2, p. 21-36, 2018.

CAVALHEIRO, Larissa Nunes; ARAUJO, Luiz Ernani Bonesso de. A sociobiodiversidade refletida no complexo contexto da multiculturalidade de saberes. Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, v. 12, n. 23, p. 19, 2015.

COUTO, Hildo Honório do. Ecolingüística: estudo das relações entre língua e meio ambiente. Thesaurus Editora, 2007.

COSTA L.P. et al. Mammal Conservation in Brazil. ConservationBiology, 19(3): 672-679, 2005.

DEMATTÊ FILHO, Luiz Carlos. Sistema agroalimentar da avicultura fundada em princípios da Agricultura Natural: multifuncionalidade, desenvolvimento territorial e sustentabilidade. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DRAMSTAD, W. E., OLSON, J. D.; FORMAN, R. T. T. Landscape Ecology principles in landscape architecture and landuse planning. Washington: Island Press; Harvard University, 1996.

GRAÇAS ROTH, Caroline das; GARCIAS, Carlos Mello. Construção civil e a degradação ambiental. Desenvolvimento em questão, v. 7, n. 13, p. 111-128, 2009.

DULLEY, Richard Domingues. Noção de natureza, ambiente, meio ambiente, recursos ambientais e recursos naturais. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 15-26, 2004.

FEDERAL, Brasil Senado. Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento: a Agenda 21. In: Conferência das Nações Unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento: a Agenda 21. 1996. p. 591-591.

FERREIRA, Leila da Costa. Idéias para uma sociologia da questão ambiental no Brasil. Annablume, 2006.

FIGUEIRÒ, A.S. Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza. São Paulo: Oficina de Texto, 2015.

FIGUEIRÓ, A.S. Mudanças ambientais na interface floresta - cidade e propagação de efeito de borda no Maciço da Tijuca - Rio de Janeiro - RJ. Rio de Janeiro, 2005. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, 2005.

FIGUEIRÓ, Adriano Severo; NETTO, Ana Luiza Coelho. Impacto Ambiental ao Longo de Trilhas em Áreas de Floresta Tropical de Encosta: Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro-RJ. Mercator-Revista de Geografia da UFC, v. 8, n. 16, p. 187-200, 2009.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna et al. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 8, n. 4, p. 1006-1016, 2015.

FUNARI, Pedro Paulo A.; PELEGRINI, Sandra de Cássia Araújo. Patrimônio histórico e cultural. Zahar, 2006.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

LIMA-RIBEIRO, Matheus de Souza. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. Acta Botanica Brasilica, v. 22, p. 535-545, 2008.

LOUZADA, A. Gestão ambiental, conceitos e definições. Disponível em: <http://www.ebah.com.br/content/ABAAABQDYAJ/gestao-ambiental-conceitos-definicoes> Acesso em: 08/07/2022.

MARCO, Cristhian Magnus de; MEZZAROBA, Orides. O direito humano ao desenvolvimento sustentável: contornos históricos e conceituais. Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, v. 14, n. 29, p. 323-349, 2017.

MARINHO, Jhonnathas Rubens Lima. O Poeta Para Fora do Papel: Propostas Para Consolidação do Parque Estadual do Poeta em Campina Grande /PB. 2019.

MUCELIN, Carlos Alberto; BELLINI, Marta. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. Sociedade & natureza, v. 20, p. 111-124, 2008.

NISHI, Edson. Avaliação da fragmentação da cobertura vegetal a bacia do Ribeirão João. Goiás-região Centro-Oeste. 2008.

PARAÍBA. Decreto Estadual de nº 25.322, de 09 de setembro de 2004. Cria o Parque Estadual do Poeta e dá outras providências. Diário Oficial da Paraíba, nº 12.728, p. 1, João Pessoa, 10 de setembro de 2004. Disponível em < www.paraiba.pb.gov.br/diariooficial> Acesso em 20 de jun. de 2022.

PARAÍBA. Decreto Estadual de nº 2.196, de 23 de novembro de 2020. Desafeta a Área destinada à Unidade de Conservação Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira, por motivos técnicos e legais e dá outras providências. Diário Oficial da Paraíba, nº 8.038, p. 2, João Pessoa, 23 de novembro de 2020. Disponível em < http://www.al.pb.leg.br/wp-content/uploads/2020/11/DPL-23.11.2020.pdf> Acesso em 20 de jun. de 2022.

PEREIRA, André Mota. A educação ambiental e a saúde pública na atualidade brasileira. 2022. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Oeste do Pará.

PRIMAVESI, A. M. Agroecologia: ecosfera, tecnosfera e agricultura. São Paulo: Nobel, 1997.

RUBIRA, Gomes Felipe. Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes/ espaços livres e degradação ambiental/ impacto ambiental. Caderno de Geografia, Belo Horizonte, vol. 26, núm. 45, 2016, p. 134-150. Disponível em:

<http://www.ima.al.gov.br/wizard/docs/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20N%C2%BA001.1986.pdf> . Acesso em: 8 jul. 2022.

SANCHEZ, L.E. Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

SALLES, Maria Clara Torquato; GRIGIO, Alfredo Marcelo; SILVA, Márcia Regina Farias da. Expansão urbana e conflito ambiental: uma descrição da problemática do município de Mossoró, RN-Brasil. Sociedade & Natureza, v. 25, p. 281-290, 2013.

SAMPAIO, Rita Camila Nobre. Efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual no interior do estado de São Paulo. 2011.

SANTOS, M. E. P. dos. Algumas considerações acerca do conceito de sustentabilidade: suas dimensões política, teórica e ontológica. In: RODRIGUES, A. M. Desenvolvimento sustentável, teorias, debates e aplicabilidades. Campinas: UNICAMP/IFCH, 1996. p. 13-48. (Textos Didáticos, n. 23).

SANTOS, M. A Natureza do Espaço. Técnica e Tempo. Razão e Emoção. 2.ed. São Paulo: Editora Hucitec, l997.

SILVA, José Afonso da. Direito ambiental constitucional. 5. ed. São Paulo: Malheiros, 2004.

SOUZA, Alexsandro Silva; MELO, Josandra Araújo Barreto de; FRANCISCO, Paulo Roberto Megna. Estudo das consequências da expansão imobiliária sobre unidade de conservação ambiental: Um caso do Parque Estadual do Poeta. POLÊMICA, v. 12, n. 4, p. 799-808, 2013.

SOUZA, Alexsandro Silva. Estudo do Impacto Socioambiental na Unidade de Conservação Parque do Poeta. Paraíba: Revista Eletrônica. 2014.

SOUZA, Alexsandro Silva; LIMA, Valéria Raquel Porto de. Conflitos de uso e ameaças a paisagem da Unidade de Conservação Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira, Campina Grande-PB: uma proposta de intervenção. Revista de Geociências do Nordeste, v. 4, p. 27-49, 2018.

SOUZA, Alexsandro Silva et al. Valoração da paisagem da unidade de conservação Parque Estadual do Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira-Campina Grande/PB: uma proposta de ordenamento territorial. 2017.

SOUZA, Renato Santos de. Evolução e condicionantes da gestão ambiental nas empresas. Revista eletrônica de administração, v. 8, n. 6, 2002.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Geografia e interdisciplinaridade. Espaço geográfico: interface natureza e sociedade. Geosul, v. 18, n. 35, p. 43-54, 2003.

TABANEZ, A A J e VIANA, V M e DIAS, A S. Consequências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba - SP. Revista Brasileira de Biologia, v. fe 1997, n. 1, p. 47-60, 1997 Tradução. . Acesso em: 20 jul. 2023.

TOSTES, A. Sistema de legislação ambiental. Petrópolis, RJ: Vozes/CECIP, 1994. WILSON, Edward O. Diversidade da vida. Editora Companhia das Letras, 2012.

ZILLER, Sílvia Renate. Os processos de degradação ambiental originados por plantas exóticas invasoras. Ciência Hoje, v. 30, n. 178, p. 77-79, 2001.

Análises dos efeitos de borda no Parque Natural Municipal Serra da Borborema

Analysis of edge effects in the Serra da Borborema Municipal Natural Park

Joyce Carla Pereira Gomes
Universidade Estadual da Paraíba
0009-0007-6967-8353
jcarla637@gmail.com

Elias dos Santos Silva
Universidade Estadual da Paraíba
0000-0002-2288-5490
elias.silva@aluno.uepb.edu.br

Felipe Araújo Oliveira
Universidade Estadual da Paraíba
0000-0002-3316-6213
felipe.araujo.oliveira@aluno.uepb.edu.br

Jéssica Oliveira Silva
Universidade Estadual da Paraíba
0000-0003-0527-5313
jessica.silva2@aluno.uepb.edu.br

Valéria Raquel Porto de Lima
Universidade Estadual da Paraíba
0000-0001-7744-3502
valeriaraquelportodelima@servidor.uepb.edu.br

Resumo: Este artigo discute a importância das Unidades de Conservação, a partir da análise do Parque Natural Municipal Serra da Borborema em Campina Grande, Paraíba. O objetivo principal é investigar o efeito de borda na Unidade de Conservação supracitada, analisando os bioindicadores de qualidade ambiental, buscando responder a problemática da degradação ambiental, especulação imobiliária e expansão urbana que vêm ameaçando a existência do parque. As metodologias utilizadas foram: levantamentos de campo, com análise de temperatura, luminosidade, estoque de serrapilheira, resíduos, poluição sonora, espécies pioneiras e invasoras. Os resultados revelaram acentuada fragmentação, aumento do efeito de borda, presença de resíduos, espécies invasoras e alterações climáticas no interior do parque. Concluímos que a gestão, regulamentação e planejamento são cruciais para preservar o ecossistema do parque diante das ameaças, além disso, destacamos a importância da conservação e regulamentação da Unidade de Conservação para proteger a biodiversidade e os recursos naturais.

Palavras-chave: Unidades de Conservação; Fragmentação da Paisagem; Efeito de Borda; Qualidade Ambiental; Gestão de Parques.

Abstract:This article discusses the importance of Conservation Units, from the analysis of the Serra da Borborema Municipal Natural Park in Campina Grande, Paraíba. The main objective is to investigate the edge effect in the aforementioned Conservation Unit, analyzing the bioindicators of environmental quality, seeking to answer the problem of environmental degradation, real estate speculation and urban expansion that have been threatening the existence of the park. The methodologies used were: field surveys, with analysis of temperature, luminosity, litter stock, waste, noise pollution, pioneer and invasive species. The results revealed marked fragmentation, increased edge effect, presence of waste, invasive species and climate change within the park. We conclude that management, regulation and planning are crucial to preserve the park ecosystem in the face of threats, furthermore, we highlight the importance of conservation and regulation of the Conservation Unit to protect biodiversity and natural resources.

Keywords: Conservation Units; Landscape Fragmentation; Edge Effect; Environmental Quality; Park Management.

Introdução

A preservação da biodiversidade e a conservação dos ecossistemas naturais tornaram-se uma preocupação fundamental no cenário atual global, dada a acelerada degradação ambiental causada pela expansão urbana e pela exploração descontrolada dos recursos naturais (ALONSO; ACOSTA, 2002; SOUZA, 2002; FERREIRA, 2006). No Brasil, a Lei Nº 9.985/2000 instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), estabelecendo critérios para a proteção de áreas naturais. Nesse contexto, as Unidades de Conservação (UCs) desempenham um papel crucial na manutenção da diversidade biológica e dos serviços ecossistêmicos. Divididas em Unidades de Proteção Integral (UPI) e Unidades de Uso Sustentável (UUS), as UCs visam equilibrar a preservação ambiental com a utilização sustentável dos recursos (BRASIL, 2000).

A biodiversidade, resultado de bilhões de anos de evolução, é a manifestação da vida na Terra em suas mais variadas formas, interações genéticas e ecossistemas complexos (FRANCO, 2000; OLIVEIRA; FREIRE; AQUINO, 2004; GANEM, 2011; FIGUEIRÓ, 2015; BOFF, 2017). No entanto, essa riqueza biológica está sob crescente ameaça devido a atividades humanas desenfreadas, resultando em perda de habitats, extinção de espécies e desequilíbrios ecossistêmicos (FIGUEIREDO, 2002; SALLES; GRIGIO; SILVA, 2013; BILAC; ALVES, 2014 DEMATTÊ FILHO, 2014; CAVALHEIRO; ARAÚJO, 2015). Para mitigar essa crise, esforços globais têm se concentrado na criação e gestão de Unidades de Conservação (UCs) como ferramentas essenciais para a proteção da natureza.

O Brasil, abrigando a maior diversidade biológica do planeta, desempenha um papel central nesse contexto, com uma extensa rede de UCs que abrangem desde áreas de proteção integral até zonas de uso sustentável (BARRETO FILHO, 2001; COSTA et. al., 2005; LEUZINGER, 2007; PRATES et. al., 2007; VERÍSSIMO et. al., 2011). Nesse cenário, emerge o Parque Natural Municipal Serra da Borborema, uma Unidade de Proteção Integral localizada na cidade de Campina Grande, Paraíba, Brasil. Este parque desempenha um papel fundamental na preservação da biodiversidade local e na prestação de serviços ecossistêmicos essenciais (SOUZA; FRANCISCO; MELO, 2014; SOUZA; MELO;

FRANCISCO, 2013; SOUZA, 2017; SOUZA; LIMA, 2018). No entanto, a expansão urbana acelerada e a falta de regulamentação adequada têm exercido pressão significativa sobre essa área protegida, levando a alterações ambientais preocupantes (SOUZA; MELO; FRANCISCO, 2013; SOUZA; LIMA, 2018).

A fragmentação da paisagem, resultante do desmatamento de florestas contínuas, leva à formação de ilhas de vegetação isoladas em áreas perturbadas (DELAMÔNICA;

LAURANCE; e LAURENCE, 2001). Essa desconexão entre fragmentos resulta em consequências significativas para a biodiversidade e ecossistemas. A exposição das áreas periféricas das ilhas fragmentadas a condições climáticas adversas, como insolação intensa e alteração dos ventos, coloca em risco a sobrevivência de espécies vegetais e animais (DELAMÔNICA; LAURANCE; e LAURENCE, 2001; AMBIENTAL, 2018; CBEE, 2023).

O efeito de borda, caracterizado pela influência do ambiente externo nas margens dos fragmentos florestais, desencadeia mudanças físicas e estruturais (TABANEZ; VIANA; DIAS, 1997; LIMA-RIBEIRO, 2008; CAMPOS; SANTOS; SALVADOR; LIMA, 2018). Isso inclui aumento da circulação de ar, redução da umidade e elevação da temperatura nas bordas, propiciando a invasão de espécies exóticas (DRAMSTAD; OLSON; FORMAN, 1996; PACIENCIA; PRADO, 2004; NISHI, 2008; SAMPAIO, 2011). Além disso, a fragmentação resultante da formação de trilhas humanas intensifica os processos naturais de degradação do ecossistema (FIGUEIRÓ, 2005; FIGUEIRÓ, 2009; FIGUEIRÓ, 2015).

Diante disso, esta pesquisa propõe investigar a problemática de como a fragmentação da paisagem favorece o surgimento do efeito de borda e o aumento da degradação ambiental no Parque Natural Municipal Serra da Borborema. O objetivo geral é compreender a influência da expansão urbana nas características ambientais do parque e avaliar os impactos resultantes sobre a biodiversidade e a integridade ecossistêmica. Para atingir tais objetivos, será empregada a metodologia de Souza et. al. (2019), além de levantamentos de campo, análises laboratoriais e a aplicabilidade do geoprocessamento.

O objetivo principal desta pesquisa é investigar o efeito de borda na UC Parque Natural Municipal Serra da Borborema, analisando os bioindicadores de qualidade ambiental. Este estudo contribui não apenas para o entendimento dos processos de degradação em UCs, mas também para a formulação de estratégias eficazes de manejo e políticas de conservação que possam garantir a sustentabilidade a longo prazo do patrimônio natural do Parque Natural Municipal Serra da Borborema e de outras áreas protegidas sob situações similares de pressão urbana.

Metodologia

Caracterização da área de estudo

O Parque Natural Municipal Serra da Borborema está localizado na zona periurbana do município de Campina Grande- PB, na unidade geoambiental do Planalto da Borborema (Figura 1).

Figura 1- Mapa de localização da Unidade de Conservação Parque Natural Municipal Serra da Borborema, Campina Grande- PB.

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

A Unidade de Conservação se encontra em uma área de transição entre o bioma de Mata Atlântica e da Caatinga (SOUZA, 2017; SOUZA, 2018). Portanto, apresentando características físicas destes, sobretudo com domínio da caatinga. Assim, permitindo uma paisagem geodiversa, com habitats que permitem a existência de diferentes espécies de fauna e flora na área (SOUZA, 2017; SOUZA, 2018).

O município onde a UC está inserida, segundo a classificação de Koppen, apresenta clima predominante do tipo As', quente e úmido, com períodos de chuva no outono e inverno (SOUZA; FRANCISCO; MELO, 2014; SOUZA, 2017). Apresentando precipitação pluviométrica anual em torno de 800 mm e temperatura média de 26°C (AESA, 2022). Já os solos presentes na região, majoritariamente são: Neossolos. Segundo Francisco (2010), os Neossolos são solos mais rasos e pedregosos, associado a afloramentos rochosos.

O parque objeto de estudo está situado entre as curvas de nível de 400mm e 500 mm, apresentando um relevo mais rebaixado e dissecado, equiparando-se a uma área de vale (SOUZA; MELO; FRANCISCO; 2013; SOUZA; LIMA; 2018; SOUZA, 2017). Ademais, a sua geologia é constituída por rochas cristalinas, datadas do período pré-cambiando, dessa

forma, dando origem a afloramentos rochosos que integram a paisagem e que são utilizadas na prática de esportes de aventura como, por exemplo, o alpinismo (SOUZA; LIMA, 2018).

A Unidade de Conservação foi criada em 2004, pelo Governo Estadual da Paraíba, enquadrando-se na categoria de unidade de proteção integral, sendo portanto, na esfera do Parque Estadual, com uma área territorial de 419 hectares. Todavia, apesar da sua criação, nunca houve gestão efetiva na UC. Diante disso, no ano de 2010, devido a especulação imobiliária, o parque sofreu uma redução territorial para a construção de um condomínio. Assim, a área passou a medir 262 hectares. Além disso, atividades irregulares no interior do parque, como: abertura de via, extração mineral, dispersão de resíduos sólidos contribuíram negativamente para a degradação da área.

Dessa forma, em 2020 o Governo Estadual decide desafetar a área. Para isso, o órgão responsável pela UC, a Superintendência de Desenvolvimento do Meio Ambiente (SUDEMA), emitiu um relatório aerofotogramétrico. Através do relatório, o governo enfatizou que o parque apresenta elevado nível de degradação, que torna inviável a manutenção da área como um espaço protegido. Além de não haver gestão na UC, o governo também apontou que não existem documentos que comprovem a relevância natural do local. Diante disso, após a desafetação da UC, começou a ser construído em seus limites o Centro de Convenções de Campina Grande, obra do governo estadual.

Nesse cenário, com a desafetação por parte do governo estadual, ainda no ano de 2020, a prefeitura municipal de Campina Grande decide recriar a UC, tendo em vista a necessidade de preservar os ecossistemas naturais que ainda estão presentes na área; Dessa forma, o parque passou a ser gerido pela esfera municipal, apresentando atualmente cerca de 230 hectares. Todavia, ainda não apresenta gestão efetiva e fiscalização das atividades que ocorrem no entorno e no interior do parque, tornando-o novamente exposto à degradação ambiental.

Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento do presente artigo tornou-se necessário a realização de estudos teóricos a respeito da temática, pesquisas bibliográficas, levantamento de dados pré-existentes a respeito da área de estudo, e consultas a órgãos públicos e sites governamentais.

Em seguida foi realizado um trabalho de campo a fim de observar as características físicas do parque, a fragmentação da paisagem, efeito de borda e degradação ambiental resultante das atividades irregulares na área. Além de realizar registros fotográficos e coleta de dados.

Diante disso, para analisar os efeitos de borda no Parque Natural Municipal Serra da Borborema, o procedimento metodológico utilizado foi proposto por Souza et al (2019). Dessa

forma, a área de estudo foi dividida em 10 partes, denominadas de parcelas (P), no qual foram escolhidas de forma aleatória ao longo do parque. Como proposto na metodologia, cada parcela foi medida em uma área retangular de 5 m de comprimento por 1 m de largura.

Para isso, foi elaborada uma planilha de inventariação (Quadro 1), onde para cada parcela foi considerada a temperatura, registrada entre 15h e 16h15; a luminosidade que foi analisada pela presença de clareiras; estoque de serrapilheira, observado no solo por meio de folhas e ramos em decomposição; presença de resíduos, analisado através de lixo encontrados na área, indicando a presença antrópica; presença de espécies pioneiras; presença de espécies invasoras; presença de trepadeiras; indicadores de degradação; e poluição sonora. Contudo, fez-se necessário adaptar a metodologia, acrescentando o horário de coleta das parcelas, a fim de alcançar uma melhor precisão dos dados, considerando que a área de estudo está inserida em uma zona de transição e a metodologia de Souza et al (2019) foi aplicada em um ambiente de mata úmida inserido em João Pessoa, litoral da Paraíba. Consequentemente, havendo diferenças na incidência solar.

Quadro 1- Planilha de Inventariação.

COLETAS PARA ANÁLISE	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
Horário de coleta	15:00h	15:15h	15:30h	15:45h	16:00h	16:15h	16:30h	16:45h	17:00h	17:15h
Temperatura na parcela	30°C	29°C	29°C	31°C	28°C	27°C	29°C	28°C	28°C	28°C
Luminosidade da parcela	Muita	Média	Baixa	Muita	Muita	Média	Muita	Muita	Média	Muita
Estoque de serrapilheira	Sim	Sim	Sim	Não	Não	Sim	Não	Sim	Sim	Não
Presença de lixo/resíduos	Sim	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim
Presença de espécies pioneiras	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Presença de espécies invasoras	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Presença de trepadeiras	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	Sim	Sim	Sim
Bioindicadores de degradação	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Polução sonora	Não	Sim	Não	Não	Sim	Sim	Sim	Sim	não	Sim

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Assim sendo, cada uma das parcelas foram inventariadas. Portanto, cada aspecto presente na planilha foi identificado in loco e as informações anotadas em um bloco de notas. Dentre as 10 parcelas obtidas, 7 foram analisadas em um primeiro levantamento de campo

que ocorreu no ano de 2022, e as outras 3 parcelas foram analisadas em um segundo momento de levantamento de campo realizado em 2023.

Resultados

Durante a coleta de informações no interior do Parque Natural Municipal Serra da Borborema, foi notada a divisão dessa região, os efeitos da degradação ambiental por meio da existência de árvores caídas, erosão, ravinas e ações humanas, como: criação de trilhas, descarte inadequado de resíduos hospitalares, industriais e comerciais (Figura 2).

Figura 2- Lixos residuais.

Fonte: Os autores (2023).

A primeira coleta de dados ocorreu em 13 de junho de 2022, na cidade de Campina Grande - PB, entre 15h às 16h e 15 min. A temperatura média registrada foi de 29ºC, variando nas diferentes partes da área, entre 31ºC e 27ºC. A temperatura mais alta foi observada na parcela P4, possivelmente devido à exposição direta à luz solar devido a uma grande clareira

próxima. A temperatura mais baixa foi na parcela P6, atribuída à densa cobertura vegetal que reduz a incidência solar e a taxa de evaporação.

Na parcela P3, baixa luminosidade foi notada devido a formações rochosas na área. Já as parcelas P2 e P6 tiveram luminosidade moderada devido à abertura de trilhas, indicando antropização. Nas parcelas P1, P4 e P5, a luminosidade foi alta devido ao espaçamento das árvores. A sétima parcela 7 apresentou alta luminosidade devido à falta quase total de vegetação e sua localização no topo de uma formação rochosa. As parcelas 5 e 4 se diferenciam das outras no que diz respeito à presença de serrapilheira. Enquanto não identificamos a presença delas nas parcelas citadas anteriormente, nos demais pontos de coleta tinham uma grande presença de liteira. Além disso, em quase todas as parcelas foram encontrados resíduos, exceto P2, como: embalagem de salgadinhos, canos de policloreto de vinila, resíduos hospitalares, industriais e domésticos. O descarte inadequado desse lixo causa sérios danos ao ecossistema local.

A segunda coleta de dados ocorreu em 18 de julho de 2023, entre 16h45 e 17h 15min. A temperatura registrada nas três parcelas, P8, P9 e P10 foi de 28ºC. As parcelas, as P8 e P10 apresentam uma alta luminosidade, levando em consideração a abertura de trilhas, que consequentemente causam o espaçamento das vegetações e a área de exploração mineral, onde parte da vegetação se encontra devastada. Já a parcela P9 apresenta uma luminosidade média, tendo em vista a formação de afloramentos rochosos na área. Dentre as três parcelas, a P10 foi a única que não apresentou estoque de serapilheira, devido a presença de exploração mineral. Ademais, com exceção da parcela P9, na P8 e P10 foram os mesmos tipos de resíduos sólidos que as parcelas anteriores. Além disso, vale destacar a elevada poluição sonora presente em seis das dez parcelas analisadas, resultado da exploração da área, visitação e obras de construções.

Sobre as espécies pioneiras, estas estão presentes em todas as partes das parcelas, incluindo fungos, líquens, ervas daninhas e gramíneas. À medida que adentra no parque, fica evidente o processo de degradação, indicada por trilhas e espécies invasoras, como: catingueira (Poincianella Pyramidalis), Marmeleiro (Croton Sonderianus) e Jurema Preta (Mimosa tenuiflora), presentes em todas as parcelas. Além disso, foram encontrados outros indicadores de degradação, a exemplo da Formiga Preta (Dinoponera) e cupins (Isópteros), também foram identificados, sinalizando a degradação do ecossistema.

Quanto à fragmentação, essa realidade permite a entrada de energia de forma vertical e horizontal, resultando no crescimento de espécies invasoras, como a Liana (Calluna Vulgaris), que se sobrepôs à vegetação pioneira em busca de luz solar. Isso resulta em danos às árvores, levando à quebra de galhos devido ao excesso de peso.

Os sinais de deterioração são evidentes em todas as parcelas, indicando sinais do que Figueiró (2005) chama de efeito de borda, resultando no desmatamento intenso da área. Esse processo resultou na redução das populações de espécies endêmicas, introdução de organismos invasores, intensificação das práticas agrícolas e pecuárias, expansão urbana descontrolada, deposição inadequada de resíduos, exploração de recursos minerais para construção, abertura excessiva de trilhas e estradas e até mesmo a profanação de formações rochosas por meio de pichações. A ação conjunta desses favoreceu a criação de vias, estradas e a implementação do Centro de Convenções.

Considerações Finais

Os desfechos alcançados nesta pesquisa revelaram que o Parque Serra da Borborema, um espaço natural do município de Campina Grande, enfrenta há anos o processo de degradação e fragmentação. Entretanto, sua existência está em risco devido à proposta de construção de um centro de convenções e à expansão das áreas urbanas circundantes, por meio da especulação imobiliária. A ausência de regulamentação e de gestor no parque propicia a ocorrência de atividades ilegais no local, que ocasionam transformações na paisagem, resultando no desequilíbrio ecológico e deterioração ambiental da área.

Com base nas observações realizadas para a construção do presente trabalho, foi possível constatar que a implementação de trilhas no interior do parque, juntamente com o alargamento da rodovia nas proximidades, estimula a proliferação de plantas trepadeiras. Estas, por sua vez, superam outras espécies, causando a queda das espécies nativas por conta do excesso de peso.

Por conseguinte, é relevante gerir o fluxo de visitantes no parque, a fim de evitar danos potencialmente irreparáveis. A realização de um mapeamento minucioso das trilhas na área, medidas de conservação, formulação de um plano de manejo e a promoção da conscientização ambiental nas comunidades vizinhas representam ações de suma importância para preservar os resquícios naturais para as gerações futuras.

Devido à pressão da especulação imobiliária e às tendências do sistema capitalista, torna-se essencial que a Prefeitura de Campina Grande, estabeleça novas diretrizes e limites do Parque Natural Municipal Serra da Borborema, regularizando-o por meio de uma lei. Isso permitiria que o parque recebesse grupos de turistas e pesquisadores, consolidando-o como um ponto de referência de proteção ambiental no estado da Paraíba. As oportunidades no âmbito do ecoturismo e geoturismo são abundantes e, por essa razão, é crucial adotar medidas de preservação e legislação rigorosa para garantir que as atividades turísticas não degradem o ambiente e não comprometam a biodiversidade e geodiversidade encontradas no Parque Natural Municipal Serra da Borborema.

Referências

AESA, Agência Executiva De Gestão Das Águas Do Estado Da Paraíba. (2022). Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>. Acesso em: 7 de jul. de 2022.

ALONSO, Angela; ACOSTA, Valeriano. Para uma sociologia dos conflitos ambientais no Brasil. In: In Alimonda, H.(ed) Ecolog瓊 Pol 璽ica. Naturaleza, Sociedad y Utop瓊. Buenos Aires: CLACSO. 2002.

AMBIENTAL, Brasília. Website Governo do Distrito Federal. 2018. Disponível em: <https://www.ibram.df.gov.br/atropelamento-de-fauna-no-mundo-em-numeros/>.Acesso: 9 de Julho de 2023.

BARRETTO FILHO, Henyo Trindade. Da nação ao planeta através da natureza: uma abordagem antropológica das unidades de conservação de proteção integral na Amazônia brasileira. 2001. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BILAC, Roberto Platini Rocha; ALVES, Agassiel de Medeiros. Crescimento urbano nas áreas de preservação permanente (APPs): um estudo de caso do leito do rio Apodi/Mossoró na zona urbana de Pau dos Ferros-RN. GEOTemas, v. 4, n. 2, p. 79-95, 2014.

BOFF, Leonardo. Sustentabilidade: o que é-o que não é. Editora Vozes Limitada, 2017.

BRASIL, L. E. I. 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o art, v. 225, n. 1, 2000. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm#:~:text=LEI%20No%209.985%2C%20DE%2018%20DE%20JULHO%20DE%202000.&text=Regulamenta%20o%20art.,Natureza%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%AAncias.>. Acesso em: 29 de jul. de 2023.

CAMPOS, J. O.; SANTOS, J. N.; SALVADOR, M. S. S.; LIMA, V. R. P. Análise e propagação dos efeitos de borda no Parque Estadual Mata do Pau–Ferro, Areia–PB. Revista Geográfica Acadêmica, v. 12, n. 2, p. 21-36, 2018.

NORONHA, Saulo. Projeto de Lei n° 325/ 2020. Autoriza a Prefeitura Municipal de Campina Grande a recriar o Parque Municipal Serra da Borborema, e dá outras providências. Paraíba: Câmara Municipal de Campina Grande, 10 dez. 2020. Disponível em: <file:///home/chronos/u-4df6b4ed1325ec6f8785c09cd2eb7ddec7d94d66/MyFiles/Downloads/Lei%20que%20recria%20o%20parque.pdf>. Acesso em: 7 de ago. de 2023.

CAVALHEIRO, Larissa Nunes; ARAUJO, Luiz Ernani Bonesso de. A sociobiodiversidade refletida no complexo contexto da multiculturalidade de saberes. Veredas do Direito: Direito Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, v. 12, n. 23, p. 19, 2015.

CBEE. Atropelômetro, 2023. Disponível em: <http://cbee.ufla.br/portal/atropelometro/>. Acesso em: 05 de Julho de 2023.

COSTA L.P. et al. Mammal Conservation in Brazil. Conservation Biology, 19(3): 672-679, 2005.

DELAMÔNICA, Patricia; LAURANCE, F. William; LAURANCE, Susan. A Fragmentação da Paisagem, 2001. Website Ecologia da USP. Disponível em: <http://ecologia.ib.usp.br/guiaigapo/images/livro/RioNegro09.pdf>. Acesso em: 9 jul. 2023.

DEMATTÊ FILHO, Luiz Carlos. Sistema agroalimentar da avicultura fundada em princípios da Agricultura Natural: multifuncionalidade, desenvolvimento territorial e sustentabilidade. 2014. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

DRAMSTAD, W. E., OLSON, J. D.; FORMAN, R. T. T. Landscape Ecology principles in landscape architecture and landuse planning. Washington: Island Press; Harvard University, 1996.

FERREIRA, Leila da Costa. Idéias para uma sociologia da questão ambiental no Brasil. Annablume, 2006.

FIGUEIREDO, L.F.A. de. Perda da biodiversidade In: HAMMES, V.S. (Org.) Educação ambiental para o desenvolvimento sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. v.4, p.44-46.

FIGUEIRÓ, Adriano. Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza. Oficina de Textos, 2015.

FIGUEIRÓ, A.S. Mudanças ambientais na interface floresta - cidade e propagação de efeito de borda no Maciço da Tijuca - Rio de Janeiro - RJ. Rio de Janeiro, 2005. Tese (Doutorado em Geografia)- Programa de Pós-Graduação em Geografia, UFRJ, 2005.

FIGUEIRÓ, Adriano Severo; NETTO, Ana Luiza Coelho. Impacto Ambiental ao Longo de Trilhas em Áreas de Floresta Tropical de Encosta: Maciço da Tijuca, Rio de Janeiro-RJ. Mercator - Revista de Geografia da UFC, v. 8, n. 16, p. 187-200, 2009.

FRANCISCO, P. R. M. Classificação e mapeamento de mecanização das terras do estado da Paraíba utilizando sistema de informações geográficas. 107 f. Dissertação (Mestrado em Manejo e conservação do Solo e Água). Areia: UFPB/CCA, 2010.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. Planejamento ambiental para a cidade sustentável. Annablume Editora, 2000.

GANEM, Roseli Senna. Conservação da biodiversidade: legislação e políticas públicas. Edições Câmara, 2011.

LEUZINGER, Márcia Dieguez. Natureza e cultura: direito ao meio ambiente equilibrado e direitos culturais diante da criação de unidades de conservação de proteção integral e domínio público habitadas por populações tradicionais. 2007.

LIMA-RIBEIRO, Matheus de Souza. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasil. Acta Botanica Brasilica, v. 22, p. 535-545, 2008.

NISHI, Edson. Avaliação da fragmentação da cobertura vegetal a bacia do Ribeirão João. Goiás-região Centro-Oeste. 2008.

OLIVEIRA, Francisco NS; FREIRE, F.; DE AQUINO, A. R. L. Bioindicadores de impacto ambiental em sistemas agrícolas orgânicos. 2004.

PACIENCIA, Mateus LB; PRADO, Jefferson. Efeitos de borda sobre a comunidade de pteridófitas na Mata Atlântica da região de Una, sul da Bahia, Brasil. Brazilian Journal of Botany, v. 27, p. 641-653, 2004.

PRATES, Ana Paula Leite et al. Unidades de conservação costeiras e marinhas de uso sustentável como instrumento para a gestão pesqueira. Áreas Aquáticas Protegidas como um Instrumento de Gestão Pesqueira. Brasília: Núcleo da Zona Costeira e Marinha, Ministério do Meio Ambiente (Eds.). artesanal: potencialidades e obstáculos no litoral do Estado de Santa Catarina. Ambiente & Sociedade, Campinas, v. 9, n. 2, p. 83-87, 2007.

SALLES, Maria Clara Torquato; GRIGIO, Alfredo Marcelo; SILVA, Márcia Regina Farias da. Expansão urbana e conflito ambiental: uma descrição da problemática do município de Mossoró, RN-Brasil. Sociedade & Natureza, v. 25, p. 281-290, 2013.

SAMPAIO, Rita Camila Nobre. Efeito de borda em um fragmento de floresta estacional semidecidual no interior do estado de São Paulo. 2011.

SOUZA, Alexsandro Silva; FRANCISCO, Paulo Roberto Megna; MELO, Josandra Araújo Barreto de. Estudo do Impacto Socioambiental na Unidade de Conservação Parque do Poeta. Paraíba: Polêmica, v. 13, n.1. 2014.

SOUZA, Alexsandro Silva; MELO, Josandra Araújo Barreto de; FRANCISCO, Paulo Roberto Megna. Estudo das consequências da expansão imobiliária sobre unidade de conservação ambiental: Um caso do Parque Estadual do Poeta. Polêmica, v. 12, n. 4, p. 799-808, 2013.

SOUZA, A. S. Valoração da Paisagem da Unidade de Conservação Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira -Campina Grande -PB: proposta de ordenamento territorial. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba, 2017.

SOUZA, Alexsandro Silva; LIMA, Valéria Raquel Porto de. Conflitos de uso e ameaças a paisagem da Unidade de Conservação Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira, Campina Grande-PB: uma proposta de intervenção. Revista de Geociências do Nordeste, v. 4, p. 27-49, 2018.

SOUZA, Nádson Ricardo Leite de et al.Análise dos Efeitos na Mata do Buraquinho. João Pessoa-PB: Revista da Casa da Geografia de Sobral (RCGS), v. 21, n. 2, p. 205-217, 2019. Disponível em: <https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/468/392> Acesso em: 24 Jul. 2023.

SOUZA, Renato Santos de. Evolução e condicionantes da gestão ambiental nas empresas. Revista eletrônica de administração, v. 8, n. 6, 2002.

SUDEMA, Ofício n° 5079/2020/vSR(18)/PB=INCRA- Requisita vistoria técnica- Pedindo informações sobre sobreposição do imóvel denominado Fazenda Cardoso c/ o Parque Estadual do Poeta e Repentista Juvenal de Oliveira. Relatório Aerofotogramétrico, 15 de set. 2020.

TABANEZ, A A J e VIANA, V M e DIAS, A S. Consequências da fragmentação e do efeito de borda sobre a estrutura, diversidade e sustentabilidade de um fragmento de floresta de planalto de Piracicaba - SP. Revista Brasileira de Biologia, v. fe 1997, n. 1 , p. 47-60, 1997 Tradução . . Acesso em: 20 jul. 2023.

VERÍSSIMO, Adalberto et al. Áreas Protegidas na Amazônia Brasileira: avanços e desafios. 2011.

Mapeamento do uso e ocupação do solo na microbacia hidrográfica do Açude Tavares II, usando o Google Earth Engine (GEE)

Mapping of land use and occupation in the hydrographic microbasin of Açude Tavares II, using Google Earth Engine (GEE)

Dalva Damiana Estevam da Silva
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-5882-3091
dalvaestevampb@gmail.com

Lázaro Avelino de Sousa
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-6505-1288
lazaroavelino@hotmail.com

Fábio Remy de Assunção Rios
Centro Universitário UNIFACISA
https://orcid.org/0000-0002-1630-2420
fabioremy@gmail.com

Sérgio Murilo dos Santos Araújo
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-9599-4383
sergiomurilosa.ufcg@gmail.com

Resumo: O objetivo desse trabalho foi mapear o uso e ocupação do solo na microbacia do Açude Tavares II, usando o Google Earth Engine. Na metodologia usou-se o modelo digital de elevação, gerado a partir de imagens de radar do Alos Palsar, baixadas na plataforma Alaska Satelitte Facility no EarthData/Nasa, com resolução espacial de 12,5 m, usadas para delimitação da microbacia e obtenção da drenagem. As imagens do uso e ocupação do solo foram obtidas por meio do Projeto Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil - MapBiomas. Foram adquiridas e analisadas imagens dos anos de 1985, 1997, 2009 e 2021, processadas no QGIS. As classes analisadas foram: formação florestal, formação campestre, pastagem, mosaico de usos, área urbanizada, outras áreas não vegetadas, corpos hídricos e outras lavouras temporárias. Os resultados mostram que a formação florestal teve redução ao longo dos anos, enquanto houve aumento nas áreas de pastagem.

Palavras-chave: Microbacia, MapBiomas, QGIS, Semiárido brasileiro.

Abstract: The objective of this work was to map land use and land cover in the Açude Tavares II watershed using Google Earth Engine. The methodology involved using the digital elevation model generated from radar images from Alos Palsar, downloaded from the Alaska Satellite Facility on EarthData/NASA platform, with a spatial resolution of 12.5 meters. These images were used to delineate the watershed and obtain drainage information. Land use and land cover images were obtained through the Annual Land Cover and Land Use Mapping Project of Brazil - MapBiomas. Images from the years 1985, 1997, 2009, and 2021 were acquired and analyzed using QGIS. The analyzed classes included forest formation, grassland formation, pasture, mosaic of uses, urbanized area, other non-vegetated areas, water bodies, and other temporary crops. The results indicate a reduction in forest formation over the years, accompanied by an increase in pasture areas.

Keywords: Watershed, MapBiomas, QGIS, Brazilian Semiarid.

Introdução

A degradação ambiental é uma das principais consequências do uso desenfreado dos recursos naturais. Dessa forma, a degradação no que diz respeito aos níveis mais graves,

gera diversos impactos, entre eles: sociais, econômicos, culturais, políticos e ambientais que se relacionam e que no decorrer dos anos se intensificam, por meio da redução da cobertura vegetal, perda da fauna silvestre gerando perdas econômicas (SOUSA et al., 2007; SILVA, RIOS e MORAES NETO, 2022).

Entre tantos impactos que podem ser gerados pelo uso e ocupação do solo estão a interferência, bem como, influência nos processos ecológicos e hidrológicos em bacias hidrográficas, que podem gerar inundações, erosão dentre outros efeitos negativos (HENDEL et al., 2017). Por meio de análises é possível verificar a problemática, sendo o planejamento fundamental para detectar a ação antrópica.

O monitoramento do uso e ocupação do solo torna-se essencial para conhecer a realidade de uma região e assim contribuir na busca de soluções dos problemas (TORRES, 2011). Neste sentido, a identificação e o mapeamento dos usos do solo são ações fundamentais para auxiliar no planejamento de ações futuras.

O uso do geoprocessamento pode contribuir por meio do mapeamento de bacias hidrográficas no levantamento e monitoramento dos dados, sendo uma ferramenta relevante. Campos et al., (2019, p. 6) mencionam que o" mapeamento de uma bacia hidrográfica permite estudos e planejamentos de atividades urbanas e rurais, com determinação do uso e ocupação do solo, indicação de áreas propícias à cada uso".

O estudo das tendências futuras da dinâmica temporal do uso e ocupação do solo, tem importante função para o planejamento geoambiental, especialmente em regiões afetadas pela ação antrópica (SANTOS, 2015; XAVIER e SILVA, 2018).

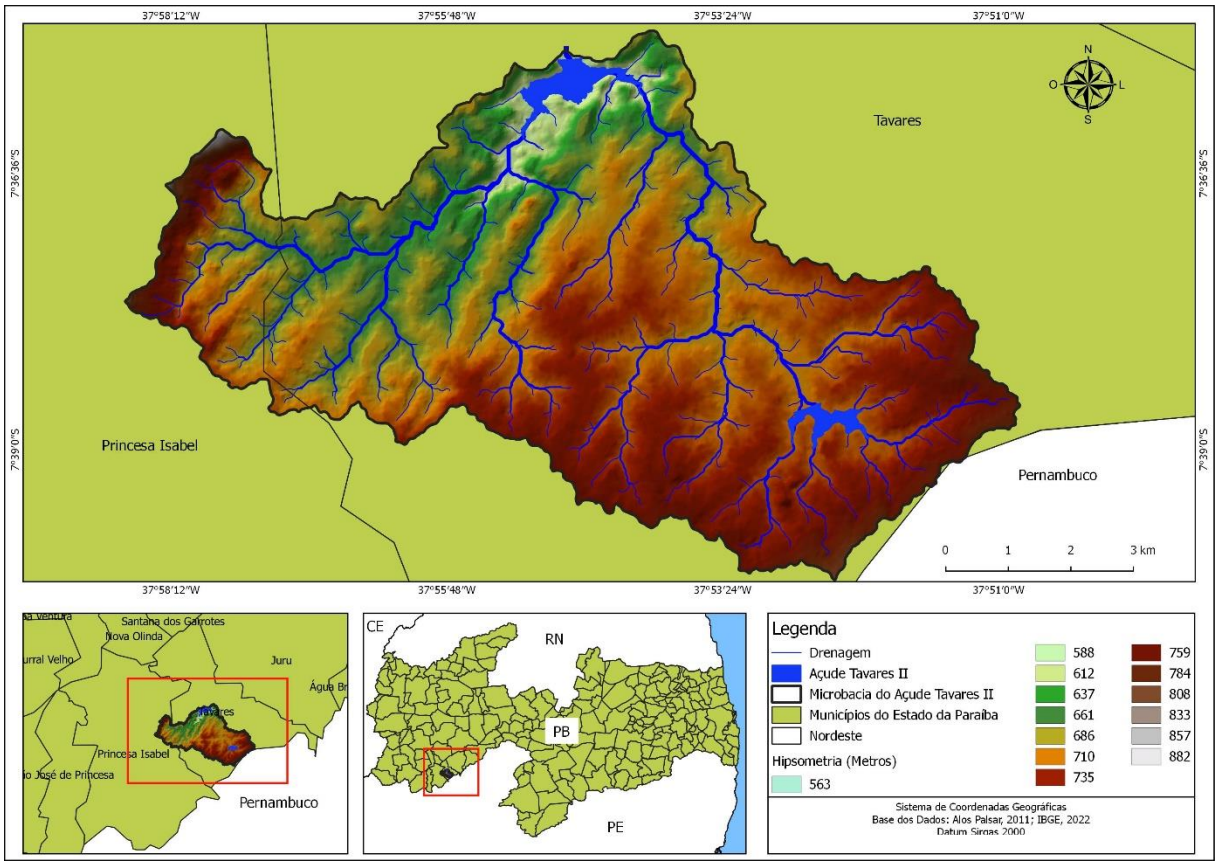
Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi mapear o uso e ocupação do solo na microbacia do Açude Tavares II, usando o Google Earth Engine (GEE). Essa área passa por forte processo de degradação devido as práticas agrícolas inadequadas utilizadas pelos produtores.

Materiais e Métodos

Área de Estudo

A microbacia hidrográfica do Açude Tavares II, está inserida nos domínios da Bacia do Rio Piranhas e Sub-bacia do Rio Piancó. A microbacia abrange dois municípios, Princesa Isabel e Tavares, onde está situada a maior parte. Ocupa área territorial de 62,9 km^2 (Figura 1).

Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Os autores (2023).

A população de ambos os municípios, onde está inserida a microbacia pode ser verificada conforme dados disponibilizados na Tabela 1.

Tabela 1 – População e inserção da área em km e em porcentagem da microbacia por município.

Censo 2022			
Municípios	População total	Área da Microbacia/município (km)	% Microbacia
Tavares	14.101	56,7	90,1
Princesa Isabel	21.114	6,2	9,9

Fonte: Os autores (2023).

A maior parte do território da microbacia, 90,1% está inserida no município de Tavares. O Açude Tavares II é também conhecido popularmente como Cachoeira Lisa, por está situado na localidade de mesmo nome, nas proximidades do Povoado Belém. Atualmente abastece a zona urbana e alguns povoados de Tavares. Possui capacidade de armazenamento de 9.000.000 m^3, porém o volume atual é de 7.831.083 m^3 ou 87,01% (AESA, 2023).

As temperaturas nessa área são elevadas durante o dia, amenizando a noite, apresentando variações entre 23 e 30°C. A pluviometria é considerada baixa e irregular, cujas médias anuais estão em torno de 789,2mm/ano. O clima caracteriza-se por possuir duas estações distintas: a seca e a chuvosa. O índice pluviométrico da microrregião compreendida entre Manaíra e Texeira é maior que o de outras áreas do oeste paraibano devido a variação do relevo. A vegetação corresponde ao Bioma Caatinga, cujas árvores possuem pequeno porte, com cactáceas, arbustos (BELTRÃO et al., 2005).

O relevo da microbacia está inserido na Serra do Teixeira, que por sua vez está incluso no Planalto da Borborema, precisamente na sub-região Cariris de Princesa, cujas altitudes podem ultrapassar os 700 m. A hidrografia possui rede de drenagem intermitente e padrão dendrítico. Os principais tributários são os seguintes riachos: Campos, Canoas, Mocambo, Arara, Tavares e Grande, que constituem afluentes da Sub-bacia do Rio Piacó (BELTRÃO et al., 2005).

Procedimentos Metodológicos

Modelo Digital de Elevação (MDE) e Delimitação da Microbacia Hidrográfica

Para realizar a delimitação da microbacia hidrográfica foram usadas imagens de radar do sensor Alos Palsar – FBS, disponibilizadas na Plataforma Alaska Satelitte Facility no EarthData/NASA (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço), cuja resolução espacial é de 12,5 m.

No pré-processamento inicialmente realizou-se a reprojeção das imagens para o sistema de coordenadas projetadas Sirgas 2000 UTM 24 S. Após a extração dos dados necessários para criar os mapas, que foram gerados em ambiente SIG, usando o Quantum Gis (QGIS 3.16.14) de uso livre e gratuito, foi realizado o processamento dos dados salvos no sistema de coordenadas geográficas Sirgas 2000.

Classificação do uso e ocupação do solo

A classificação do uso e ocupação do solo foi gerada a partir das imagens obtidas no Projeto Mapeamento Anual da Cobertura e Uso do Solo do Brasil (MapBiomas), que usa imagens dos satélites Landsat (TM-5, ETM-7 e OLI 8) para geração dos mapas anuais de uso e cobertura do solo dos biomas do Brasil (MAPBIOMAS, 2020).

Na plataforma Google Earth Engine (GEE), é realizado todo o processamento das imagens Landsat, como também a automatização e distribuição. A plataforma contém a base de todos os processamentos desenvolvidos pelo MapBiomas conforme cada bioma brasileiro. Ainda utiliza procedimentos específicos que selecionam e avaliam os dados que serão processados e métodos estatísticos que diagnosticam a mudança de cobertura do solo ao

longo do tempo e espaço (MAPBIOMAS, 2020; DIAS, ALBUQUERQUE e RODRIGUES, 2020).

O MpaBiomas disponibiliza várias coleções, são imagens históricas que vão desde o ano de 1985 até 2021. A coleção 7.1 é a mais recente disponibilizada no GEE. São imagens que auxiliam na detecção da degradação ambiental por bioma do Brasil, são utilizadas no monitoramento dessas áreas.

Para esse estudo foram adquiridas 4 imagens da coleção 7.1, sendo uma atualização da coleção 7.0 lançada em agosto de 2022. As imagens obtidas para a análise do uso e cobertura do solo são equivalentes aos anos de 1985, 1997, 2009 e 2021, sendo baixadas e recortadas em ambiente GEE, após a inserção do shapefile da delimitação da microbacia. Foram baixadas com os arquivos rasters, um arquivo no formato SCV contendo a quantidade numérica de cada classe.

Após esses procedimentos, realizou-se no QGIS o processamento de mudança de cores de acordo com a paleta de cores disponibilizadas no site do MapBiomas (Tabela 2).

Tabela 2 – Classes de uso e ocupação do solo e indicadores da paleta de cores do MapBiomas.

Classes de Usos	ID
Formação Florestal	4
Formação Campestre	12
Paisagem	15
Mosaico de Cores	21
Área Urbanizada	24
Outras Áreas não Vegetadas	25
Corpos Hídricos	33
Outras Lavouras Temporárias	41

Fonte: Os autores (2023).

A mudança das cores das imagens baixadas no GEE, foram realizadas no QGIS na opção Simbologia em Paletizada/Valores únicos, clicando em Classificar, logo após em Cor inserindo a coloração especificada na paleta de cores para cada classe de usos, em conformidade com o ID.

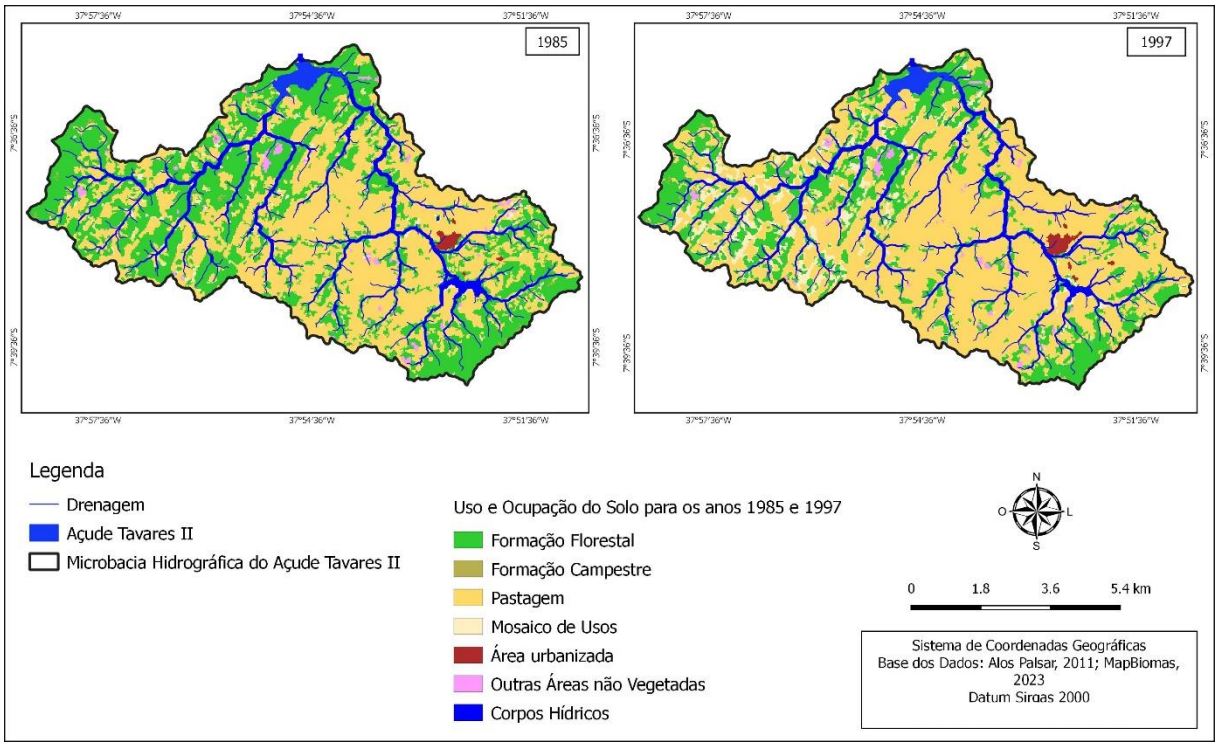
Resultados e Discussão

Uso e ocupação do solo na microbacia hidrográfica do Açude Tavares II

Para o mapeamento do uso e ocupação do solo na microbacia foram utilizadas imagens de satélite provindas do MapBiomas por meio da plataforma Google Earth Engine

referente aos anos de 1985, 1997, 2009 e 2021. Foram criados quatro mapas distintos com 8 classes de usos: formação florestal, formação campestre, pastagem, mosaico de usos, área urbanizada, outras áreas não vegetadas, corpos hídricos e outras lavouras temporárias (Figura 2).

Figura 2 – Uso e ocupação do solo na microbacia do Açude Tavares II, para os anos de 1985 e 1997.



Fonte: Os autores (2023).

Nos mapas referentes aos anos de 1985 e 1997, verifica-se que a cobertura vegetal reduziu no ano de 1997. Essas áreas na grande maioria são desmatadas para dar espaço a prática da agricultura e da pecuária, atividades comuns no município, onde situa-se a microbacia. Acompanham essa redução as classes outras áreas não vegetadas e corpos hídricos.

Os dados evidenciam que classes como pastagem, mosaico de usos e área urbanizada apresentaram aumento. A única classe que manteve os valores foi a formação campestre, não havendo redução ou aumento (Tabela 3).

Tabela 3 – Classes de uso e ocupação do solo para os anos de 1985 e 1997.

Classes de uso e ocupação do solo	Área				Diferença
	1985 (ha)	%	1997 (ha)	%	(ha)
Formação florestal	28,1	44,7	16,5	26,3	<11,6
Formação campestre	0,1	0,2	0,1	0,2	-
Pastagem	32	51	40,9	65	>8,9
Mosaico de usos	1,2	1,9	4,0	6,4	>2,8
Área urbanizada	0,2	0,3	0,4	0,6	>0,2
Outras áreas não vegetadas	0,7	1,1	0,6	1,0	<0,1
Corpos hídricos	0,5	0,8	0,3	0,5	<0,2
Total	**62,8**	**100**	**62,8**	**100**	**-**

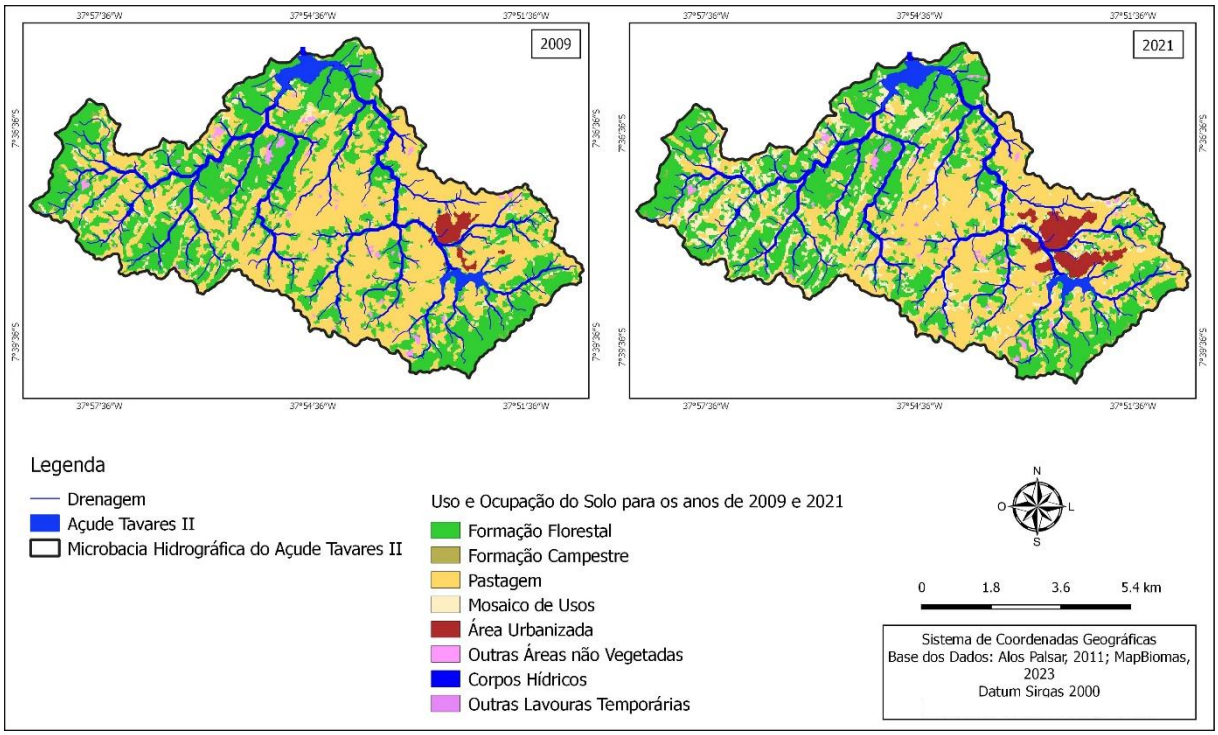
Fonte: Os autores (2023).

O comparativo entre os anos de 1985 e 1997 mostram a diferença entre as classes de usos do solo com relação a formação florestal havendo redução de 11,6 hectares, outras áreas não vegetadas também diminuíram 0,1 hectares, como ainda os corpos hídricos com 0,2 hectares. A pastagem teve acréscimo de 8,9 hectares, assim, esses dados mostram que essa classe cresceu, juntamente com o mosaico de usos que apresentou 2,8 hectares e a área urbanizada com 0,2 hectares.

Nessa região, destacam-se os cultivos temporários como milho, feijão e mandioca. Os agricultores realizam práticas agrícolas inadequadas, além disso, tem-se a falta de manejo do solo com consequente esgotamento desse recurso. Para Silva, Felizmino e Oliveira (2015, p. 155), o “uso de práticas de manejo do solo inadequadas tem contribuído para a degradação ambiental”, na área municipal e consequentemente na microbacia. A exaustão do solo devido a práticas agrícolas no município ocorre há décadas.

Nos mapas correspondentes aos anos de 2009 e 2021, observa-se o expressivo aumento da urbanização (Figura 3).

Figura 3 – Uso e ocupação do solo na microbacia do Açude Tavares II, para os anos de 2009 e 2021.



Fonte: Os autores (2023).

Com relação ao uso e ocupação do solo para os anos de 2009 e 2021, as classes que tiveram aumento foram: o mosaico de usos e a área urbanizada. O mosaico de usos conforme a metodologia do MapBiomas refere-se as áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura (MAPBIOMAS, 2019).

As classes formação vegetal, pastagem, outras áreas não vegetadas e corpos hídricos tiveram redução. A classe formação campestre manteve o índice e outras lavouras temporárias apresentou 0,07 hectares, não havendo dados anteriores registrados para comparar (Tabela 4).

Tabela 4 – Classes de uso e ocupação do solo para os anos de 2009 e 2021.

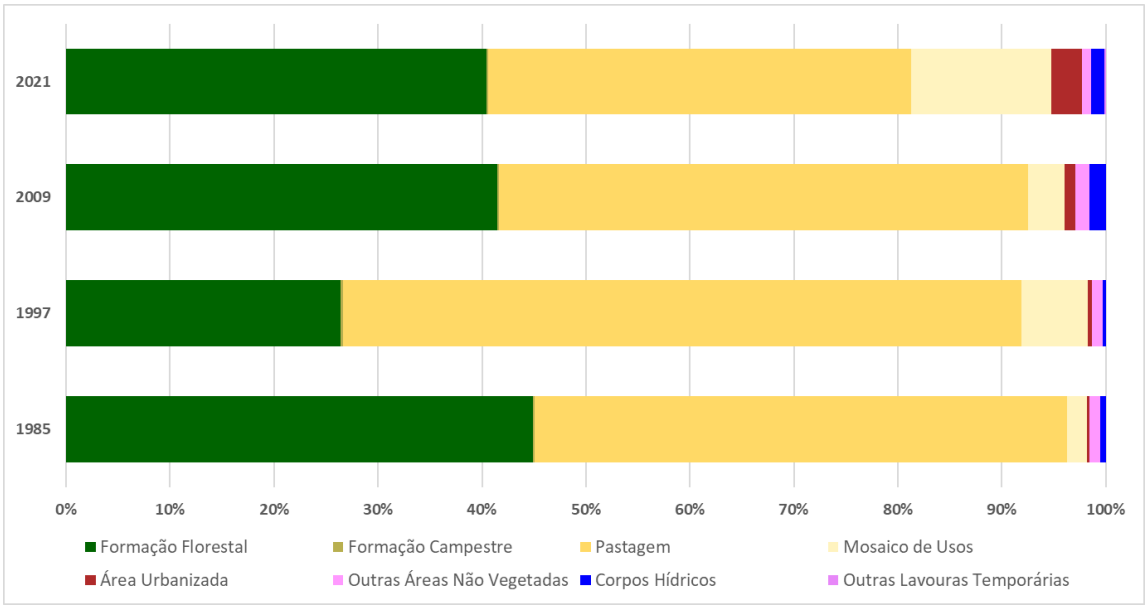
Classes de uso e ocupação do solo	Área				Diferença
	2009 (ha)	%	2021 (ha)	%	(ha)
Formação florestal	26,1	41,5	25,4	40,4	<0,7
Formação campestre	0,1	0,1	0,1	0,2	-
Pastagem	32	50,9	25,6	40,7	<6,4
Mosaico de usos	2,2	3,5	8,5	13,5	>6,3
Área urbanizada	0,7	1,1	1,8	2,9	>1,1
Outras áreas não vegetadas	0,8	1,3	0,6	0,9	<0,2
Corpos hídricos	1,0	1,6	0,8	1,3	<0,2
Outras lavouras temporárias	-	-	0,07	0,1	-
Total	**62,9**	**100**	**62,9**	**100**	**-**

Fonte: Os autores (2023).

A diferença das classes de uso do solo no comparativo entre os anos de 2009 e 2021 indicam perda de 0,7 hectares na classe formação florestal, a classe pastagem, outras áreas não vegetadas e corpos hídricos tiveram respectivamente 6,4, 0,2 e 0,2 hectares a menos. As únicas classes que se destacaram positivamente foram o mosaico de usos com 6,3 hectares e a área urbanizada com 1,1 hectares. A formação campestre não teve alteração nos índices. Outras lavouras temporárias não apresentaram valores para o comparativo.

Com relação as porcentagens por classes de uso e ocupação do solo para os quatro anos podem ser verificadas na figura abaixo.

Figura 4 – Porcentagem das classes de usos e ocupação do solo para os anos de 1985, 1997, 2009 e 2021.



Fonte: Os autores (2023).

No comparativo entre os quatro anos verificou-se que as classes que tiveram maior índice foram pastagem que aumentou nos anos de 1985 (51%) e 1997 (65%), reduzindo nos anos de 2009 (50,9%) e 2021 (40,7%). Outra classe a formação florestal apresentou índice de 44,7% no ano de 1985, reduzindo no ano de 1997 (26,3), voltando a crescer no ano de 2009 (41,5), diminuindo novamente no ano de 2021 (40,4%). A formação campestre não teve grandes variações mantendo-se com 0,2%nos anos de 1985, 1997 e 2021, diminuindo no ano de 2009 para 0,1%.

O mosaico de usos que diz respeito a áreas com agricultura ou pastagem apresentou 1,9% no ano de 1985, tendo crescimento no ano de 1997 (6,4%), havendo decréscimo no ano de 2009 (3,5%), tendo alta no ano de 2021 (13,5%). A área urbanizada expandiu-se nos anos de 1985 (0,2%), 1997 (0,4%), 2009 (1,10%) e 2021 (2,9%). As classes outras áreas não vegetadas e corpos hídricos variaram entre os respectivos anos. Outras lavouras temporárias apresentam valores somente para o ano de 2021.

Considerações Finais

O mapeamento do uso e ocupação do solo na microbacia hidrográfica do Açude Tavares II revelou alto grau de antropização, com o avanço das áreas de pastagem, da área urbanizada e das áreas de uso agropecuário (mosaico de usos) sobre as formações florestais.

A prática agropecuária na microbacia mostrou-se o principal fator impactante no uso e ocupação do solo, levando a degradação das áreas de floresta nativa. Nota-se que a pecuária tem maior impacto do que a agricultura, visto que os maiores percentuais de área ocupada dizem respeito as áreas de pastagem, sendo que as lavouras temporárias permaneceram praticamente estáveis nos anos analisados.

Referências

AGÊNCIA EXECUTIVA DE GESTÃO DAS ÁGUAS DO ESTADO DA PARAÍBA – AESA. Volume dos açudes. 2023. Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/monitoramento/. Acesso em: 03 ago. 2023.

BELTRÃO, B. A; MASCARENHAS, J. C; MORAIS, F; MIRANDA, J. L. F; SOUSA JÚNIOR, L. C; MENDES, V. A. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por água subterrânea – Estado da Paraíba: Diagnóstico do município de Princesa Isabel. Recife. CPRM/PRODEEM, 2005. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/16446/1/Rel_Tavares.pdf. Acesso em: 11 ago. 2023.

CAMPOS, S; CAVASINI, R; SOARES, M. C. E; GRANATO, M; SILVA, M. G. Uso e ocupação da terra na microbacia do Córrego Capivari – Botucatu, SP, de 1962 a 2006. In: Sérgio Campos, Marcelo Campos, Tiago Makoto Otani, Flávia Luize Pereira de Souza, Mateus de Campos Leme, thyellem Lopes de Souza (Org). SIG aplicado no diagnóstico do uso e

ocupação do solo de microbacias hidrográficas. 1.ed. Ponta Grossa – PR: Atena Editora, 2019. Disponível em: https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/sig-aplicado-no-diagnostico-do-uso-e-ocupacao-do-solo-de-microbacias-hidrograficas. Acesso em: 11 ago. 2023.

DIAS, D. S; ALBUQUERQUE, R. L. O; RODRIGUES, R. S. S. Evolução temporal do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do Rio Parauapebas, Pará. Journal of Hyperspectral Remote Sensing, v. 10, n.3, 2020, 122-129.

MAPBIOMAS. Visão geral da metodologia. 2020. Disponível em: https://mapbiomas.org/visao-geral-da-metodologia. Acesso em: 03 ago. 2023.

MAPBIOMAS. Descrição de Legenda – Coleção 7.0. 2019. Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/downloads/Legenda_Cole%C3%A7%C3%A3o_7_-_Descri%C3%A7%C3%A3o_Detalhada_-_PDF_PT.pdf. Acesso em: 11 ago. 2023.

SANTOS, J. Y. G. Implicações das mudanças do clima e uso e ocupação do solo nos processos hidrossedimentológicos da bacia do rio Tapacurá. Recife-PE. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco. 2015. 210p.

SILVA, D. D. E; FELIZMINO, F. T. A; OLIVEIRA, M. G. Avaliação da degradação ambiental a partir da cultura do feijão no município de Tavares-PB. **Holos** (Natal Online), v. 8, p. 148-165, 2016.

SILVA, D. D. E; RIOS, F. R. M; MORAES NETO, J. M. Análise dos níveis de degradação das terras do município de Princesa Isabel-PB. In: Anderson da Silva Marinho; Giovanna de Castro Silva; Adryane Nogueira Gorayeb Caetano; Leonardo Azevedo Serra; Carlos Henrique Spochaki; Francisco Davy Braz Rabelo (Org). GEOTECNOLOGIAS E CARTOGRAFIA SOCIAL APLICADAS AO PLANEJAMENTO E GESTÃO TERRITORIAL. 2ed. São Luís: EDUFMA, 2022, v. II, p. 111-121. Disponível em: https://sigaa.ufma.br/sigaa/public/programa/documentos_stricto.jsf?lc=pt_BR&idPrograma=1539&idTipo=7. Acesso em: 11 ago. 2023.

TORRES, D. R. A análise multitemporal do uso da terra e cobertura florestal com dados dos satélites LANDSAT e ALOS. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. 2011. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/8688/TORRES%2c%20DANIELA%20RICALDE.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 11 ago. 2023.

XAVIER, A. P. C; SILVA, R. M. Modelagem temporal dinâmica do uso e ocupação do solo baseado em SIG para a bacia do Rio Tapacurá (PE). Geociências (SÃO PAULO, ONLINE), V. 37, P. 193-210, 2018.

A Ocupação na Amazônia Maranhense e as Implicações de Uso na Cobertura Vegetal

Occupation in the Amazônia Maranhense and the Implications of Use on Vegetation Cover

Débora Frazão Ferreira
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0001-6890-934
ferreiradeboraa05@gmail.com

Luiz Carlos Araújo dos Santos
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0001-5713-0269
luizcarlos.uema@gmail.com

Rafael Brugnolli Medeiros
Universidade Federal da Grande Dourados
0000-0003-0419-655
rafael_bmedeiros@hotmail.com

Resumo: A Amazônia integra 34% do território maranhense, mediante isso, exploração dos seus recursos naturais para atender as necessidades humanas, tornou-se cada vez mais frequente e alarmantes. É neste contexto que se insere os estudos sobre a ocupação da Amazônia Maranhense, um setor do Estado em que há uma inserção massiva de atividades que alteram de modo significativo a dinâmica e inter-relações dos componentes naturais. Partindo desse pressuposto, o presente artigo tem como objetivo discutir as relações entre o processo histórico de ocupação no território amazônico, aliados as técnicas de geoprocessamento e sensoriamento para a identificação das mudanças ocorridas neste recorte temporal. Assim, este trabalho está dividido da seguinte forma: primeiro, discute-se o processo histórico de ocupação; Em seguida, a mudança na cobertura da terra no intervalo de 35 anos; e por fim, as implicações de uso que surgiram em decorrência da historiografia da ocupação no território amazônico. Os resultados evidenciaram que desde o ano de 1985 já eram visíveis a modificação da paisagem em decorrência da implementação de projetos de desenvolvimento da Amazônia, atividades agropecuárias e extrativistas na região. Contudo, ao longo dos 35 anos, a cobertura do bioma passou por significativas mudanças, sobretudo no meio florestal, que atualmente integra apenas 44% da cobertura vegetal. Esta redução ocasionou algumas implicações de uso, tais como, desmatamento, a destruição das matas ciliares, ocupações irregulares e diversas formas de uso.

Palavras-chave: Amazônia Maranhense; Ocupação; Uso.

Abstract: The Amazon comprises 34% of Maranhão's territory, therefore, exploitation of its natural resources to meet human needs has become increasingly frequent and alarming. It is in this context that studies on the occupation of the Maranhão Amazon are inserted, a sector of the State in which there is a massive insertion of activities that significantly alter the dynamics and interrelationships of the natural components. Based on this assumption, this article aims to discuss the relationships between the historical process of occupation in the Amazon territory, combined with geoprocessing and sensing techniques to identify the changes that occurred in this time period. Thus, this work is divided as follows: first, the historical process of occupation is discussed; Then the change in land cover over the 35-year interval; and finally, the implications of use that arose as a result of the historiography of occupation in the Amazonian territory. The results showed that since 1985, changes in the landscape were already visible due to the implementation of development projects in the Amazon, agricultural and extractive activities in the region. However, over the 35 years, the coverage of the biome has undergone significant changes, especially in the forest environment, which currently comprises only 44% of the vegetation cover. This reduction caused some use implications, such as deforestation, destruction of riparian forests, irregular occupations and various forms of use.

Keywords: Maranhão Amazon; Occupation; Use.

Introdução

Para Ross (1991), os estudos ambientais prescindem dos mesmos princípios da geografia, os quais buscam entender as relações das sociedades humanas com os seus modos de vida, padrões sociais, culturais, econômicos, os meios de apropriação dos recursos naturais e de suas interações com a natureza. Percebe-se que os estudos ambientais e a ciência geográfica caminham juntos na busca pela compreensão da relação entre a sociedade e natureza, visando à proposição de caminhos que permitam um desenvolvimento social/econômico na qual o ambiente não seja o grande prejudicado.

Desta forma, compreende-se que a Ciência Geográfica tem seu alicerce na interface Sociedade e Natureza e, por muitos séculos, a visão newtoniana-mecanicista-cartesiana trouxe a análise dos objetos de maneira simples e igualitária e não das relações entre eles tomou conta do contexto científico, fazendo com que ocorresse uma desconsideração do que havia de mais rico na natureza, as conexões e inter-relações entre os fenômenos (SILVA, 2010), isso resultou em uma inevitável fragmentação, não só do conhecimento científico, mas das análises ambientais.

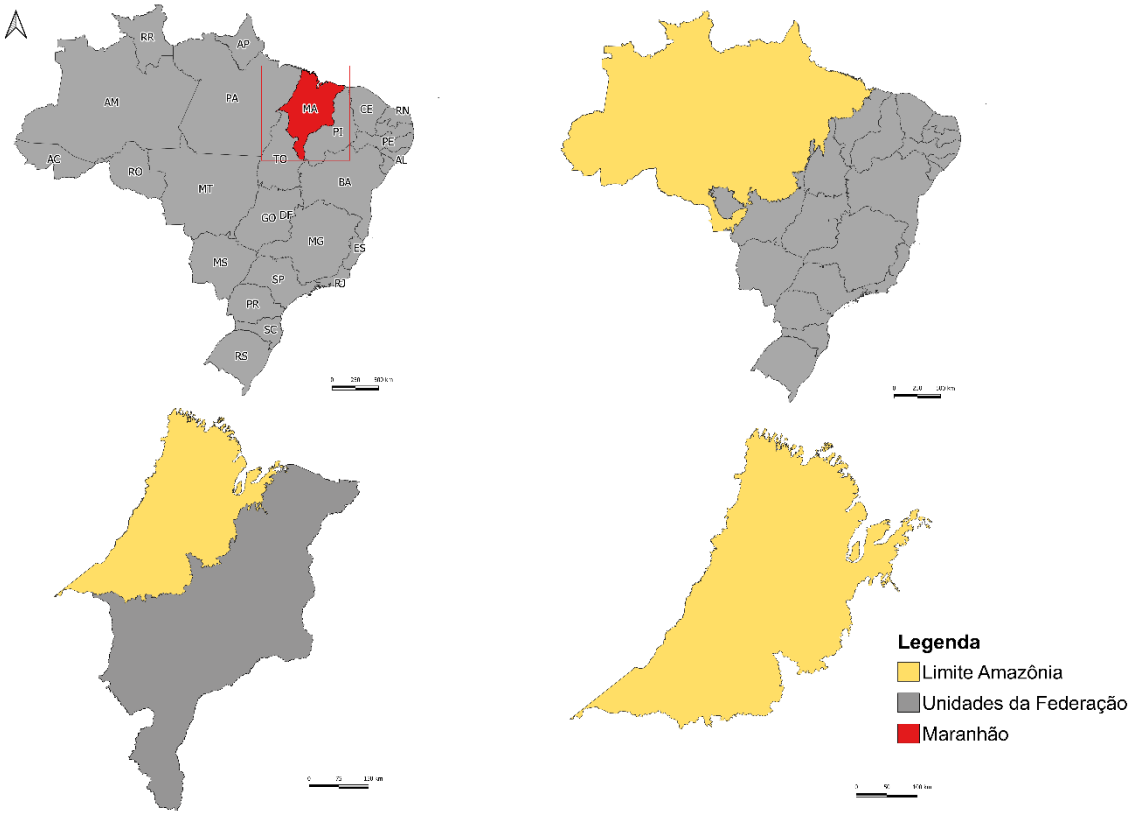
É neste contexto que se insere os estudos sobre a ocupação da Amazônia Maranhense, uma região que representa 3,4% de toda a Amazônia brasileira (Figura 1) e enfrenta uma inserção massiva de atividades que alteram de modo significativo a dinâmica e inter-relações dos componentes naturais. No território maranhense, o uso antrópico permeia desde o século passado, condicionados ao desmatamento para à retirada das vegetações nativas, por muitas vezes ocorrentes de forma ilegal, e consequentemente de forma não planejada, sem levar em consideração a saturação dos recursos naturais. Fato que inevitavelmente deixa suas áreas vulneráveis, seja para a pecuária, agricultura e/ou urbanização.

Desde a década de 1960, segundo Prates e Bacha (2010), descrevem que a cobertura vegetal na região oeste do Maranhão e leste do Pará foi reduzida a apenas um quarto da superfície, sobretudo para dar lugar a pecuária, agricultura, urbanização e retirada ilegal de madeira para atender as necessidades humanas. Se por um lado isso gerou benefícios econômicos, com a contribuição para o crescimento demográfico, por outro fomenta a pobreza, violência e degradação ambiental. Dessa forma, o que restou da floresta amazônica se tornou um patrimônio natural da humanidade, dada sua importância, não só pelos ciclos biogeoquímicos, como na regulação do clima regional e global (MALHI et al., 2008).

Sendo assim, este artigo vislumbra-se analisar o contexto histórico da ocupação no território amazônico, levando em consideração os principais acontecimentos que levaram a

tal modificação. Para evidenciar tais mudanças e seus impactos, os dados serão identificados e analisados através das técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, conforme assemelha-se a Cardoso (2004), o sensoriamento remoto e geoprocessamento constituem-se em técnicas fundamentais para a manutenção de registros do uso da terra ao longo do tempo.

Figura 1 - Localização da Amazônia Maranhense.



Elaboração: FERREIRA,2023.

Metodologia

Para mapear o uso e cobertura da terra existente na bacia hidrográfica do rio Pindaré, adotou-se uma classificação não supervisionada através do mosaico de imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, para as imagens de 1984 à 2011; satélite Landsat 8, sensor Operational Land Imager (OLI) para imagens mais recentes (2020), disponíveis gratuitamente no Catálogo de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e no Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS. Todas as imagens foram analisadas e processadas em ambiente SIG, além de saídas de campo para comprovação da realidade terrestre com a classificação realizada em plano virtual. Também foi adotado a base de dados disponíveis no MapBiomas, a fim de comparar e agregar os resultados obtidos. Esta plataforma fornece dados matriciais do uso e cobertura da terra para todo o Brasil, do ano de 1985 até 2020, baseado na coleção

6. No qual são produzidos a partir dos mosaicos Landsat, sendo realizadas as classificações que resultam nos mapas de cobertura e uso da terra para cada ano. Dentro da lógica proposta pelo MapBiomas os mapas são atualizados uma vez que houver um aperfeiçoamento nos algoritmos de classificação. A metodologia de classificação é dinâmica e processual, com a finalidade de aperfeiçoar a classificação de cada tipologia.

Por fim, realizou-se um trabalho de campo com o objetivo de identificar os principais locais mais impactados pela ação antrópica na região. A validação foi realizada o auxílio do Drone DJI MAVIC 3.

Resultados E Discussão

I) Contexto Histórico

Analisando a historiografia da ocupação no território maranhense, e consequentemente na Amazônia maranhense, é importante salientar as primeiras formas de ocupação nesse território, sendo a ocupação norte e sul. De acordo com Trovão (2016) a frente de ocupação norte ocorreu com a finalidade de expulsar os franceses do solo maranhense e iniciar o processo de ocupação pelo litoral, através do acesso hidroviário nos rios genuinamente maranhense, isto é, Pindaré, Munim, Mearim e Itapecuru. Outrossim, ocorreu na frente de ocupação sul, através do meio geográfico, sob influência dos vaqueiros e tendo como base a pecuária, entrou pelo interior maranhense a partir de 1730 e ocupou os campos naturais do Sul do Maranhão, recebendo assim, a denominação de Pastos Bons. Ambas as frentes colaboraram para o processo de ocupação no território amazônico, em consequência disso, a devastação inicia-se no mesmo período em decorrência das atividades econômicas basear-se na agroexportação e na pecuária extensiva.

Por conseguinte, na década de 1950, o Maranhão foi integrado à Amazônia legal e consequentemente, ao plano de desenvolvimento com a política dos grandes projetos do Estado (empreendimentos agrícolas, pecuários, minerais, madeireiros, etc) e da expansão da fronteira agrícola nos espaços da Amazônia, com base na Lei Federal nº 1.806, de 6 de janeiro de 1953. As estratégias governamentais para a ocupação desse território dividiram-se em três momentos: O primeiro vincula-se à construção da rodovia Belém-Brasília (1962), posteriormente a implementação da Lei Estadual de Terras (1969) e pôr fim a implementação do Projeto Grande Carajás em 1985 (MELO, 2019). Através das políticas de desenvolvimento do território amazônico, iniciou-se a construção da BR-010 e 222 interligando a Amazônia a parte do território nacional, concedido através dos incentivos federais no meio rodoviário, priorizados pelo governo de Juscelino Kubitschek (MELO, 2019). Assim, desenvolveu-se a BR- 010 e 222, sendo concluída após 12 anos, em 1974 no regime militar, objetivando a

circulação de pessoas, tropas militares, mercadorias e a circulação da sociedade civil em cidades isoladas, que passaram a ter acesso terrestre pelas rodovias recém construídas (NETO, 2013).

Sendo assim, a implementação deste projeto provocou grandes mudanças na ocupação do território maranhense, sobretudo no meio demográfico, visto que o estado recebeu um grande fluxo migratório advindos do sertão em busca de mudanças na estrutura agrária, buscavam oportunidades de trabalho nas terras devolutas das áreas florestais. Dito isso, observa-se que nesse período houve a supervalorização das terras modificando toda a estrutura do estado, conforme descreve Pereira, 1997:

> A Belém-Brasília assim nasceu. Dali para frente tudo foi muito rápido – a conclusão do desmatamento, a construção da pista e o encascalhamento. Como um milagre a explosão demográfica aconteceu. Nasceram povoados, cresceram aglomerações humanas já iniciadas, surgiram hotéis de beiras de estrada, bordéis, cabarés, e tudo se transformava em outra realidade (PEREIRA, 1997, p. 109).

Isso posto, vale frisar que a Belém-Brasília contribuiu também para o processo de desmatamento na região, visto que a pavimentação estimulou a busca por terras e paralelamente trouxeram danos ambientais gravíssimos para a região. Isto ocorre pela exploração do solo para a extração madeireira, construção de moradias, atividades agropecuárias e de grilagem. Segundo Franklin (2008) destaca:

> [...] com a abertura dessa estrada, uma leva de imigrantes começou a chegar ao território de Imperatriz, ocupando terras devolutas, plantando arroz e formando novos vilarejos. [...] Os primeiros a chegar teriam vindo da região do Mearim, principalmente de São Domingos do Zé Feio e Pedreiras. [...] Outras estradas e muitas pontes foram construídas na gestão de Simplício Moreira, fazendo com que o município saísse do seu secular isolamento terrestre, contra o qual pelejaram desde a fundação os moradores de Santa Teresa. (FRANKLIN, 2008, p. 82).

Em seguida, a lei de concentração de terras, proclamada pelo governo de José Sarney, através da Lei Estadual de Terras nº 2.979, em 1969 também foi reordenamento da ocupação no território maranhense, com a finalidade de expulsar os trabalhadores rurais e atrair os latifundiários a fim de modernizar o campo agrário. “Lei de Terras foi mantida e ampliada, visando entregar as riquezas do estado aqueles que eram considerados os emissários do progresso e da modernidade capitalista: os empresários rurais. E logo após sua homologação, foram criadas as Delegacias de Terras, objetivando disciplinar e organizar a ocupação das terras livres do Maranhão e titular áreas reservadas à colonização” (NETO,2019, p. 5). Deste modo, a supressão da cobertura florestal para outras formas de uso

foi incentivada pelas ações governamentais no estado, degradando cada vez mais o território amazônico.

Em 1970, outro projeto de integração e desenvolvimento da Amazônia, neste cenário se instala o Programa Grande Carajás (PGC), inaugurado em 1985, a Estrada de Ferro Carajás atravessou a Amazônia maranhense ligando o município de São Luís, a Marabá e Parauapebas, localizados no Estado do Pará. A EFC possui 892 KM de extensão, ligando 27 municípios do Pará e Maranhão, sendo que 23 deles correspondem ao estado do Maranhão, especificamente, ao bioma amazônico. A EFC articula mina, porto, transporta minério de ferro, ferro-gusa, manganês, cobre, combustíveis e carvão. Por este fator, inicia-se uma nova dinâmica na ocupação da Amazônia maranhense, visto que o carvão tornou-se um produto de elevado valor econômico, isso provocou mudanças drásticas na ocupação e desmatamento, em que áreas agropecuárias fragmentam a paisagem na porção oeste do estado e a expansão madeireira pressionava as várias terras indígenas e unidades de proteção ambiental, como também atrai os imigrantes de várias regiões do Brasil, sobretudo, do Nordeste, Goiás, Tocantins e do próprio Maranhão, em razão da demanda por mão de obra. Conforme descreve a Moura (2011):

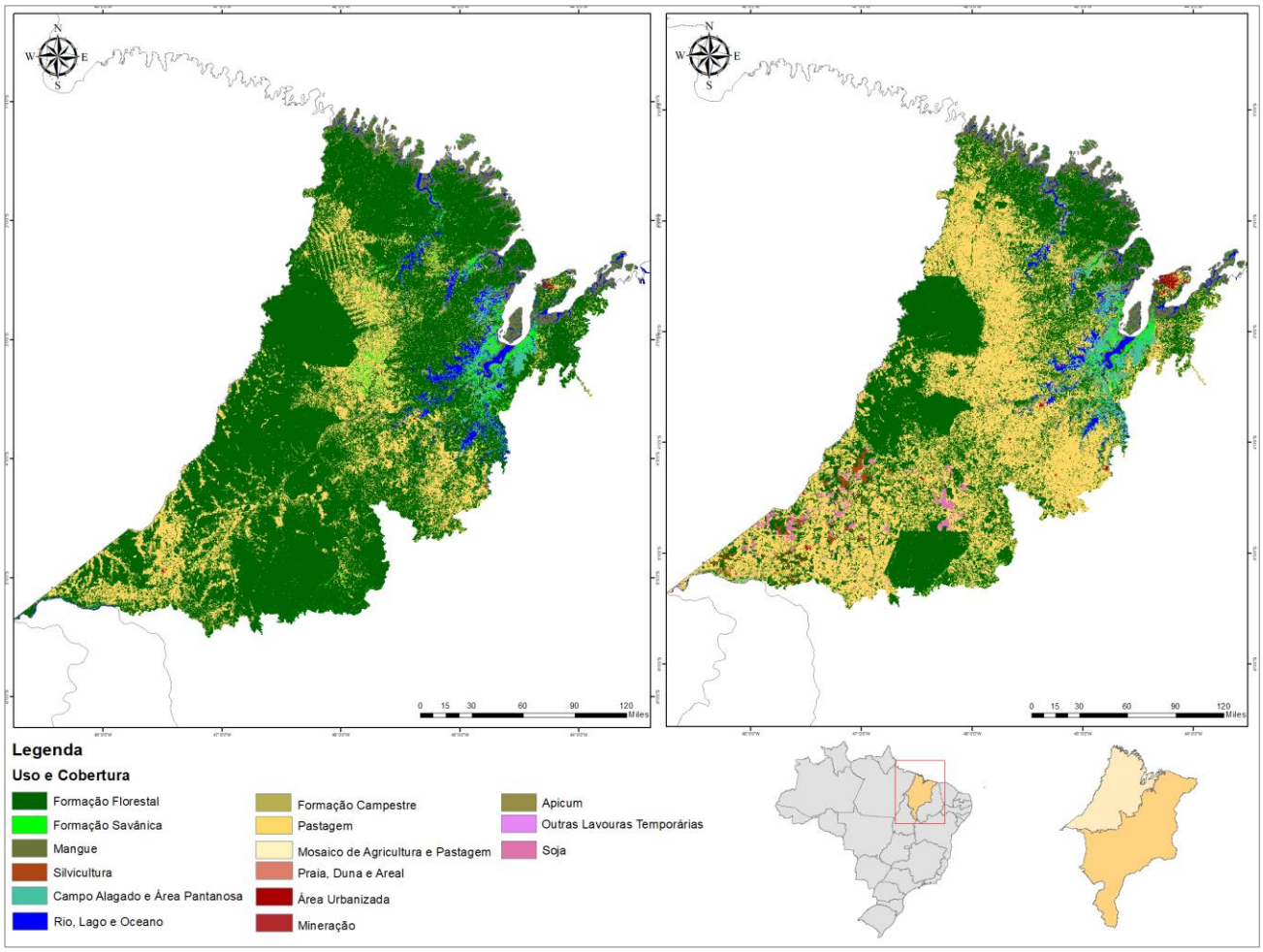
> A implantação, na década de 80, do parque siderúrgico-guseiro de Carajás nesses dois estados, ao longo da ferrovia Carajás-São Luís, adicionando o carvão como produto de elevado consumo, dotou de valor econômico toda e qualquer árvore e fez com que a extração deixasse de ser seletiva, limitada às espécies de maior valor comercial. Tal mudança coincidiu com a expansão da pecuária no Maranhão e com o assentamento de grande número de trabalhadores rurais em toda a região, acompanhando mais ou menos o traçado da ferrovia. (MOURA,2011. P 25).

Segundo Nascimento (2016, p.117) “o PGC incorporou três grandes projetos: o projeto mínero-siderúrgico; o projeto agropecuário e florestal e o projeto de infraestrutura (ferrovias, rodovias, portos e hidrelétricas). Por esse viés, a implantação da Estrada de Ferro Carajás desencadeia um conjunto de impactos para o território amazônico.

II) Uso e Cobertura

Analisou-se os dados de uso e cobertura da terra na Amazônia Maranhense (Figura 2) na série temporal do ano de 1985 ao ano de 2020, com o intervalo de 35 (trinta e cinco) anos.

Figura 2 - Uso e Cobertura da Amazônia Maranhense – 1985 a 2020.



Elaboração: FERREIRA, 2023.

Tabela 1 - Uso e cobertura da Amazônia Maranhense – 1885 a 2020.

Ano	1985		2020	
Classes	Área (km²)	Porcentagem	Área (km²)	Porcentagem
Formação Florestal	787.268	70%	492.161	44%
Formação Savânica	17.385	2%	10.397	1%
Rio, Lago e Oceano	31.569	3%	25.939	2%
Pastagem	206.481	18%	478.283	43%
Apicum	2.510	0%	2.431	0%
Campo Alagado	24.925	2%	30.602	3%
Mineração	100	0%	426	0%
Formação Campestre	12.535	1%	13.300	1%
Silvicultura	0	0%	7.671	1%
Outras Lavouras Temporárias	7	0%	4.450	0%
Praia, Duna e Areal	321	0%	314	0%
Mangue	39.606	4%	39.992	4%
Área Urbanizada	1.256	0%	4.767	0%
Soja	0	0%	13.238	1%

Total	**1.123.963**	**100%**	**1.123.971**	**100%**

Elaboração: Adaptado, 2023.

Observa-se que no primeiro ano havia um predomínio da formação florestal, porém as atividades antrópicas já permeavam em um alto grau de concentração na região, isto ocorre através de três acontecimentos que são de suma importância para o entendimento do desmatamento na Amazônia maranhense, sendo o caso da construção da BR- 222, da política de distribuição de terras e da implementação do projeto Carajás. Através disso, o processo de ocupação antrópica formou-se de modo acelerado, assim como as pressões sobre os recursos naturais foram cada vez mais constantes, principalmente tratando-se das supressões vegetais para a retirada de madeira na região. Conforme MOURA (2011):

> A construção de outra estrada, a BR-222, ligando a rodovia Belém-Brasília a São Luís, favoreceu ainda mais toda essa dinâmica socioeconômica, adicionando novas fronteiras madeireiras e fazendo surgir repentinamente, onde antes só havia floresta, novos povoados e distritos, muitos deles hoje transformados em municípios (MOURA,2011. p 25).

Desta forma, verificou-se que no primeiro ano analisado, em 1985, a classe da cobertura Florestal apresentava uma área de 787.268 km² (Tabela 1), correspondendo a 70% da cobertura na região. Posteriormente, a pastagem ocupava uma área significativa, com 206.481 km², equivalente a 18% da ocupação, concentrando-se ao sul e ao centro norte do território. Em seguida, surgem as classes formadas por mangue (4%), presentes especificamente ao norte do bioma, isto é, na região das Reentrâncias e no Golfão Maranhense. Seguidos dos e rios e lagos (3%) e formação savânica (2%).

Por conseguinte, após 35 anos, conta-se a fase de modificação da paisagem, provenientes da expansão das atividades agropecuárias e do desmatamento na região. A partir disso, novas classes de uso foram introduzidas, tais como a silvicultura, as lavouras temporárias e a monocultura da soja. A partir disso, o ano de 2020 já apresentavam grandes mudanças sobre a cobertura da Amazônia Maranhense, principalmente se tratando da formação florestal, pois esta classe apresentou um decréscimo de 26% em relação ao ano anterior, passando de 70% para 44% da área total, com aproximadamente 492.161 km². Enquanto a classe pastagem teve um crescimento expressivo em 25% em relação ao ano anterior, totalizando 478.283 km² (43%), o que corresponde a quase metade da cobertura do território. Logo em seguida, surgem as classes de rios e lagos (2%) e Formação Savânica (1%).

Cabe ressaltar também, a inserção e expansão da soja para este ano, pois o plantio da soja obteve um crescimento expressivo, porém não ganhou tanto espaço em decorrência

das condições naturais, pois classe de declividade Fortemente Ondulado na parte central e ao sul da região, impede a exploração agrícola, uma vez que pode afetar: o uso de máquinas, a velocidade da enxurrada, a infiltração de água no solo, a disponibilidade de água no solo e a energia da enxurrada (PIRES; SOUZA, 2006). Porém, as atividades agrícolas ganham destaque nos municípios de Açailândia, Buriticupu, Itinga do Maranhão, Bom Jesus das Selvas e Cidelândia.

Em decorrência disso, esta cultura elevou-se apenas 1% ao longo dos anos, com um total de 13.238 km² de áreas destinadas à sojicultura. Seguidos da silvicultura (7.671 km²) e outras lavouras temporárias (4.450 km²). Quanto à classe da rede urbana, a variação permaneceu baixa ao longo dos 30 anos, em decorrência da região está integrada em uma área predominantemente rural. Segundo os dados do Censo (2010), 48,1% dos domicílios estão localizados na zona urbana e 51,9% na zona rural, visto isso, a classe de área urbanizada apresentou apenas 4.767 km² do território ocupado.

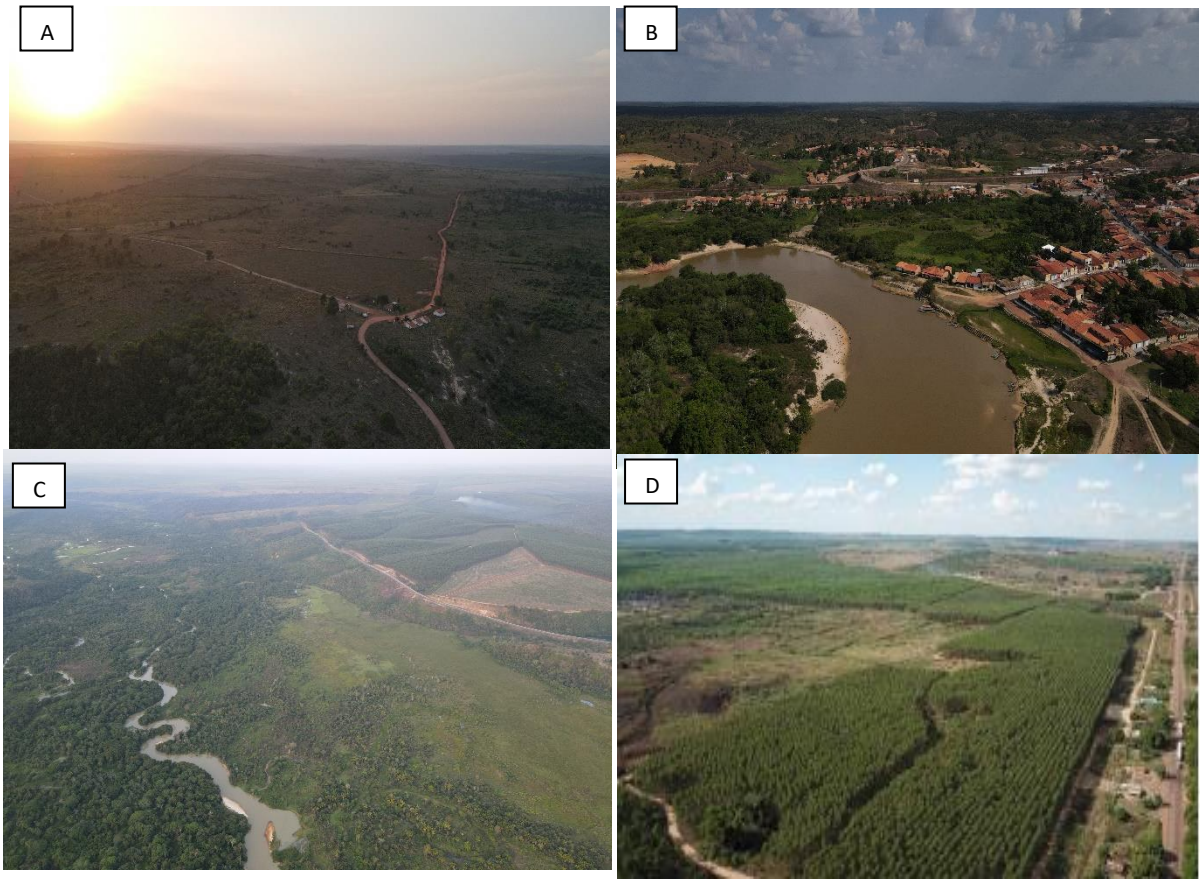
III) Implicações de uso

Algumas implicações de uso surgiram ao longo dos 35 anos, em decorrência da retirada da cobertura florestal para a instalação de outros tipos de uso, no qual o principal agente modificador ocorre pelas ações antrópicas, especificamente, através das ações do desmatamento. No qual inicia-se desde o período colonial através do processo historiográfico da ocupação (TROVÃO, 2016) e posteriormente através da implementação dos projetos de desenvolvimento na Amazônia (MOURA, 2011). Desta forma, este processo de ocupação e desenvolvimento não levou em consideração o esgotamento dos recursos naturais, ocasionando uma série de pressão e impacto para a região. A vista disso, a figura 3 evidencia as principais mudanças provadas pelo desmatamento em alguns municípios da região.

O ponto A está localizado no município de Bom Jesus das Selvas, a partir disso, é possível observar extensas áreas de pastagem após o desmatamento concentrado para a instalação de atividades agropastoris e a extração da madeira, ocorrentes nos planaltos dissecados do Gurupi, restando apenas alguns fragmentos vegetais na região. Por conseguinte, o ponto B está situado no município de Alta Alegre do Pindaré, contatou-se que a paisagem se apresenta de forma fragmentada devido a instalação e duplicação da estrada de ferro Carajás, atrelada a construção da BR- 222, no qual o desmatamento concentrou-se para a ocupação de moradias, desenvolvimento de obras, dentre outros. A partir disso, é possível observar solos expostos, em regeneração e ocupações antrópicas desenvolvidas na região. Já em Açailândia e na região central de Bom Jesus das Selvas (Pontos B e C), as pressões exercidas sobre o meio florestal dão-se pela instalação das atividades de silvicultura, especificamente, a monocultura do eucalipto desenvolvidas no município. Nota-se também o

avanço do desmatamento para às áreas de preservação permanentes do rio Pindaré (Ponto C). A partir disso, é possível constatar a influência das atividades econômicas na região e como estas podem ocasionar impactos para os recursos hídricos, uma vez que grande parte da cobertura vegetal é suprimida e destinada para a abertura de novas áreas de plantio.

Figura 3 - Desmatamento na cobertura vegetal



Fonte: Registro da pesquisa, 2022.

Por conseguinte, para as implicações decorrentes da ocupação antrópicas, foi intensificado ao longo do tempo por meio de diversos projetos histórico-econômicos registrados na Amazônia Maranhense. Estes projetos foram de fundamental importância para o processo de ocupação da região, visto que essas obras colaboraram para a formação de novos municípios, como também distribuição populacional, atraindo pessoas de diversas regiões do Brasil. Através disso, os maiores contingentes populacionais, voltaram-se para os municípios de São Luís, Imperatriz, Açailândia, Buriticupu, Viana, Paço do Lumiar, Pinheiro (IBGE, 2010).

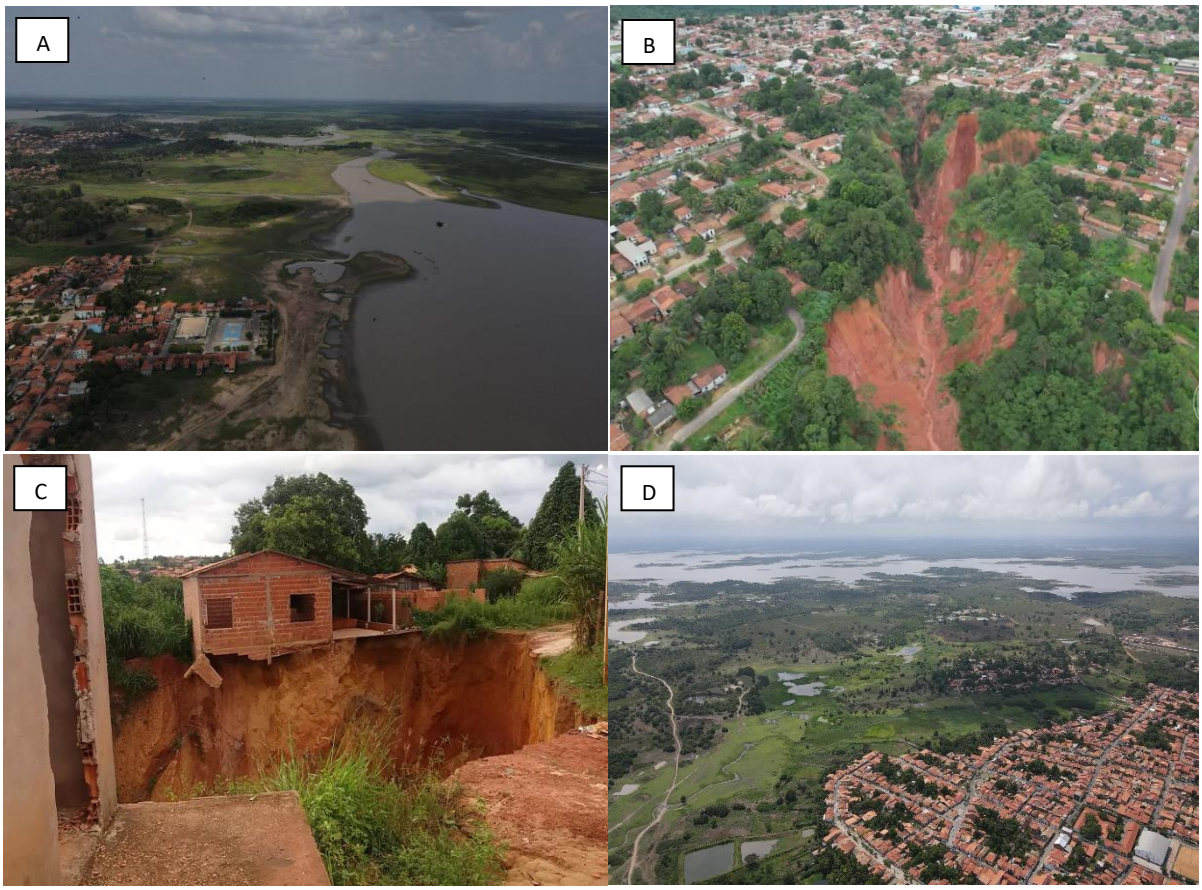
A vista disso, identificou-se zonas de implicações para as ocupações antrópicas na região. A figura 4, a seguir, destaca 4 pontos dos principais municípios onde reside o maior contingente populacional e as principais pressões sobre o meio ambiental.

O primeiro ponto destacado, está localizado no município de Viana, identificou-se os avanços das ocupações se instalando próximo às áreas alagadas, protegidas pela lei Lei n.º 12.651/2012, que dispõe sobre a áreas de APP para lagos e planícies alagadas.

No ponto B, localizado no município de Buriticupu, as zonas de pressão manifestam-se através das voçorocas urbanas, decorrentes da ação intensa do desmatamento e da ocupação humana. Este fenômeno é decorrente do processo histórico de desmatamento na região para ocupações, atividades pecuaristas, exploração madeireira e construção de rodovias. A princípio a retirada de vegetação é considerado o fator principal para a erosão, condicionado aos processos exógenos do relevo. Através disso, grandes partes da população instalam-se em zonas de risco que estão vulneráveis aos deslizamentos, principalmente durante o período chuvoso. Araújo (2022) destaca que a cidade de Buriticupu cresceu de forma desordenada, consequente de um planejamento urbano inadequado, desta forma, este fator contribuiu para o agravamento dos fenômenos erosivos na região. O mesmo fenômeno também acontece no município de Açailândia (Ponto C) impactado pelos fenômenos erosivos, também decorrentes do seu processo histórico de ocupação. É importante salientar, que esse contexto evidencia não só a vulnerabilidade ambiental, como também social, visto que a ocorrência desses eventos é mais frequente em populações carentes, no qual instalam-se em zonas irregulares.

Por fim, no ponto D, é notório o avanço da cidade de Pindaré- Mirim, pois segundo o censo do IBGE de 2010, a cidade conta com um total de 31.384 habitantes, sendo 72% residentes de zonas urbanas e 28% em zona rural. A partir dessa perspectiva, o desenvolvimento da cidade voltou-se para as proximidades do rio Pindaré e as região de campos alagado. Isto posto, a cidade enfrenta grandes problemas relacionados a enchentes em períodos chuvosos no estado (Figura 5).

Figura 4 - Ocupação antrópica na Amazônia Maranhense.



Fonte: Registro da pesquisa e G1 Maranhão, 2023.

Figura 5 - Enchentes no município de Pindaré- Mirim

Fonte: G1 Maranhão.

Conclusão

Mediante o exposto, a partir da análise multitemporal, realizada por meio do tratamento de imagens orbitais de diferentes épocas, foi possível identificar o uso e cobertura da terra e sua transformação ao longo dos últimos 35 anos na Amazônia Maranhense. Diante disso, foi possível monitorar as áreas desmatadas e acompanhar a sua expansão ao longo dos anos. Os resultados obtidos, evidenciaram que a região compreende uma área de expansão agrícola bastante dinâmica e que apresentou um aumento de sua área desmatada em 35 anos. Pela principal atividade econômica da região ser a agropecuária, a vegetação deste território é em sua maior parte antropizada, apresentando vestígios de vegetação e floresta ombrófila densa. Desde o ano de 1985 essas práticas já permeavam neste território, contudo nos últimos anos analisados, a região foi dominada pela classe da pastagem, ocupando grandes áreas, suprimindo a vegetação primária, e consequentemente interferindo, desta forma, na geodiversidade local.

Através dos resultados obtidos, mostra que a região possui intensas atividades antrópicas nos componentes naturais, principalmente tratando-se da supressão da vegetação para o plantio de lavouras, o que deixa os solos vulneráveis aos processos erosivos, em especial se essa supressão ocorrer nas regiões próximas às matas ciliares, ocasionando o assoreamento, desequilibrando a fauna e flora e outros diversos impactos para a região. Por fim, as informações geradas pelo referido estudo objetivam contribuir para a elaboração de medidas preventivas pelos órgãos gestores responsáveis pelo planejamento estadual e municipal, frente aos possíveis danos ambientais integrados.

Referências

ARAÚJO, Elson. Buriticupu, Açailândia e Bom Jesus das Selvas, as cidades maranhenses que sofrem com a voçoroca. Oprogresso net, 2022. Disponível em: https://oprogressonet.com/noticia/29998/buriticupu-acailandia-e-bom-jesus-das-selvas-as-cidades-maranhenses-que-sofrem-com-a-vocoroca. Acesso em: 05/06/2023

BRASIL. Lei Nº 12.651, de 25 de Maio de 2012. Dispõe sobre o novo código florestal. Brasília, DF: Diário Oficial da União, 2012.

_____. Lei Nº 1.806, de 6 de janeiro de 1953. Dispõe sobre o plano de valorização econômica da Amazônia, cria a superintendência da sua execução e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Rio de Janeiro, DF, 7 jan. 1953. Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=163890>. Acesso em: 6 jun. 2021.

FRANKLIN, Adalberto. Apontamentos e fontes para a história econômica de Imperatriz.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

MALHI, Y.; ROBERTS, J. T.; BETTS, R. A.; KILLEEN, T. J.; LI, W.; NOBRE, C. A. Climate Change, Deforestation, and the Fate of the Amazon. Science, v. 319, p. 169-172, 2008.

MARANHÃO. Lei n. 2.979 de 17 de julho de 1969. Dispõe sobre as terras de domínio público e dá outras providências. In: GONÇALVES, M. de F. da C. A reinvenção do Maranhão dinástico. São Luís: UFMA, PROIN, 2000.

MELO, Irisnete Santos de. Uma tragédia em três atos: As estratégias de ocupação e reterritorialização da Amazônia maranhense entre as décadas de 1960-1980. 30º Simpósio Nacional de História , Recife, ano 1, v. 1, n. 1, ed. 1, p. 1-16, 29 ago. 2019. Disponível em: https://www.snh2019.anpuh.org/resources/anais/8/1564411214_ARQUIVO_Umatragediaemtresatos.pdf. Acesso em: 10 jul. 2023.

MOURA, W. C. Amazônia Maranhense: Diversidade e Conservação / Organizado por Marlúcia Bonifácio Martins; Tadeu Gomes de Oliveira – Belém: MPEG, 2011. 328 p.: il.

NASCIMENTO, Silvane Magali Vale. Programas e projetos governamentais nos assentamentos rurais: a polifonia exercida por muitos sujeitos. In: COSTA, Cândida da; LIMA, Terezinha Moreira. Políticas públicas, trabalho e movimentos sociais no Maranhão. EDUFMA. São Luis. 2016.

NETO, Edmo Videira. Entre a Tragédia e a História: O Problema do Tempo Histórico na Teoria da História de Georg Simmel. Anais do 30° Simpósio Nacional de História - História e o futuro da educação no Brasil, Recife, ano 1, v. 1, n. 1, ed. 1, p. 1-11, 11 jul. 2023. Disponível em: https://www.snh2019.anpuh.org/resources/anais/8/1565037477_ARQUIVO_TrabalhocompletoAnpuh.pdf. Acesso em: 8 maio 2023.

PIRES, F. R; SOUZA, C. M. Práticas mecânicas de conservação do solo e da água. 2º ed. Viçosa. 2006. 216p.

PRATES, R. C.; BACHA, C. J. C. Análise da relação entre desmatamento e o bem-estar da população da Amazônia Legal. Revista de Economia e Sociologia Rural, v. 48, n. 1, p.165-93, 2010.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Revista do Departamento de Geografia/USP, n. 8, p. 63-73, 1994.

ROSS, J. L. S. Análises e sínteses na abordagem Geográfica para o planejamento ambiental. Rev. do Departamento de Geografia, nº 9, FFLCH-USP - São Paulo, 1991.

SILVA, Charlei Aparecido da. Fazer Ciência e Desafios da Pesquisa em Climatologia Geográfica no Centro-Oeste. Revista Mercator, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 39-51, 2010.

TROVÃO, José. R. O processo de ocupação do território maranhense. São Luís: IMESC, 2ª ed., 2016.

Vulnerabilidade e percepção como subsídio a Gestão Costeira Integrada em Paracuru, Ceará

Vulnerability to erosion processes and perception as a subsidy of Integrated Coastal Management in Paracuru, Ceará

Cristiano da Silva Rocha
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0001-9206-9360
cris1989srocha@gmail.com

Fábio Perdigão Vasconcelos
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-0388-4628
fabioperdigao@gmail.com

Fábio de Oliveira Matos
Universidade Federal do Ceará
http://orcid.org/0000-0001-9275-9361
fabiomatos@ufc.br

Delano Nogueira Amaral*
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-9434-831X
delanonamaral@gmail.com

José Lucas Marques Albuquerque
Universidade Estadual do Ceará - UECE
https://orcid.org/0009-0000-2363-3052
lucasmarques.lm922@gmail.com

Paracuru é um dos municípios da Região Metropolitana de Fortaleza com sede defronte ao mar, além disso, é ela que durante o ano é repleta de eventos que impulsionam o fluxo turístico. A população residente em Paracuru aumentou e já ultrapassa cerca de 38.600 habitantes, intensificando a necessidade de rediscutir as temáticas de vulnerabilidade, percepção e gestão costeira integrada. Neste artigo aborda-se os resultados compilados de pesquisa de mestrado como subsídio ao funcionamento da gestão à nível municipal, para isso foram elencados parte dos resultados e analisadas as interrelações e integrações dos resultados.

Palavras-chave: Vulnerabilidade, Percepção e Gestão.

Abstract: Paracuru is one of the municipalities in the Metropolitan Region of Fortaleza with its headquarters in front of the sea, in addition, it is the one that during the year is full of events that boost the tourist flow. The resident population in Paracuru has increased and now exceeds around 38,600, intensifying the need to re-discuss the themes of vulnerability, perception and integrated coastal management. This article deals with the results compiled as a subsidy for the operation of management at the municipal level, for which part of the results were listed and the interrelationships and integration of the results were analyzed.

Keywords: Vulnerability, Perception and Integrated Coastal Management.

Introdução

A população residente em Paracuru aumentou e já ultrapassa cerca de 38.600 habitantes, e uma densidade de 126,9 hab. /km² (IBGE, 2023). Com o crescimento torna-se ainda maior a preocupação com a vulnerabilidade, a percepção e a gestão.

Visando rediscutir a abordagem teórico-metodológica apresentada anteriormente na dissertação “Análise socioambiental como subsídio à gestão integrada da zona costeira em Paracuru-Ce”, foram elencados pontos de interrelação entre os resultados obtidos. Neste artigo aborda-se os resultados compilados como subsídio ao funcionamento da gestão costeira integrada à nível municipal.

Para obtenção de resultados foi produzido o índice de vulnerabilidade socioambiental baseado em Medeiros (2015) e aplicados questionários em pontos diversos do município conforme Minayo et al., (2005). Assim a produção aponta a presença da vulnerabilidade socioambiental e como a percepção pode ajudar a entender como funciona a gestão e a tomada de decisões.

Paracuru é o segundo município da RMF com sede defronte ao mar (MEDEIROS et al., 2017), além disso, é ela que durante o ano é repleta de eventos que impulsionam o fluxo turístico. Um estudo da Secretária de Turismo (SETUR) mostra dados de 2016 que apontam que com a exclusão de Fortaleza, o sexto destino mais procurado é Paracuru, atrás apenas de Caucaia, Aquiraz, Aracati, Beberibe e Jijoca Jericoacoara. O destino preferido por turistas em 2016 apresenta Paracuru como sexto destino mais preferido, excluindo Fortaleza, com aproximadamente 75.063 turistas, conforme o gráfico 01, e uma média de dias de permanência estimado entre 7 e 8 dias (CEARÁ, 2016).

A cidade esteve desde o início incluída na lógica de expansão da atividade turística vinculada ao Programa de Desenvolvimento do Turismo (PRODETUR) e solicitou a adesão ao Projeto Orla, que deveria ter elaborado o PGI até 2011 (a solicitação foi feita em 2008), porém houve descontinuidade política e desinteresse dos novos gestores. Atualmente o município gerencia os terrenos de marinha pela adesão e pela requisição à lei complementar 140 (mediante cumprimento de critérios), passando a ter poder de decisão sobre o uso e ocupação das áreas do município de antes do domínio da União (ARAÚJO, 2014), com exceção das Áreas de Proteção Ambiental (APAs), que no município são três de grande relevância APA do Rio Curu, extremo oeste, APA das Dunas de Paracuru, entre o centro urbano e o distrito de São Pedro e APA das Dunas do Litoral Oeste no extremo oeste de Paracuru e extremo oeste de São Gonçalo do Amarante.

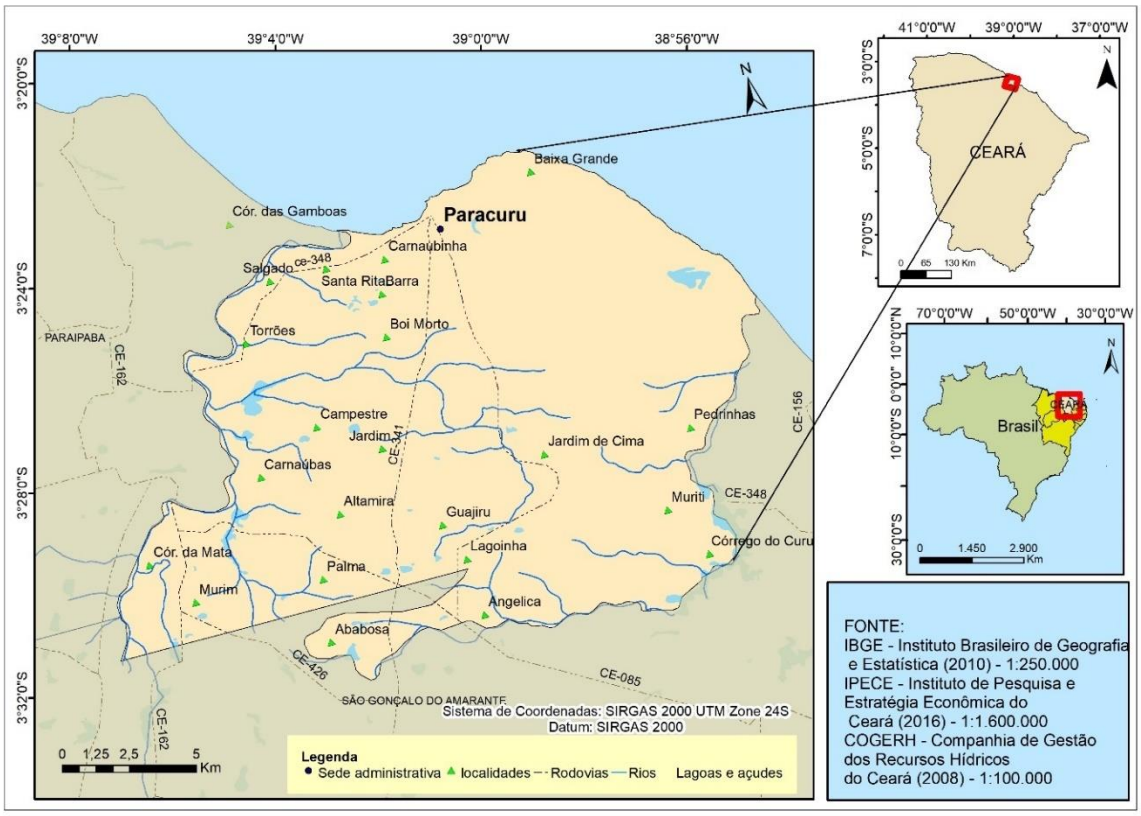
Nas Unidades de conservação, as praias e lagoas costeiras são atrativos turísticos e também desempenham funções ambientais de regulação, semelhante a um termômetro que é usado para medir a temperatura no ser humano. Na zona costeira, o nível das lagoas se

equipara ao nível do lençol freático e com a verificação do balanço entre lençol freático e o avanço do mar no solo. As praias, quando enfrentam processos erosivos, revelam também uma modificação que pode comprometer a sua função como zona de amortecimento. Na transição para o tabuleiro predomina o complexo vegetacional da zona litorânea e floresta mista Dicotilo-palmácea (IPECE, 2017), onde observa-se inclusive essa presença nas proximidades do estuário, local que também ocorre a vegetação de mangue.

Segundo o relatório final de mapeamento e potencialidade de uso elaborado pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente (SEMACE), são características fortes do município de Paracuru sua área de aproximadamente 305,286 km², tendo densidade demográfica de 110 hab/km²; número que aumenta de maneira intensa nos períodos festivos. Em relação ao PIB, os setores econômicos estão divididos em agropecuária (15,34%), indústria (32,09%), serviços (52,57%) (CAVALCANTE et al., 2017). O município ocupa a 39° posição no Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) do estado do Ceará (IBGE, 2014; PNUD, 2013). Os indicadores apontam que até 2008 a indústria e serviços mantinham igualdade, podendo isto está relacionado à atividade petrolífera mais intensa.

O Município dista em aproximadamente 85 km da cidade de Fortaleza (Figura 1), e encontra-se delimitado ao sul pelo município de São Gonçalo do Amarante, ao Norte pelo município de Paraipaba, ao leste pelo oceano Atlântico e apresenta um litoral com extensão de aproximadamente 17 km.

Figura 10 - Mapa de localização.



Fonte: Os autores (2023).

Abordagem teórica

É importante destacar que a grande dificuldade de um trabalho que vise articular diferentes metodologias é de fato o que a Geografia se propõe, como complementa Trystram (1994, p. 473), ao afirmar que "[...] a geografia é um saber, um saber difícil porque é integrador do vertical e do horizontal, do natural e do social, do aleatório e do voluntário, do atual e do histórico e sobre a única interface da qual dispõe a humanidade". A natureza do olhar holístico se consolida no conceito de paisagem. Para Bertrand (2004, p. 141):

> A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Para que a evolução da paisagem estabelecida por meio das dimensões sociais e naturais possam ser espacializadas de maneira que a análise gere subsídios ao planejamento, uma metodologia se faz presente, a vulnerabilidade socioambiental, que envolve a articulação da vulnerabilidade ambiental e da vulnerabilidade social (MEDEIROS, 2014). A análise contribui para identificar áreas mais frágeis e que carecem de maior cuidado e atuação dos órgãos gestores envolvidos.

Diante das intensas alterações e impactos que ocorrem no espaço urbano, são necessárias novas abordagens que sirvam de modelo para articular de maneira indissolúvel sociedade e meio ambiente (GRAZIA; QUEIROZ, 2001, p. 15). Mendonça (2002), expõe como referência a análise socioambiental ao dizer que conjuntamente à sustentabilidade são metodologias as quais o espaço é entendido como aquele que articula de maneira indissolúvel sociedade e meio ambiente.

Nas comunidades que não se envolvem politicamente e não participam das decisões locais podem deixar de existir, visto que muitas decisões acabam por beneficiar o grande proprietário em detrimento dos que praticam a subsistência. O discurso da modernização para todos e melhoria da qualidade de vida da população chega, mas não é acompanhado de boas práticas; ao final prevalecem os conflitos.

A percepção é uma forma de dar voz aos atores sociais e de entender que os trabalhos que utilizam a percepção ambiental têm como objetivo não só a relação homem e meio natural, como também que o conceito esteja presente em pesquisas cientificas sociais ou políticas (PACHECO; SILVA, 2006).

Escopo metodológico: materialização da pesquisa

Visando elaborar o mapa da vulnerabilidade social foram inseridos como referência qualitativa dados que foram tabulados e ordenados que seguiram os critérios descritos no quadro 02 e variáveis que serviram de base para o cálculo do índice de vulnerabilidade social, que toma como metodologia de cálculo a fórmula desenvolvida no IPECE (2015) e já adaptada no trabalho de Medeiros (2014). A classificação toma por base unidades geomorfológicas, uso e ocupação por exemplo para vulnerabilidade ambiental, para vulnerabilidade social foi realizada pesquisa com base em dados do IBGE, 2010, pois a época não havia dados mais atualizados.

Classe 1: alta vulnerabilidade, para valores superiores ao índice médio somado ao valor do desvio-padrão; (valores mais próximos de 1);

Classe 2: média-alta vulnerabilidade, para valores maiores que o valor médio e menores que a média mais o valor do desvio-padrão;

Classe 3: média baixa vulnerabilidade, para valores menores que a média e superiores à média menos um desvio-padrão;

Classe 4: baixa vulnerabilidade, para índices com valores inferiores à média menos um desvio-padrão; (valores mais próximos de 0).

Para complementar a análise os questionários compõem uma abordagem oriunda da sociologia (MINAYO, 1992) e é possível que a partir das respostas represente dados por meio de gráficos e tabelas expressando os resultados em números de maneira posposta. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UECE e registrada na Plataforma Brasil sob o número 99597218.6.0000.5534, os questionamentos podem ser observados na Figura 2 e foram aplicados com moradores e gestores. Chaer *et al.* (2011), explica que a aplicação de questionários é uma técnica para obter informações com a população, garantindo padronização dos dados no *excel*, que serão obtidos de maneira aleatória em um espaço previamente determinado.

Figura 2 – Questionário aplicado aos moradores e gestores

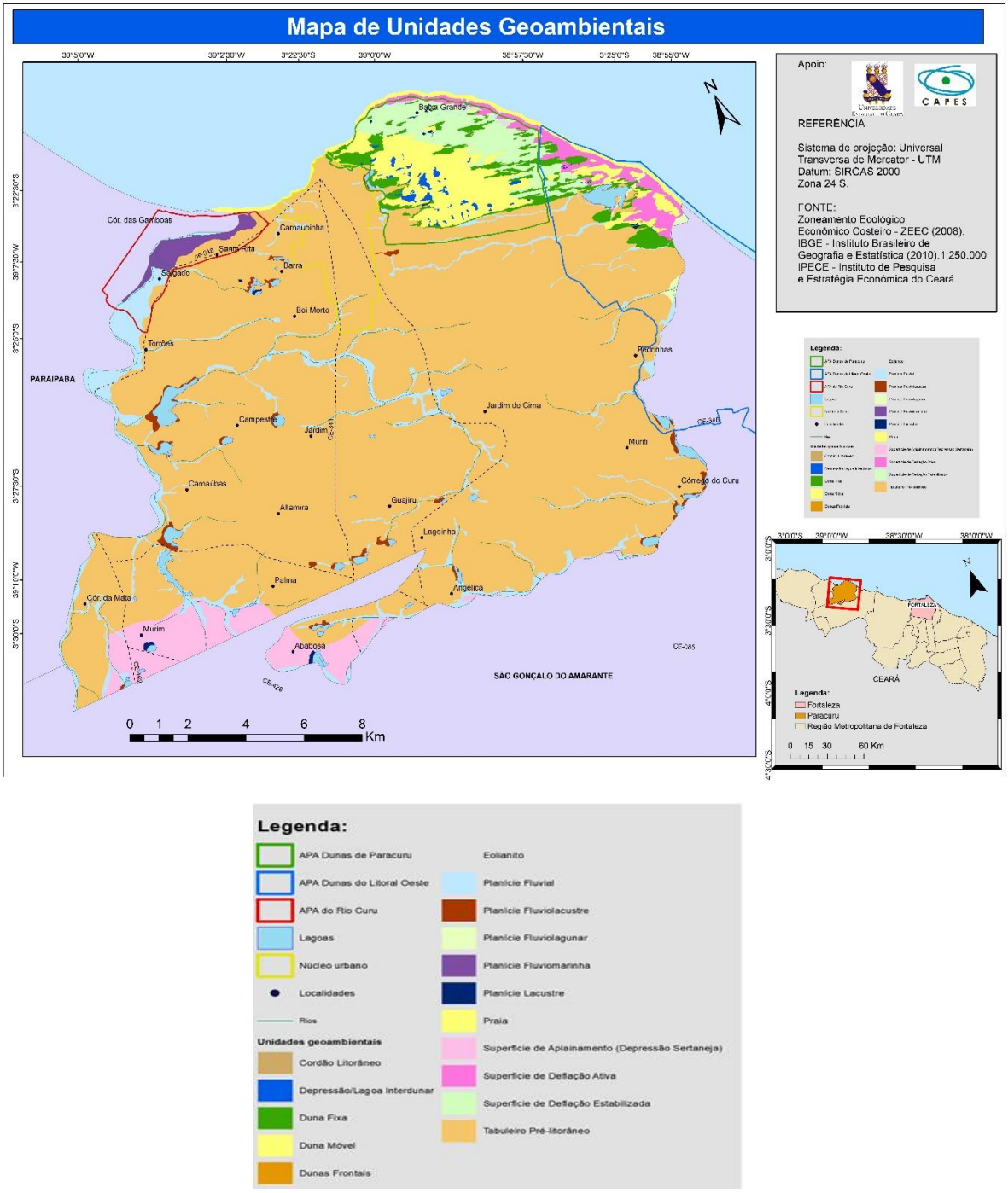
Questões relacionadas ao perfil do entrevistado.
1. Qual o gênero ao qual você se identifica?
2. Qual a idade do colaborador?
3. Qual o grau de escolaridade que você possui?
4. Qual a sua profissão?
5. Como se denomina:
Questões voltadas a identificação de problemas e possíveis soluções
6. Quais os principais problemas (impactos socioambientais) você percebe no município de Paracuru?
7. Em sua opinião, qual o principal responsável pelo problema citado?
8. Quais sugestões você consegue apontar como possível solução aos problemas apontados?
Questões voltadas especificamente à vulnerabilidade e a qualidade ambiental
9. Quais os ambientes mais vulneráveis?
10. Em seu entendimento, quais as atividades econômicas exercem maior importância no Município?
11. De 1 a 10 como você avalia a qualidade ambiental da cidade de Paracuru?

Fonte: Autores (2020).

Resultados e discussão

Observa-se distribuição de ambientes importantes para o equilíbrio ecológico do município, bem como a distribuição de Unidades de Conservação ao longo do litoral pela Área de Proteção Ambiental - APA do Estuário do rio curu, APA das Dunas de Paracuru, e APA das Dunas do litoral oeste. Ao centro entre as unidades do estuário e das dunas se estabeleceu a sede do município, Figura 3.

Figura 3 – Mapa das Unidades geomorfológicas



Fonte: Os autores (2023).

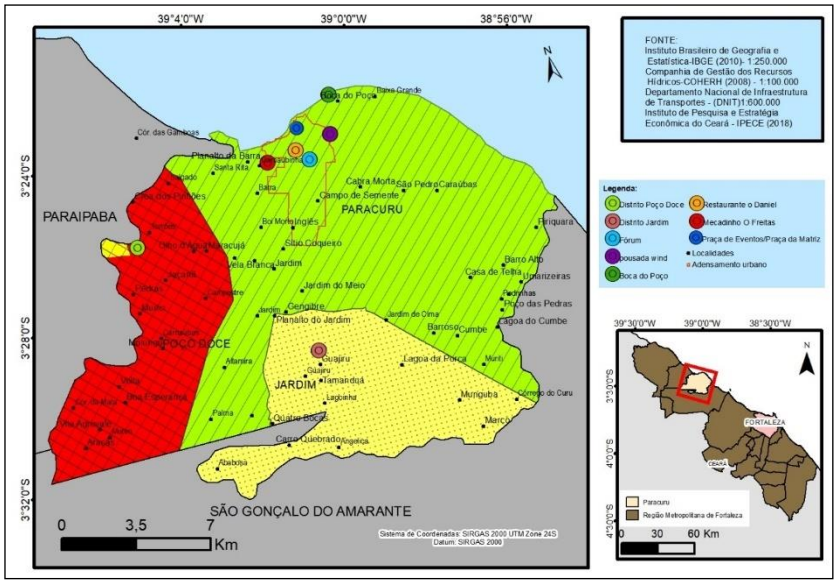
O predomínio é de tabuleiros pré-litorâneos, mas ambientes costeiros apresentam mais riscos e a ocupação desordenada pode contribuir para o incremento desse risco a inundação e aos processos erosivos. Na Figura 4 está ilustrada as formas de resistência aos impactos originados pela vulnerabilidade física e pelo grau de declividade das praias e ocupação da orla. Por orla entende-se limite de 200 metros após o ambiente de praia em áreas não urbanas.

Figura 4: Risco e resistência aos impactos

Fonte: Os autores (2023).

Para análise da percepção foram aplicados questionários ao longo dos pontos, total de 100 com moradores e uma entrevista com gestores da secretaria de meio ambiente do município. Na divisão maior parte dos questionários seguiu a proporção de população 70% na sede Paracuru (Figura 5), e o restante dividido entre o distrito de Poço doce e Jardim.

Figura 5 – Distritos e pontos de aplicação do questionário.



Fonte: Os autores (2023).

Vulnerabilidade do município de Paracuru

A vulnerabilidade ambiental está delimitada no Quadro 1 e indica ambientes, com morfogênese mais intensa com mobilidade e fluxo de energia dinâmico. Dentre estes ambientes, destaca-se as praias por seu caráter de transição entre o ambiente marinho e a litosfera.

Quadro 1 – Vulnerabilidade dos Ambientes.

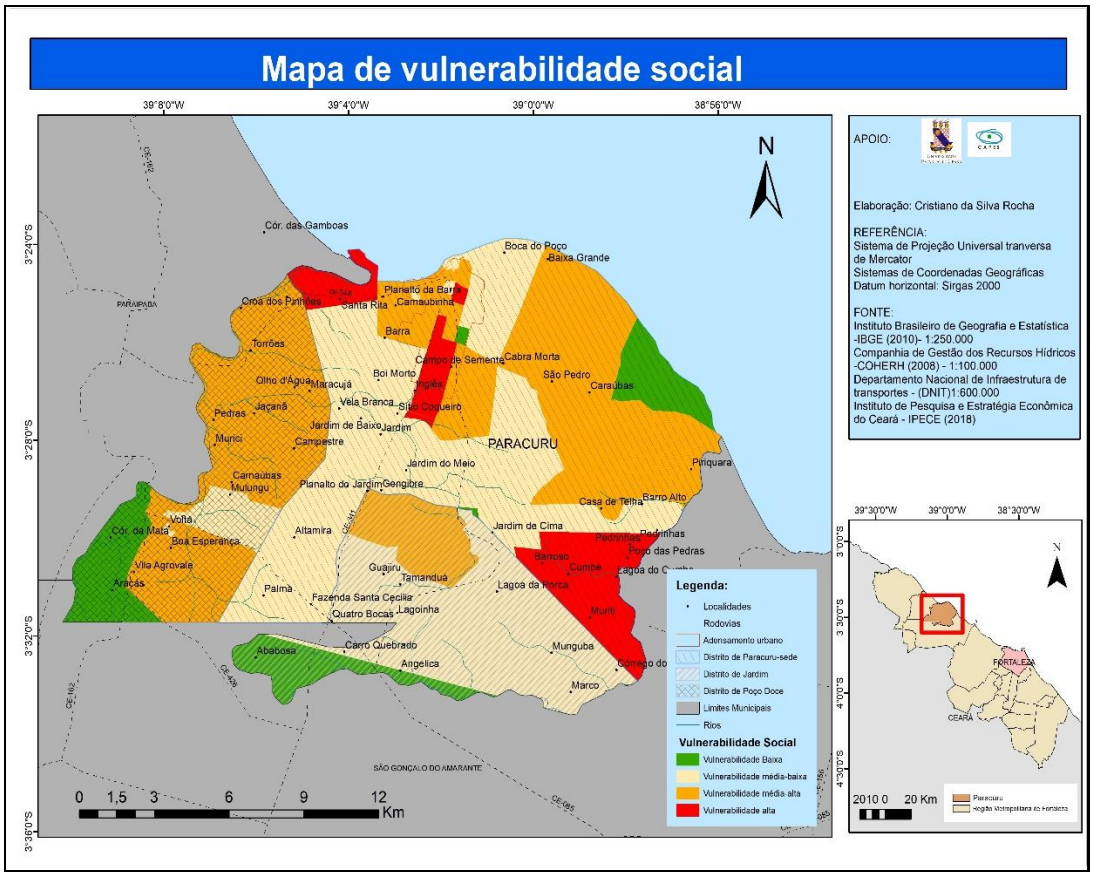
Vulnerabilidade	Meio ecodinâmico	Área total	Subsistemas ambientais	Área (km²)
Alta	Ambientes instáveis e fortemente instáveis.	76,14	Campo de dunas móveis e Superfície de Deflação Ativa	16,19
			Dunas Frontais	0,03
			Depressão/Lagoa Interdunar	0,81
			Planície flúvio-marinha	2,18
			Campos de dunas fixas e Superfície de Deflação Estabilizada	14,87
			Planície fluvial	16,87
			Planície Fluviomarinha	2,18
			Planície Fluvio lacustre	3,96
			Área degradada	0,19
			Faixa de praia, terraços marinhos e cordão litorâneo	2,46
			Área edificada/em edificação	16,4
Média	Ambientes de transição	91,38	Planície Lacustre	0,39
			Tabuleiro Pré-litorâneo com vegetação antropizada e cultura de reflorestamento	90,99
Baixa	Ambientes estáveis	133	Tabuleiro Pré-litorâneo com vegetação arbóreo arbustivo	120,93
			Embasamento indiferenciado Ou depressão sertaneja	12,07
*		~3,88	Lagoas/açudes	~ 3,88
Área total		**304,4**		

Fonte: Os autores (2023).

Apresenta a relação dos ambientes existentes em Paracuru a classificação adaptada de Sousa et. al. (2002), em ambientes instáveis, de transição e estáveis com a respectiva área, obtida a partir dos dados do Zoneamento Ecológico Econômico Costeiro (ZEEC) – 2008 (atualizado em 2016).

O mapeamento da vulnerabilidade social seguiu os critérios de Habitação e saneamento %, Renda %, Educação %, Situação social %. E o resultado pode ser percebido pela Figura 6. São pontos de alta vulnerabilidade a comunidade do estuário, comunidade na porção intermediaria da sede e comunidade dos Jardins de Baixo. Dunas e subdistritos do poço doce apresentaram média alta, em que há necessidade sociais e econômicas consideráveis.

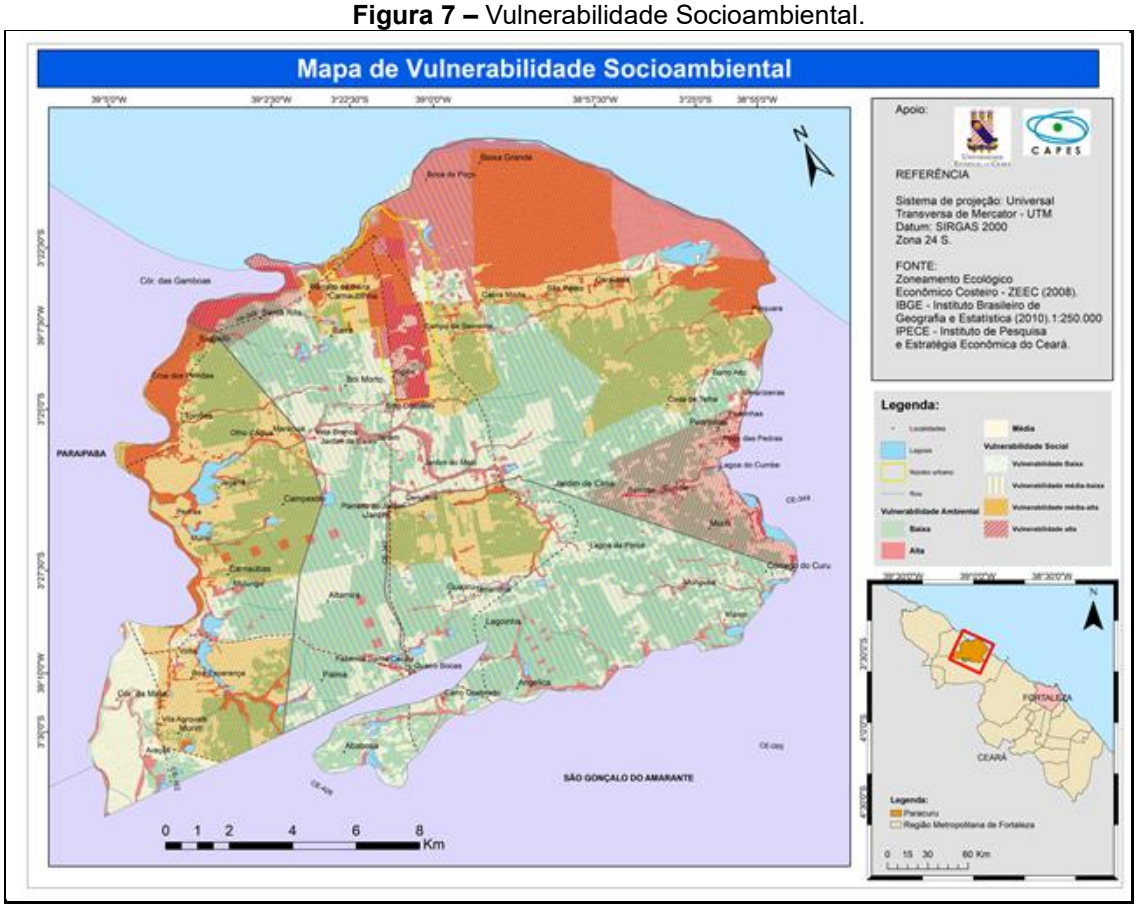
Figura 6 – Vulnerabilidade social.



Fonte: Os autores (2023).

A integração do mapa de vulnerabilidade social e vulnerabilidade ambiental pode ser percebida pela Figura 7. A sede e o distrito de Jardins de baixo apresentaram maior vulnerabilidade socioambiental bem como a comunidade Santa Rita no estuário do Rio Curu, estremo oeste do município.

Figura 7 – Vulnerabilidade Socioambiental.

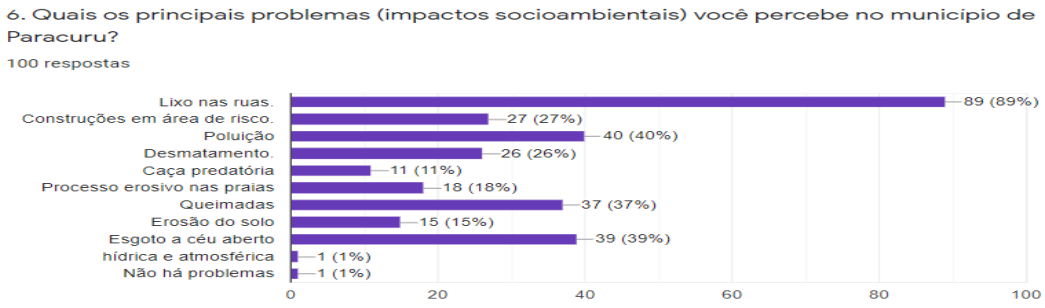


Fonte: Os autores (2023).

Percepção da vulnerabilidade dos ambientes

Os moradores por meio da pesquisa indicaram a percepção de problemas ambientais complexos e distribuídos pelo município. O principal problema apontado foi o lixo nas ruas, conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1 – Problemas ambientais percebidos.

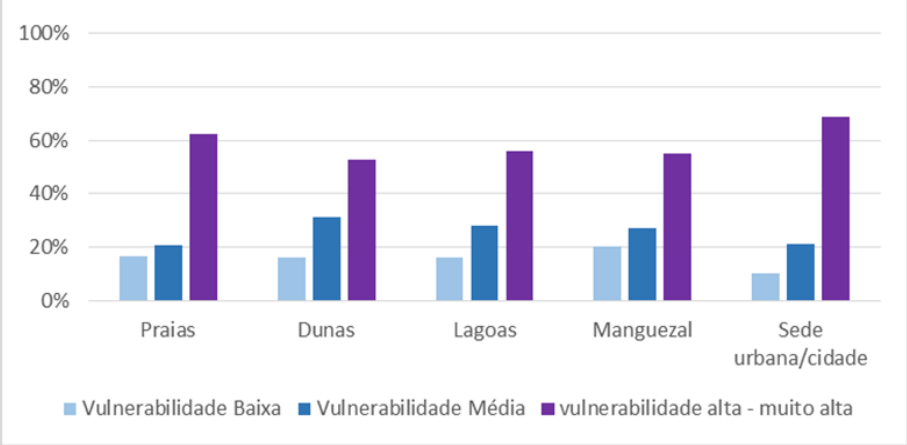


Fonte: Os autores (2023).

Outros problemas citados foram a poluição, esgoto e queimadas; o processo erosivo só foi citado por 15% da população, porém há influencia da maritimidade ou seja, boa parte dos moradores não tinham muito contato com o mar.

Os moradores percebem a cidade como mais vulnerável aos processos erosivos, em segundo as praias e de maneira subsequente os manguezais, lagoas e dunas. Através do Gráfico 2 é possível entender que a vulnerabilidade é percebida, porém um outro problema não mencionado no gráfico mais mencionado na pesquisa é ausência de mobilização efetiva dos grupos sociais vulneráveis.

Gráfico 2 – Percepção da vulnerabilidade dos ambientes.



Fonte: Rocha et al., 2021.

A maior parte do município é ocupada por vegetação natural arbórea/arbustiva, entretanto é possível observar ocupação degradante em áreas próximas ao tipo de vegetação predominante. Foi observado que as atividades econômicas são mais intensas nas proximidades do litoral, onde convive desde o pescador ao dono de empresas que produzem energia;

- A vulnerabilidade ambiental alta compõe 25,01%, o percentual para vulnerabilidade média 30% e o percentual para vulnerabilidade baixa 43,6%, o 1,4% restante foi mapeado como lagoas e açudes;
- Foi observado pontos de vulnerabilidade socioambiental alta e média alta nos setores próximos do Rio Curu e das dunas e no núcleo urbano mais adensado;
- Na comparação dos dados foi possível observar que em muitas residências chega a eletricidade, mas há ausência de ligações de esgoto ou fossa séptica e coleta de lixo;
- Com base na pesquisa há percepção dos problemas, embora não haja mobilização social ou reação de enfrentamento, com exceção de medidas paliativas relacionadas a instalação de pedras como barreiras ao avanço do mar;
- Os problemas mais citados foram aqueles que estão mais próximos da realidade dos moradores como atraso ou ausência da coleta seletiva de lixo, poluição e esgoto a céu aberto. Não quer dizer que o processo erosivo não seja um problema, quer dizer que o problema do lixo está mais presente no cotidiano.

- A população local e o poder público foram citados como principais agentes causadores dos problemas;
- De maneira geral os agentes que cederam as respostas confirmaram que reconhecem a vulnerabilidade dos ambientes, sobretudo da cidade apresentada como núcleo urbano, e que o município em relação a qualidade ambiental precisa melhorar;
- Sobre a percepção da vulnerabilidade, o percentual de moradores que elencou manguezal como mais vulnerável foi inferior ao que elencou a cidade como mais vulnerável, indicando desconhecimento desse ecossistema tão importante;
- Sobre a legislação (decreto 140/2011) foi possível, por meio da dissertação, perceber a indicação de problemas que vão desde a falta de incentivo a fiscalização como o fato de licenciar sem uma equipe técnica multidisciplinar.

Conclusão ou Considerações Finais

A reflexão que se produz é da necessidade de pesquisas que produzam o diálogo entre inúmeras variáveis, desta forma apresentou-se a descrição dos ambientes e sua vulnerabilidade e percepção como meio de entender os conflitos no intuito de atribuir caminhos para que a gestão tome as melhores decisões.

Portanto o litoral e seus ambientes apresentam maior morfogênese e por isso maior vulnerabilidade ambiental. Os distritos que abrigam populações com menos poder de resistência as mudanças econômicas ou ambientais nos informam áreas que são socialmente mais vulneráveis. O vínculo da pesquisa é a percepção que permitiu entender o funcionamento real de todo o processo de gestão, problema, local do problema e gestão do problema.

Município licencia e fiscaliza áreas fora da Unidades de Conservação, o Estado fiscaliza e licencia áreas dentro das Unidades. A flexibilização do licenciamento pode corroborar para problemas futuros e é em muitos casos possível e desastroso caso não tome em consideração a vulnerabilidade de dunas, praias e manguezais.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Estadual do Ceará e a Secretaria de Educação do Ceará e ao Instituto de Ciências do Mar (Labomar).

Referências

ARAÚJO, E. F. de. As políticas públicas do turismo e os espaços litorâneos na Região Metropolitana de Fortaleza. 186 f. Dissertação (Mestrado acadêmico em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

BERTRAND, Georges. PAISAGEM E GEOGRAFIA FÍSICA GLOBAL: Esboço metodológico. Editora UFPR, R. RA´E GA, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004.

CEARÁ. Secretaria Estadual de Turismo. Evolução recente do turismo no Ceará. 2006/2016. Disponível em: https://www.setur.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/59/2016/11/evolucao-turismo-2006-2016-artigo.pdf. Acesso em: 21 maio 2019.

CHAER, Galdino; DINIZ, Rafael Rosa Pereira; RIBEIRO, Elisa Antônia. A técnica do questionário na pesquisa educacional. Evidência, Araxá, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011.

GRAZIA, G.; QUEIROZ, L. L. et al. O desafio da sustentabilidade urbana. Rio de Janeiro: FASE/IBASE, 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. CENSO DEMOGRÁFICO 2010. Características da população e dos domicílios: resultados do universo. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/caracteristicas_da_populacao/resultados_do_universo.pdf. Acesso em: março de 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Portal Cidades. 2010 - 2014. Disponível em: http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php. Acesso em: 19 mar. 2019.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022 população e domicílios: primeiros resultados / IBGE, Coordenação Técnica do Censo Demográfico. Rio de Janeiro, biblioteca do IBGE, 2023.

IPECE. ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL DOS MUNICÍPIOS CEARENSES: Critérios para a distribuição de recursos do proares, v. 3, n. 58 – Maio / 2015. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2012/12/NT_58.pdf acesso em: 28 de junho de 2019.

IPECE. Perfil Básico Municipal 2017. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Paracuru_2017.pdf. Acesso em: out. 2018.

MEDEIROS, Cleyber nascimento de. Vulnerabilidade socioambiental do Município de Caucaia (Ce): Subsídios ao ordenamento territorial. 2014, 267 f. Tese (Doutorado Acadêmico em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014.

MEDEIROS, C.N.; SOUZA, M.J.N. Metodologia para mapeamento da vulnerabilidade socioambiental: caso do município de Caucaia, estado do Ceará. Revista Eletrônica do Prodema, v. 10, n. 1, p. 54-73, 2016.

MENDONÇA, Francisco. Geografia socioambiental. In: MENDONÇA, Francisco. Elementos de epistemologia da geografia contemporânea. Curitiba: UFPR, 2002.

MINAYO, M.C.S. ASSIS, S. G.; SOUZA, E. R. Avaliação por triangulação de métodos: Abordagem de Programas Sociais. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2005.

VASCONCELOS, F.P. 2005. Gestão Integrada da Zona Costeira: ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral. Fortaleza: Premius.

Caracterização da Cobertura Vegetal e do Uso do Solo Referentes aos Municípios de Paulo Afonso – BA e Glória, Através de Imagens de Satélites com Vistas a Identificar Áreas Potencialmente Susceptíveis à Desertificação

Characterization of Plant Cover and Land Use Regarding the Municipalities of Paulo Afonso – BA e Gloria, Through Satellite Images to Identify Areas Potentially Susceptible to Desertification

Daniel de Oliveira Souza Freitas
Universidade Estadual de Feira de Santana
https://orcid.org/0009-0009-8526-3582
dosfreitasgeo@gmail.com

João Henrique Moura Oliveira
Universidade Estadual de Feira de Santana
https://orcid.org/0009-0004-5241-9783
jhmoura@uefs

Maiara Cruz Menezes
Universidade Estadual de Feira de Santana
https://orcid.org/0009-0000-8523-1147
maymenez2017@gmail.com

Lucas Bastos da Silva Cavalcante
Universidade Estadual de Feira de Santana
https://orcid.org/ 0009-0007-3972-3213
cavalcante.uefs@gmail.com

Resumo: O processo de desertificação é considerado um dos mais rigorosos do planeta por conta das implicações ecológicas e ambientais provocadas por esse fenômeno. Neste estudo, foi realizada a identificação e caracterização do uso do solo e cobertura vegetal nos municípios de Glória e Pau. O objetivo foi verificar possíveis degradações do solo e suas causas, utilizando imagens de satélite do CBERS-4, com resolução de 10 metros. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foi gerado a partir dessas imagens, e mapas de uso e cobertura vegetal foram elaborados usando técnicas de classificação supervisionada e não supervisionada. A validação das classificações foi realizada por meio de métodos estatísticos de análise espacial, como matriz de confusão, acurácia global, produtor e usuário, além de erros de omissão e comissão. A presença de áreas interpretadas como Solo Exposto indica possível uso inadequado das terras, o que pode contribuir para um processo de desertificação caso persista.

Palavras-chave: Classificação Supervisionada; Imagens CBERS-4; NDVI

Abstract: The desertification process is considered one of the most rigorous on the planet due to the ecological and environmental implications caused by this phenomenon. In this study, the identification and characterization of land use and vegetation cover in the municipalities of Glória and Pau was carried out. The objective was to verify possible soil degradation and its causes, using satellite images from CBERS-4, with a resolution of 10 meters. The Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) was generated from these images, and land use and vegetation cover maps were constructed using supervised and unsupervised classification techniques. The validation of the classifications was carried out using statistical methods of spatial analysis, such as a confusion matrix, global accuracy, producer and user, in addition to omission and commission errors. The presence of areas interpreted as Exposed Soil indicates possible inappropriate land use, which may contribute to a desertification process if it persists.

Keywords: Supervised Classification; CBERS-4 Images; NDVI

Introdução

Os estudos sobre o uso do solo e cobertura vegetal têm adquirido crescente importância no campo da geografia. Desde os anos 1970, o sensoriamento remoto tem sido utilizado como uma técnica para coleta de dados referentes à cobertura vegetal e ao uso do solo (DE AQUINO, 2012). Esses dados, obtidos por meio de imagens de satélite e fotografias aéreas, desempenham um papel fundamental em análises e estudos nessa área.

De acordo com o Manual Técnico do Uso da Terra (IBGE, 2013), os conceitos de cobertura e uso da terra estão intimamente relacionados e frequentemente são utilizados de forma intercambiável. Eles são indicadores do estado ambiental e revelam os fatores e efeitos da vulnerabilidade associados à apropriação humana do ambiente (OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2020). Além disso, a cobertura vegetal desempenha um papel importante na prevenção da erosão e da desertificação, uma vez que protege o solo e equilibra a temperatura (GIAMBELLUCA, 2002).

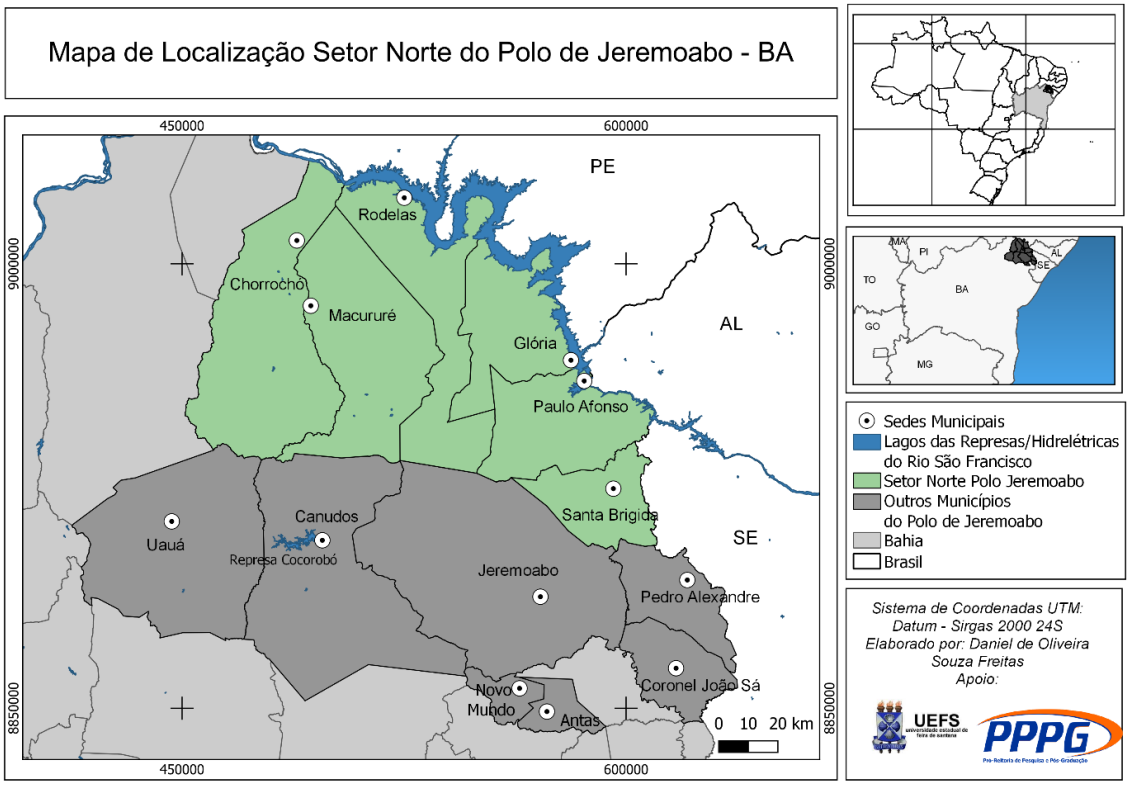
Segundo CHARRUA (2014), a desertificação em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas é resultado de variações climáticas e atividades humanas, e está associada à perda de biodiversidade e ao aumento da temperatura de superfície de albedo. Esse processo é considerado um dos mais rigorosos do planeta devido às implicações ecológicas e ambientais que causa. O Polo Regional de Jeremoabo, situado na região semiárida do nordeste do estado da Bahia e composto pela Área Suscetível à Desertificação (ASD) do Brasil, tem sofrido com a reduzida e concentrada pluviosidade e a ocorrência de secas intervalares (OLIVEIRA JÚNIOR. et. al. 2020).

Os processos de desenvolvimento da sociedade têm levado a uma gestão inadequada dos recursos naturais e contribuído para a degradação do solo e a desertificação (BRASIL, 2005). Isso tem deixado profundas marcas na superfície do Polo de Jeremoabo, tornando necessária uma análise sistemática das intervenções humanas no meio ambiente. Nos últimos anos, o uso de técnicas e recursos de Geotecnologia tem se mostrado cada vez mais importante para o acompanhamento das diferentes coberturas vegetais. Essas tecnologias, que consistem em um conjunto de ferramentas para análise, processamento e oferta de informações com referência geográfica, incluem componentes de hardware e software (ROSA, 2005). Segundo SCHRAMM e VIBRANS (2007), esses recursos têm sido utilizados com sucesso desde a década de 1980 em escala mundial.

Essa necessidade de conscientização e preservação ambiental tem levado a uma maior utilização das Geotecnologias para o monitoramento e análise de mudanças no uso da terra e cobertura vegetal. Além disso, a utilização de imagens de satélite e softwares de geoprocessamento permite uma análise mais precisa e rápida dessas mudanças, o que é fundamental para o desenvolvimento de políticas públicas e tomada de decisões. No Polo

Regional de Jeremoabo (Figura 1), em específico os municípios de Glória e Paulo Afonso, a utilização dessas tecnologias se torna essencial para a identificação e caracterização da cobertura vegetal e uso do solo em seu setor norte. É importante destacar que esse polo está situado em uma região vulnerável à desertificação, o que torna ainda mais urgente a necessidade de monitoramento e preservação ambiental.

Figura 1 – Mapa de Localização do Setor Norte do Polo de Jeremoabo



Fonte: Elaborado pelos autores

Além disso, o acesso gratuito a esses materiais e recursos tecnológicos pode favorecer a democratização da informação e sua utilização por diferentes camadas da sociedade. Desde o uso dessas informações para fins educacionais em escolas, até a aplicação em pesquisas científicas e políticas públicas. Portanto, a utilização das Geotecnologias para a análise da cobertura vegetal e uso do solo é de extrema importância para a preservação ambiental e desenvolvimento sustentável do Polo Regional de Jeremoabo e regiões similares. É necessário que a sociedade e os governantes atentem para essa questão e invistam em recursos tecnológicos e políticas públicas para a preservação do meio ambiente.

Procedimentos Metodológicos

Após a aquisição dos dados, a próxima etapa foi aplicar recortes nas cenas para adequar as dimensões a totalidade de cada município na área de estudo. Em seguida foi necessário proceder com a escolha da composição colorida, que busca reproduzir padrões de cores, combinando as bandas do sensor com as cores básicas azul, verde e vermelho, com objetivo de expor visualmente as imagens para facilitar algumas operações, sendo a principal possibilitar uma alta qualidade de extração de informações (MENESES, 2012). O próximo estágio foi aplicar os realces nas cenas, alterando propriedades de brilho, gama e contraste com objetivo de melhorar a interpretação e visualização das imagens.

Reflectância Monocromática

Na sequência o próximo passo foi realizar a seleção das bandas referentes ao infravermelho e ao infravermelho próximo para fazer a conversão do número digital (ND) para radiância e reflectância. Foram feitos os cálculos, utilizando a calculadora do software gratuito de geoprocessamento “QGIS”, para a conversão dos dados primários das imagens para radiância conforme Pinto (et. al., 2016):

$$L\lambda = Rmax - Rmin / NDmax - DNmin(ND - NDmin) + Lmin \quad (1)$$

Onde:

ND = Número digital de cada pixel;

Rmáx e Rmín são constantes de calibração de um determinado sensor;

DNmáx e DNmín são os valores máximo e mínimo que o ND pode alcançar;

$L\lambda$ é a radiância espectral monocromática (W/m².sr.µm);

Para a conversão do número digital (ND) em reflectância monocromática foi utilizada esta equação com base em (PINTO et. al., 2016):

$$\rho\lambda = \pi(Lmax - Lmin / NDmax)(ND) + Lmin / E\lambda . \text{sen}(z) . d \quad (2)$$

Onde:

d é o inverso do quadrado da distância relativa Terra-Sol em unidades astronômicas;

z é o ângulo solar zenital (graus) no momento da aquisição da imagem;

Eλ é a irradiância solar média no topo da atmosfera (mW/cm².Ω.µm)

$\rho\lambda$ é reflectância monocromática

Reflectância Superfície Terrestre

Um dos componentes presentes na atmosfera terrestre afetam a radiância detectada pelos sensores, sendo assim a correção atmosférica se faz necessária principalmente em

estudos que focam as propriedades biológicas, químicas e físicas dos alvos, em procedimentos multitemporais, além dos multisensores (GAIDA et. al., 2020).

A partir disso foi possível proceder com as equações para a correção atmosférica com base em NUNES et al. (2019). O primeiro cálculo foi referente a irradiância solar, sendo a equação:

$$ESUN=(\pi \times d2) \times Lmáx/REFLEmáx \quad (3)$$

em que:

ESUN = irradiância solar

d = distância Terra-Sol

REFLEmáx = Reflectância máxima

Após obter os resultados da conversão do número digital das imagens em irradiância solar a próxima etapa foi a de calcular a radiância de subtração através da equação:

$$Lp = Lb - L1\% \quad (4)$$

em que:

Lp = radiância de subtração

L1% = radiância do objeto escuro

Lb= radiância da banda

Para o cálculo da radiância do objeto escuro foi utilizado o pacote Excel do Microsoft Office, sendo a equação:

$$L1\%=0{,}01 \times ESUN * cosz/(\pi \times d2) \quad (5)$$

Em seguida após obter o resultado final da imagem corrigida foi necessário proceder com valores de reflectância na superfície terrestre, sendo a equação:

$$\rho = \pi \times (Lb - Lp) \times d^2 / ESUN \times cos\ z$$

em que:

ρ = valor de reflectância para a banda

NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada)

Dentre os índices de vegetação foi escolhido para o trabalho utilizar o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), que envolve a diferença e a soma entre estas duas bandas do infravermelho próximo e do vermelho. Os valores de NDVI computados variam de -1 a +1. (MENESES, 2012). Depois de gerar os dados da Reflectância Monocromática e Reflectância de Superfície a próxima etapa do trabalho foi proceder com a conversão desses dados para o NDVI.

Segundo a razão:

NDVI=NIR-RED/NIR+RED (6)

Em que:

NIR = Banda do infravermelho próximo

RED = Banda do vermelho

Classificação de Imagens

Depois de obter as composições coloridas e calcular os índices físicos, a próxima etapa do trabalho foi proceder com as classificações, que foram divididas em: não supervisionada e supervisionada. A primeira etapa foi realizar a classificação não supervisionada com caráter exploratório por meio do software QGIS utilizando o Semi Automatic Classification Plugin (SCP).

Foram realizados testes com os métodos de classificação ISODATA e K-Means onde a classificação supervisionada foi realizada por meio do software TerraView, utilizando o método de classificação Maximum Likelihood. Para isso foi necessário delimitar as classes por meio da fotointerpretação usando como parâmetro chave de interpretação das imagens (OLIVEIRA JUNIOR, 2014), em seguida definir quais os respectivos polígonos seriam escolhidos para a realização da classificação.

Validação das Classificações

A validação das classificações de uso e cobertura da terra foi feita a partir do método de análise de acurácia utilizando o plugin do QGIS: Accuracy Assessment of Thematic Maps - AcATaMa (LLANO, 2022). A primeira etapa para validação consiste no desenho amostral, que corresponde ao protocolo para a seleção de pontos de referência, onde é recomendado que as amostras sejam selecionadas de forma aleatória, onde a probabilidade de inclusão de cada amostra seja conhecida e maior que zero para cada uma delas.

Para isso foram gerados 396 pontos aleatórios em cada classificação com base na proporcionalidade da área de cada classe. Em seguida foi feita a interpretação dos pontos selecionados utilizando como verdade imagens do Google Satélite, o mapa de uso e cobertura da terra do MapBiomas v.6.0 além das composições coloridas do satélite CBERS-4 PAN 10m.

A exatidão das acurácias foi realizada após validação das matrizes de erro, que forneceram base para descrever a precisão da classificação e caracterizar os erros, essas matrizes comparam, classe a classe, além da relação entre os dados de referência conhecidos e os respectivos resultados de uma classificação automática (DA LUZ, et al. 2018).

Resultados e Discussões

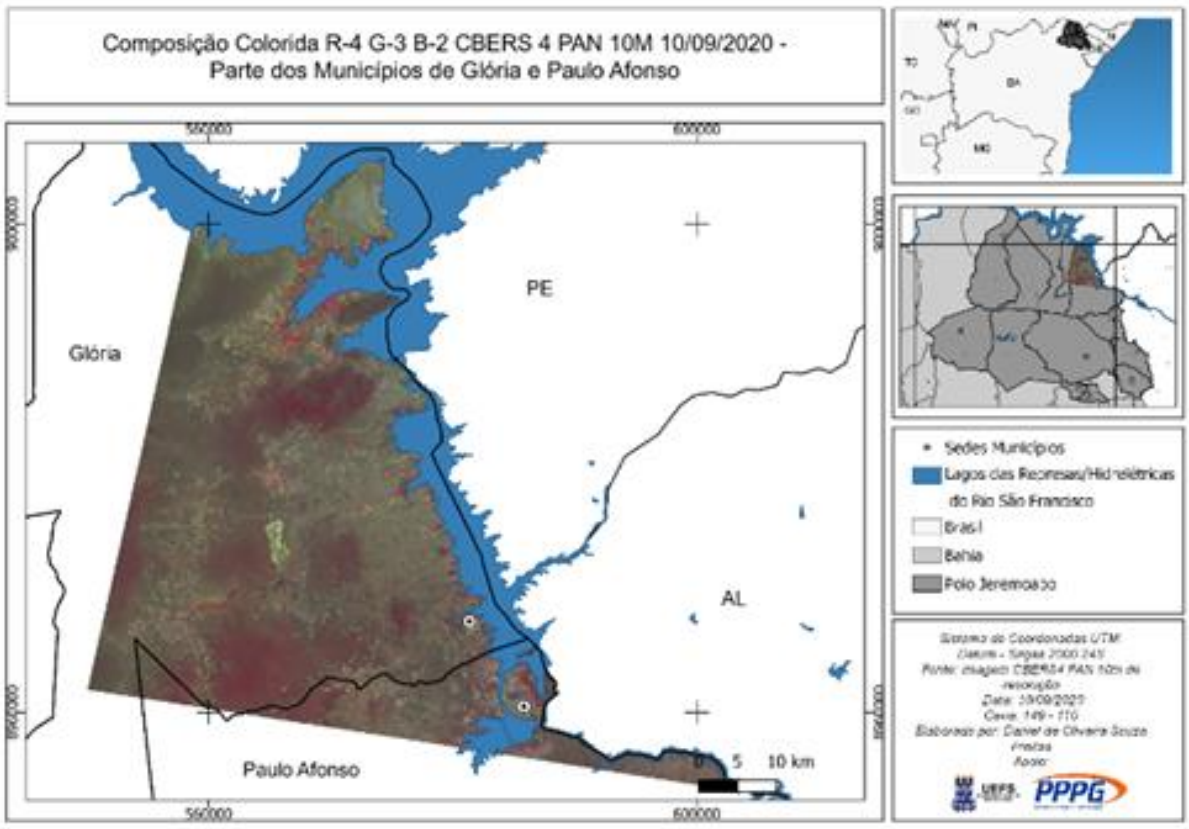
A princípio, as imagens capturadas pelos sensores na superfície são individualmente geradas em escala de cinza, de acordo com seus canais distintos. A quantidade de energia refletida pelos objetos determina a variação de tons, do branco ao preto. O branco representa a reflexão total da energia, enquanto o preto indica a absorção total da energia. Quando essas

imagens são combinadas e sobrepostas através de filtros coloridos azul, verde e vermelho (RGB), é possível criar imagens coloridas (FLORENZANO, 2007).

Portanto, o uso de composições visa reproduzir padrões de cores, combinando as bandas do sensor com as cores primárias azul, verde e vermelho, com o objetivo de apresentar visualmente as imagens e facilitar diversas operações. A principal finalidade é permitir uma extração de informações de alta qualidade (MENESES, 2012). Neste trabalho em específico, optou-se pela composição colorida com destaque no infravermelho, conforme mencionado por Florenzano (2007). Essa escolha permite identificar detalhadamente informações sobre a vegetação, incluindo a diferenciação entre plantas saudáveis e doentes, além da avaliação da umidade do solo

Primeiramente é apresentado a composição colorida 4R-3G-2B (Figura 2) sendo a banda 4 corresponde ao o Infravermelho (0,77-0,89µm), a banda 3 ao vermelho (0,63-0,69µm) e a banda 2 que corresponde ao verde (0,52-0,59µm) referente ao recorte da imagem CBERS-4 de 10 m. Esse sensor tem resolução espacial de 26 dias, que perfaz partes dos municípios de Glória e Paulo Afonso dentro dos limites do setor norte do Polo de Jeremoabo (Figura 2). A composição coloriuda refletiu a cor vermelha de maneira espaçada, com destaque para a faixa central da imagem indicando assim uma cobertura vegetal maior nessa área.

Figura 2. Composição Colorida R4 - G3 - B2 – Parte dos Municípios de Glória e Paulo Afonso

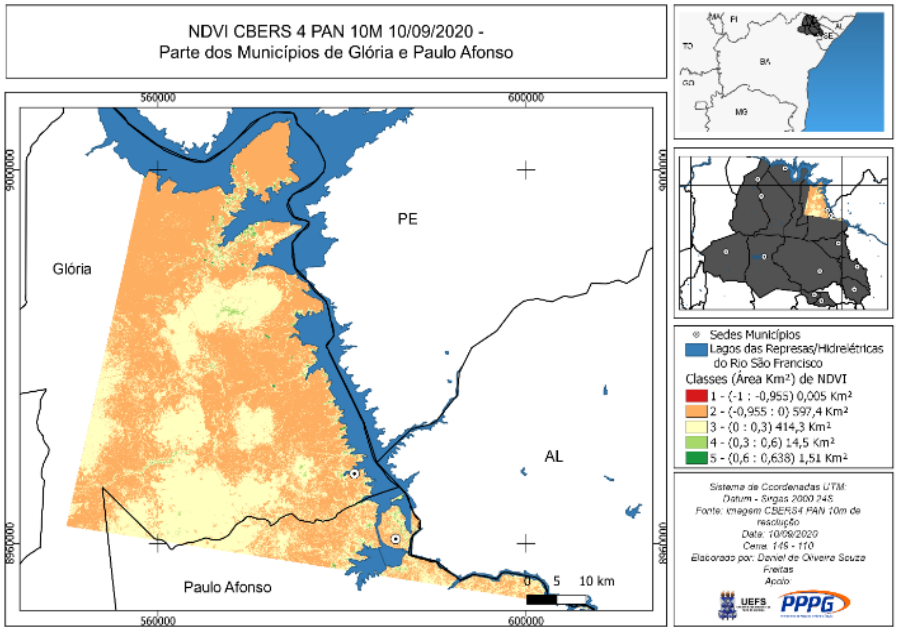


Fonte: Elaborado pelos autores

Neste estudo utilizou-se o índice de vegetação NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), após o uso do NDVI na cena que cobre parte dos municípios de Glória e Paulo Afonso (3) foi possível indicar uma distribuição entre valores que correspondem ao intervalo de classes negativo, equivalente a 58,1% da área em km² além do intervalo de classes entre 0 - 0,3 que corresponde 40% do total da área em km². Após a Aplicação do NDVI a partir da refletância superfície (4) percebe-se uma predominância maior das áreas que correspondem ao vigor vegetativo moderado, com uma predominância de valores correspondentes ao intervalo de classes 0 – 0,3 que representa 88% da área total em km².

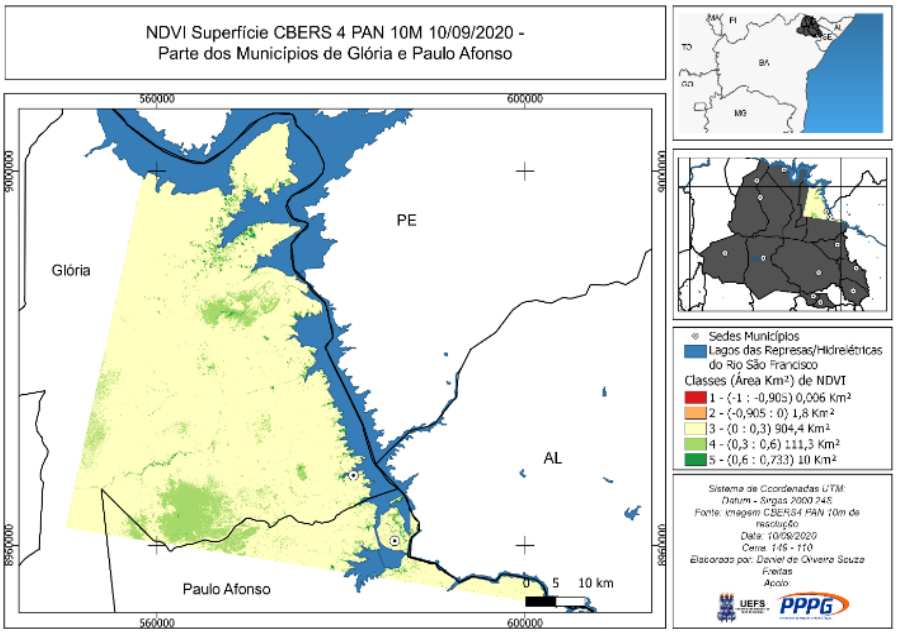
Ao averiguar os dados de chuva acumulada mensal correspondentes a setembro de 2020 nas estações de (Floresta A351 e Jeremoabo A450) foi possível perceber que os valores de precipitação apresentaram uma queda em relação mês de julho, sendo de 16,2 mm em julho e apresentando uma queda para 3mm em setembro na estação de Floresta A351, já na estação de Jeremoabo A450 o valor de precipitação correspondente a julho foi de 62,2 mm caindo para 15mm em setembro (FREITAS, 2022).

Figura 3. NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) – Parte dos Municípios de Glória e Paulo Afonso



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 4. NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) Superfície – Parte dos Municípios de Glória e Paulo Afonso

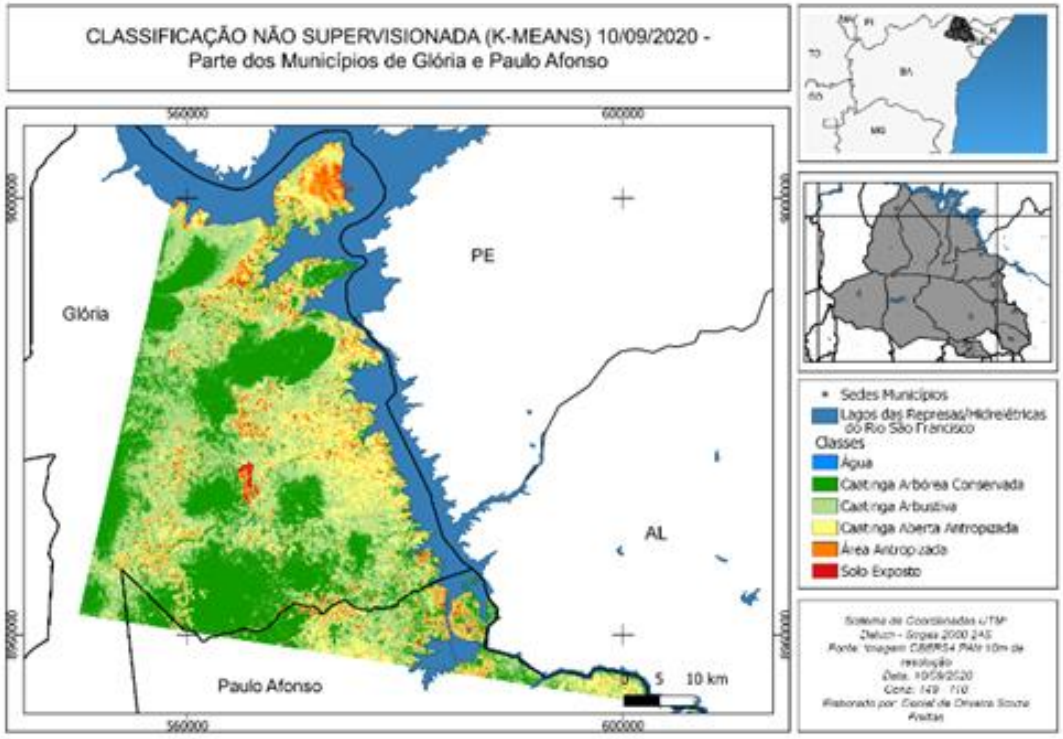


Fonte: Elaborado pelos autores

A classificação não supervisionada dos Municípios de Glória e Paulo Afonso (Figura 5) aponta as classes referentes: Caatinga Arbórea Conservada, Caatinga Arbórea Arbustiva, Caatinga Aberta Antropizada, Área Antropizada, Solo Exposto, Água. As classes referentes a caatinga (Caatinga Arbórea Conservada, Caatinga Arbórea Arbustiva, Caatinga Arbustiva, Caatinga Aberta Antropizada) apresentaram as maiores proporções nestes municípios, cobrindo 80,4% da área, com destaque para caatinga arbórea conservada, que apresentou a maior cobertura com 31,7%, também é possível observar um aumento na área antropizada

A validação e a acurácia (Tabela 1), demonstrou um valor de acurácia global de 88%, ao observarmos a matriz de confusão percebe-se que de um total de 393 amostras distribuídas aleatoriamente, 344 estavam de acordo com a classificação. Podemos observar também nas classes de Solo Exposto uma precisão do produtor de 100% e um erro de omissão de 15%, já a Caatinga Arbórea Arbustiva apresentou 15% referente ao erro de comissão e 3,7% referente ao erro de omissão.

Figura 5. Classificação não Supervisionada Municípios de Glória e Paulo Afonso - 09/10/2020



Fonte: Elaborado pelos autores

Tabela 1. Matriz de confusão, acurácia global, acurácia do produtor e do usuário, erros de omissão e comissão para a classificação dos Municípios de Glória e Paulo Afonso - 09/10/2020

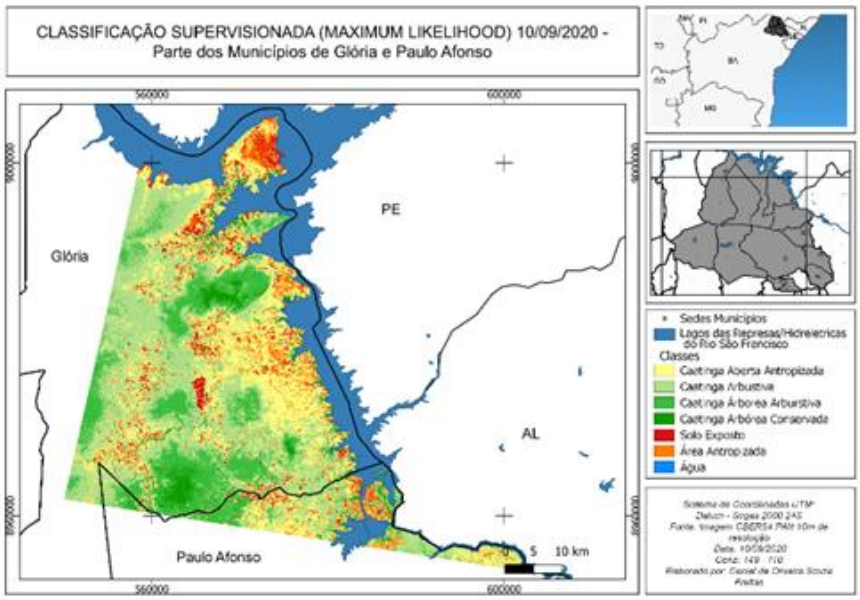
Classes	36 (Água)	72 (Caatinga Arbórea Arbustiva)	109 (Caatinga Arbustiva)	145 (Caatinga Aberta Antropizada)	182 (Área Antropizada)	218 (Solo Exposto)	Total	Precisão do Usuário	Erro de Comissão
36 (Água)	47	0	0	1	0	0	48	98%	2,08%
72 (Caatinga Arbórea Arbustiva)	0	102	11	5	2	0	120	85%	15,00%
109 (Caatinga Arbustiva)	0	4	104	6	1	0	115	90%	9,57%
145 (Caatinga Aberta Antropizada)	0	0	2	63	4	0	69	91%	8,70%
182 (Área Antropizada)	0	0	1	9	11	0	21	52%	47,62%
218 (Solo Exposto)	0	0	0	1	2	17	20	85%	15,00%
Total	47	106	118	85	20	17	393		
Precisão do Produtor	100%	96%	88%	74%	55%	100%	Acurácia Global		88%
Erro de Omissão	0,00%	3,77%	11,86%	25,88%	45,00%	0,00%			

Fonte: Elaborado pelos autores

A classificação supervisionada dos Municípios de Glória e Paulo Afonso (Figura 6) aponta as classes referentes: Caatinga Arbórea Conservada, Caatinga Arbórea Arbustiva, Caatinga Arbustiva, Caatinga Aberta Antropizada, Área Antropizada, Solo Exposto e Água. As classes referentes a caatinga apresentaram as maiores proporções nestes municípios, cobrindo cerca de 76% da área, com destaque para caatinga arbustiva, que apresentou a maior cobertura com cerca de 33% da área total. Juntas, a Área Antropizada e Solo Exposto

correspondem a cerca de 10% da área total observada, com destaque para solo exposto que ocupa cerca de 62 km².

Figura 6. Classificação Supervisionada Municípios de Glória e Paulo Afonso - 09/10/2020



Fonte: Elaborado pelos autores

Em relação a validação e a acurácia (Tabela 1), a classificação demonstrou um valor de acurácia global de 85,3%, ao observarmos a matriz de confusão percebe-se que de um total de 301 amostras distribuídas aleatoriamente, 257 estavam de acordo com a classificação. Podemos observar também nas classes de Solo Exposto um erro de comissão de 9,5% e um erro de omissão de 13,6%, já a Caatinga Arbórea Arbustiva apresentou 14,8% referente ao erro de comissão e 9,8% referente ao erro de omissão.

Tabela 2. Matriz de confusão, acurácia global, acurácia do produtor e do usuário, erros de omissão e comissão para a classificação dos Municípios de Glória e Paulo Afonso - 09/10/2020

Classes	0 (Caatinga Aberta Antropizada)	1 (Caatinga Arbustiva)	2 (Caatinga Arbórea Arbustiva)	3 (Caatinga Arbórea Conservada)	4 (Solo Exposto)	5 (Área Antropizada)	6 (Água)	Total	Precisão do Usuário	Erro de Comissão (%)
0 (Caatinga Aberta Antropizada)	0	0	0	0	0	0	0	0	-	
1 (Caatinga Arbustiva)	11	110	6	0	2	2	1	132	83,3	16,7
2 (Caatinga Arbórea Arbustiva)	2	5	55	1	0	1	0	64	85,9	14,1
3 (Caatinga Arbórea Conservada)	0	0	0	14	0	0	0	14	100	0
4 (Solo Exposto)	0	1	0	0	19	1	0	21	90,5	9,5
5 (Área Antropizada)	4	6	0	0	1	9	0	20	45,0	55,0
6 (Água)	0	0	0	0	0	0	50	50	100	0
Total	17	122	61	15	22	13	51	301		
Precisão do Produtor (%)	0,0	90,2	90,2	93,3	86,4	69,2	98,0	Acurácia Global (%)	85,4	
Erro de Omissão	100	9,8	9,8	6,7	13,6	30,8	2,0			

Fonte: Elaborado pelos autores

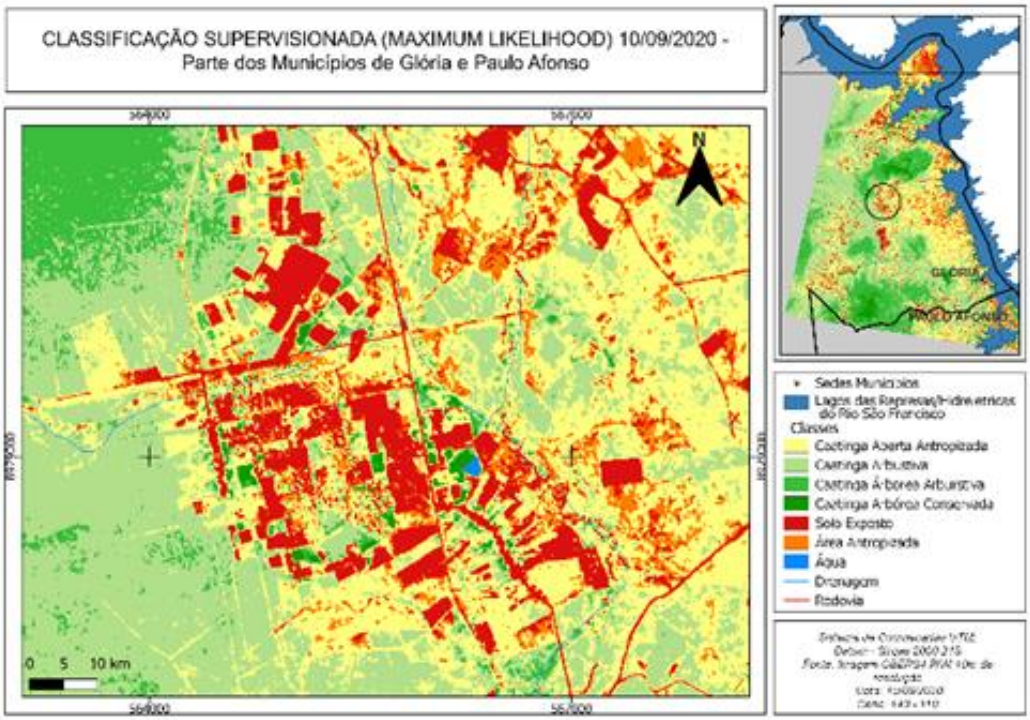
Após adquirir e proceder com imagens de satélites, fazer o mapeamento e quantificação do uso e cobertura vegetal da área de estudo se fez necessário verificar a relação dos usos ao processo de desertificação do setor norte do Polo de desertificação de Jeremoabo com intuito de verificar possíveis degradações do solo e suas causas. Para isso foram escolhidas algumas áreas, onde é possível perceber em certo nível algum tipo de alteração da cobertura vegetal por uso antrópico, com base nas classificações supervisionadas para exemplificar a relação do uso do solo com um possível processo de desertificação.

Para isso se fez necessário utilizados dados, mapas, tabelas e gráficos gerados e utilizados até então para enriquecer a análise e discussão acerca das áreas que foram identificadas através das classificações como susceptíveis a um possível processo de degradação.

A área em destaque escolhida para a análise foi um recorte do município de Glória (Figura 7) onde é possível perceber um conjunto de talhões na cobertura vegetal, sendo classificada como uma área de solo exposto. Quando se observa a imagem de satélite do Google Earth Pro (Figura 8) é possível confirmar o resultado da classificação além averiguar com mais detalhes possíveis usos destinados a área de recorte, indicando claramente uma intervenção antrópica para agricultura ou agropecuária.

O mapa d declividade aponta um relevo suavemente ondula, fazendo uma comparação com o mapa de solos do Setor Norte do Polo podemos inferir que esta área fica localizada sobre um Neossolo Quartzarênico que se caracteriza por ser composto de material mineral, na área de estudo essa classe de solo tem por características a textura fraca por conta de ter sua origem em arenitos friáveis da Formação Marizal não apresentando nenhum tipo de horizonte B diagnóstico, sendo que este tipo de solo quando mal utilizado tem uma maior suscetibilidade a degradação justamente por conta das características texturais do solo.

Figura 7. Solo Exposto Município de Glória



Fonte: Elaborado pelos autores

Figura 8. Representação Imagem de Satélite (Google Earth) Solo Exposto Município de Glória

Fonte: Google Earth.

Considerações Finais

O índice físico de vegetação NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) se mostrou bastante eficaz, pois a partir dos cálculos foi possível fazer uma associação definindo quais áreas apresentam um maior ou menor vigor vegetativo. Além da utilização de parâmetros para a correção atmosférica das imagens obtidas, onde devido os componentes presentes na atmosfera terrestre afetarem a radiância detectada pelos sensores, a correção atmosférica se fez necessária principalmente em estudos que focam as propriedades biológicas, químicas e físicas dos alvos, em procedimentos multitemporais, além dos multisensores. Os resultados das classificações se mostraram satisfatórios na maioria das cenas analisadas, onde todas as classificações conseguiram acurácia global acima de 80%, portanto demonstrou que a metodologia empregada neste trabalho é apropriada. A partir das classificações pôde-se perceber uma predominância da Caatinga Arbóreo Arbustiva na cobertura vegetal da área estudada, além disso a classe de Solo Exposto foi observada em algumas cenas podendo indicar um possível uso inadequado das terras e consequentemente, caso esse fenômeno continue ocorrendo de maneira frequente, podendo corroborar para um possível processo de desertificação. Assim, pôde-se compreender, que as informações presentes neste trabalho podem ser usadas para um gerenciamento ambiental da área de estudo, buscando a redução das modificações do avanço antrópico nas áreas de conservação natural, além de buscar reduzir impactos do uso inadequado do solo para que o não se inicie um processo de desertificação, além de incentivar novos estudos.

Referências

BRASIL; MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. 2005.

CHARRUA, HCC. Desertificação e reversibilidade dos problemas de desertificação. 2014. 143 f. Diss. Dissertação (Mestrado em Arquitetura Paisagística) –Universidade de Lisboa, Lisboa, 2014.

DE AQUINO, Cláudia Maria Sabóia; DE ALMEIDA, José Antonio Pacheco; DE OLIVEIRA, José Gerardo Beserra. Estudo da cobertura vegetal/uso da terra nos anos de 1987 e 2007 no núcleo de degradação/desertificação de São Raimundo Nonato-Piauí. Raega-O Espaço Geográfico em Análise, v. 25, 2012.

DA LUZ, N. B. et al. Manual de análise de paisagem: volume 2: procedimentos para a execução do controle de qualidade do mapeamento de uso e cobertura da terra. 2018.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. Iniciação em sensoriamento remoto. Oficina de Textos, 2007.

GAIDA, William et al. Correção Atmosférica em Sensoriamento Remoto: Uma Revisão. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n. 01, p. 229-248, 2020.

GIAMBELLUCA, Thomas W. Hydrology of altered tropical forest. Hydrological processes, v. 16, n. 8, p. 1665-1669, 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manual Técnico de Uso da Terra. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2013

LLANO, X. C. (2022), SMByC-IDEAM. AcATaMa - QGIS plugin for Accuracy Assessment of Thematic Maps, version XX.XX. Available in https://github.com/SMByC/AcATaMa

MENESES, Paulo Roberto; ALMEIDA, T. de. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

NUNES, Breno Yuri Costa et al. Correção Atmosférica de Imagens Do Sensor WFI do CBERS-4 Através Do Método Dark Object Subtraction (Dos). In: Anais Do XIX Simpósio Brasileiro De Sensoriamento Remoto, 2019.

OLIVEIRA, João Henrique Moura. Caracterização Geomorfológica e Análise Integrada da Paisagem no Raso da Catarina-Ba por Geotecnologias. 2008. Tese de Doutorado. Dissertação de mestrado (Mestrado em Modelagem em Ciências da Terra e do Ambiente) – Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS.

OLIVEIRA JUNIOR, Israel de. O processo de desertificação: a vulnerabilidade e a degradação ambiental no polo regional de Jeremoabo–Bahia. 2014.

OLIVEIRA JÚNIOR, Israel, PEREIRA, Anderson de Jesus. LOBÃO, Jocimara Souza Britto. SILVA, Barbara-Christine Marie Nentwig. Uso e cobertura da terra e o processo de desertificação no Polo regional de Jeremoabo-Bahia. Revista de Geografia (Recife), v. 37, n. 2, 2020.

Recuperação de Áreas Impactadas pela Salinização dos Solos na Caatinga: Uso de Espécies Nativas como Proposta Viável

Recovering of Impacted Areas by Soil Salinization in Caatinga: Use of Native Species as Suitable Proposal

Lívia Andrea Ferreira de Lima Silva
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-3238-3360
livia.andrea@ufpe.br

Andrezza Karla de Oliveira Silva
Departamento de Ciências Geográficas, Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-2492-0894
andrezzakarlaufpe@gmail.com

Marcos Vinicius Meiado
Departamento de Biociências, Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0002-9334-5985
marcos_meiado@yahoo.com.br

Marciel Teixeira de Oliveira
Departamento de Botânica, Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0001-9706-5625
marciel.oliveira@ufpe.br

Eugênia C. Pereira
Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-5821-0938
verticillaris@gmail.com

Resumo: As ações humanas impactam o bioma Caatinga levando a área à desertificação, através de fenômenos como a salinização, êxodo da população, perda da fertilidade do solo e da biodiversidade, em um centro de alto endemismo. Assim, o reflorestamento é uma proposta adequada para recuperação da paisagem. Devido ao reconhecimento dos liquens como biorremediadores de solos salinizados e, seus compostos ativos na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas, discutimos a probabilidade de sucesso do ácido úsnico na germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas obtidas de *Cereus jamacaru*, *Cactaceae* endêmica, e resistente ao rigor climático da Caatinga, como estratégia de recuperação ambiental. Após ensaio *in vitro*, será realizada germinação em solos salinizados para atestar ser a espécie útil para recuperação de áreas degradadas. Nenhuma referência sobre este assunto, correlacionando compostos liquênicos, solos salinizados e *Cactaceae* foi encontrada na literatura, o que torna esta ideia inédita neste campo.

Palavras-chave: Desertificação, Impactos ambientais, Germinação de sementes, Cactaceae, *Cereus jamacaru*

Abstract: Human actions impact the Caatinga biome, leading the area to desertification, through phenomena such as salinization, population exodus, loss of soil fertility and biodiversity, in a center of high endemism. This way, reforestation is a suitable proposal for recovering the landscape. Due to lichens being recognized as bioremediator of salinized soils, and their compounds are active in seed germination and seedlings development, we discuss the success of the usnic acid on the germination of seeds and seedlings obtained from *Cereus jamacaru,* an endemic *Cactaceae*, and resistant to climate rigor of the Caatinga, as a strategy for environment recovering. After *in vitro* assays, germination in salinized soils will be developed to attest to the species as useful for recuperating degraded areas. No references about this subject, correlating lichen compounds, salinized soils, and *Cactaceae*, were found in the literature, which makes this idea novelty in this field.

Keywords: Desertification, Environmental impacts, Seeds germination, Cactaceae, *Cereus jamacaru*

Introdução

A expansão urbana e agrícola, ao nível mundial, vem comprimindo e devastando áreas de vegetação natural, afetando direta e indiretamente a biodiversidade do planeta. Nesse contexto, diversas formas de uso e ocupação do solo remetem a impactos, cujos danos podem ser irreversíveis.

No Brasil isto pode ser observado nos seus diferentes biomas, cuja fragilidade pode diminuir sua capacidade de resiliência. Em consonância, a Caatinga também é afetada pela intensa degradação ambiental onde, a vegetação nativa arbustiva e arbórea é desmatada e substituída por plantas herbáceas, e/ou culturas de ciclos curtos (Soares et al., 2016). Dentre estes mesmos impactos, também há o processo de salinização, inserido especialmente em áreas que apresentam maior vulnerabilidade ambiental, ou ações acentuadas de atividades humanas. Em Pernambuco, a incidência deste fenômeno pode ser observada no município de Cabrobó, onde a ação antrópica associada às condições climáticas resultou em um alto nível de suscetibilidade à desertificação (Lucena; Nóbrega; Wanderley, 2017).

Ademais, dados do Relatório Anual de Desmatamento no Brasil (RAD) de 2022 revelam que o desmatamento no bioma Caatinga cresceu 22,2 % em relação ao ano de 2021, somando 140 mil ha de área desmatada. Em adição, das 4.963 espécies vegetais que existem no bioma, 30,1 % encontram-se sob ameaça de extinção (BRASIL, 2022).

A região, que é rica em biodiversidade e endemismos, é uma das mais impactadas do país e, com menor número de áreas protegidas, onde 92,5 % das unidades de conservação existentes não possuem plano de manejo (BRASIL, 2020). Além disso, a grande maioria de áreas protegidas contemplam espaços com menor taxa de endemismos (Carvalho et al., 2022a), ameaçando o preciosismo do bioma. Assim, como é difícil preservar, o ato de recuperar é ainda mais distante da realidade em que se vive.

Em adição à falta de áreas protegidas, apesar de já serem identificadas as que apresentam diversos níveis de importância biológica (Velloso et al., 2002), as condições de exploração e degradação impostas ao bioma Caatinga torna imprescindível o uso de técnicas sustentáveis e de baixo custo para a redução desses impactos, e a contínua conservação das espécies nativas que possuem grande potencial forrageiro, madeireiro, frutífero e medicinal (EMBRAPA, 2021), em complemento à recomposição da biota, com inúmeras espécies em risco de extinção. Nesse sentido, o plantio de espécies vegetais do próprio bioma possui contribuições na literatura que evidenciam características promissoras na regeneração de áreas impactadas, seja por meio de dispersão facilitada, fixação de nitrogênio e/ou proteção do solo (Carvalho et al., 2022b).

Em observação de áreas degradadas, a presença de diferentes espécies de *Cactaceae*, consideradas como plantas de alta resiliência frente as poucas disponibilidades de recursos para sobrevivência de organismos vivos, suscitou perspectivas de novos estudos que supram a lacuna de conhecimento nesse tema. Ademais, espécies de cactos podem ser observadas em áreas degradadas da caatinga e, possuem uma relação sociocultural com a comunidade local (Lucena et al., 2015), o que torna possível serem indicadas para estudos de recomposição vegetacional.

Nesse contexto, estudos de viabilidade, índice e velocidade de germinação, bem como desenvolvimento de plântulas, entre outros parâmetros fisiológicos dessas espécies, auxiliam na seleção das que poderiam ser empregadas em futuros projetos. Assim, com base no conhecimento acerca dessas *Cactaceae*, é possível indicar as espécies *Cereus jamacaru* e *Pilosocereus catingicola* como as mais adequadas para este propósito.

Estudos que compreendem a germinação de sementes também podem ser beneficiados pela ação de compostos naturais como óleos essenciais, bioprodutos, ou por metabólitos vegetais que atuam nas respostas fisiológicas das espécies. Assim, pesquisas com liquens (talos, extratos brutos e substâncias purificadas) demonstram que solos degradados podem ter suas características químicas e fertilidade recuperadas, quando a eles submetidos.

Em adição, essas mesmas substâncias liquênicas são capazes de estimular e/ou inibir no percentual e velocidade de germinação de sementes, bem como no desenvolvimento de plântulas, a depender da classe química estudada (Tigre et al., 2012; 2015).

Partindo do pressuposto da capacidade dos fenóis liquênicos de interagir com solos degradados, melhorando suas propriedades e, o poder alelopático desses compostos, aliado ao fato de serem as *Cactaceae* plantas pioneiras e capazes de recolonizar áreas degradas, a presente pesquisa composta por um levantamento bibliográfico inicial de um projeto de dissertação, busca levantar alguns questionamentos norteadores para estudos ambientais, com vista à recuperação de áreas degradadas da caatinga, como: (i) substâncias extraídas e purificadas de *Cladonia substellata* influenciariam na germinação e desenvolvimento de sementes e plântulas de *Cereus jamacaru*?; (ii) haveria diferença de bioatividade entre extratos brutos e substância purificada (ácido úsnico - USN), visto que extratos poderiam ter efeito sinérgico, enquanto a substância pura ter maior efetividade?; (iii) essas sementes germinariam de formas diferentes *in vitro* ou inseridas em solos salinizados, com adição ou não dos produtos liquênicos?

Nesse contexto, após a montagem e validação dos experimentos será possível obter respostas a essas e demais questões, podendo gerar produtos de alta qualidade, desde

resultados que auxiliem em planos de manejo em áreas degradadas a publicações internacionais e patentes.

Materiais e Métodos

Para a realização do estudo proposto, serão selecionadas sementes de *C. jamacaru*, previamente tratadas, e submetidas a ensaios de germinação *in vitro*, utilizando câmaras de fitotron, para regulação de temperatura, umidade e fotoperíodo. Anterior aos ensaios, essas mesmas sementes serão submetidas a diferentes concentrações de extratos de *C. substellata* ou ao USN purificado da espécie. Após seleção das concentrações mais adequadas e com resultados mais satisfatórios, novas sementes serão postas para germinar em solos salinizados por ação humana, de áreas em processo de desertificação. Dessa forma, será verificado se o USN influenciará na eficiência germinativa das sementes e desenvolvimento das plântulas de *C. jamacaru* em solos degradados, para possibilitar construir uma proposta de recuperação de áreas degradadas, de onde procederam tais solos. A área para coleta desses solos salinizados será a ilha de Assunção, município de Cabrobó (Pernambuco), inserido em núcleo de desertificação de mesmo nome. A ilha torna-se uma área adequada para o estudo, visto que possui pontos com diferentes níveis de conservação da vegetação e/ou salinização dos solos (Silva, 2018; Santana, 2021) e acesso à população local, formada por indígenas da etnia Truká. Isto poderá facilitar futuros estudos *in loco* para instalação de um projeto piloto para ensaios comprobatórios dos resultados obtidos em laboratório, como nesta proposta.

Por fim, após a realização dos experimentos, os dados obtidos passarão por tratamentos estatísticos que auxiliarão na interpretação dos resultados e, para indicação da melhor concentração e produto que viabilizem *C. jamacaru* como espécie recolonizadora das áreas problema.

Resultados e Discussão

O processo de salinização refere-se à acumulação de sais no solo em razão das altas taxas de evaporação em detrimento aos baixos índices pluviométricos em regiões áridas e semiáridas, ou pela irrigação inadequada de áreas agricultáveis. Esse processo pode agravar-se para uma condição de desertificação, comprometendo a manutenção da biodiversidade, permanência da comunidade local, e culturas para consumo familiar. Desse modo, embora as espécies nativas da Caatinga apresentem grande resistência aos longos períodos de seca, processos agravantes a essa condição, como o da desertificação, contribuem para a degradação do solo e cobertura vegetal, ameaçando o endemismo e a manutenção de seus ecossistemas.

Diante da problemática em questão, é possível observar na literatura estudos que utilizam-se do plantio de espécies recolonizadoras para mitigar os diferentes níveis de degradação e impactos que as atividades humanas causam ao meio ambiente, em especial através das atividade de mineração (Lima, 2018; Jesus et al., 2016; Lima et al., 2015; Almeida, Moura e Vieira, 2019), concentradas nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Brasil. No semiárido nordestino também observam-se pesquisas direcionadas para este fim (Figueiredo, 2010; Silva, Gonçalvez e Feliciano, 2016; Alvarez e Kiill, 2014), embora seja necessária uma maior realização de estudos concentrados, sobretudo no bioma Caatinga, aumentando o número de respostas eficientes na mitigação da degradação ambiental imposta em determinadas áreas e, em especial, acometidas pelo processo de salinização .

Também é necessário considerar para além dessas propostas, alguns fatores como a viabilidade da execução, adaptação da espécie e os condicionantes climáticos da região, que precisam ser analisados para que se obtenha êxito na aplicabilidade desses estudos, sobretudo em campo.

Nesse contexto, Braga (2008) já mencionava o pouco sucesso de projetos de recuperação da caatinga nas áreas do entorno da Usina Hidrelétrica de Xingó, em virtude de falhas metodológicas, e deficiência em promover as condições ambientais originais. O autor verificou que, com base em dados estatísticos desses empreendimentos de grande porte na área, os padrões observados podiam ser encontrados na maioria dos municípios do semiárido, cuja falta de sustentabilidade dos sistemas produtivos impediam as áreas degradas de uma recuperação natural, com cenário posterior de desertificação.

Com isso, inúmeros estudos versam sobre formas de recuperação de áreas degradadas da caatinga, seja por métodos físicos ou biológicos. Neste caso, a recomposição da vegetação, que parece uma estratégia simples, realmente não é. Isto fortemente esbarra na sazonalidade, que envolve chuvas e umidade em quantidades suficientes para sucesso do desenvolvimento das plantas, e nas espécies adequadas ao pioneirismo, visto que as de sucessão secundária não seriam aptas ao reflorestamento.

Em adição ao problema mencionado, ainda ocorre o fator solo, que em caso da supressão da vegetação original, fica descoberto, favorecendo a erosão, após perda de fertilidade. No caso do semiárido nordestino, ainda se soma o fato de áreas totalmente ou parcialmente salinizadas, cuja fertilidade e estrutura do solo ficam sobremaneira comprometidas. Assim, a identificação de espécies pioneiras, factíveis de emprego em projetos de recuperação de áreas degradadas da caatinga, é o passo inicial para um desenvolvimento sustentável e, tentativa de recuperação de espécies em listas vermelhas de extinção.

Neste caso, Carvalho (2016) realizou prospecção de espécies de herbáceas nativas da caatinga, capazes de serem usadas para reflorestamento. Em adição, usou sementes de *Senna uniflora* para estudos detalhados de germinação e desenvolvimento de plântulas, sob diferentes parâmetros de disponibilidade hídrica e saturação com sais. Como conclusão, indicou além de *S. uniflora* e mais 9 espécies (*Raphiodon echinus, Sida galheirensis, Tridax procumbens, Tephrosia purpurea, Mesosphaerum suaveolens, Diodella teres, Waltheria rodundifolia, Glinus radiatus* e *Herissantia crispa*) como adequadas à recomposição da vegetação. No entanto, foram necessários métodos físico-químicos para quebrar a dormência das sementes de *S. uniflora*.

Como as dificuldades são óbvias, outro problema se dirige às plantas lenhosas, que além da dificuldade de germinação de sementes, há longo tempo para seu desenvolvimento. Reis et al. (2023) abordam este tema para *Mimosa caesalpiniifolia*. Os autores consideram a espécie como alternativa para produção de madeira nesse bioma, mas são necessários mais de cinco anos para que as plantas cheguem ao ponto para uso comercial.

Como esta, outras espécies apresentam o mesmo problema, a exemplo de *Syagrus coronata*, que mesmo sendo endêmica do Nordeste brasileiro e, tolerante aos extremos climáticos da região, a germinação de suas sementes é extremamente difícil, sobretudo em ensaios *in vitro* (Pereira, 2018).

Diante das assertivas, a espécie *Cereus jamacaru* (Figura 1) possui propriedades atrativas para a restauração de áreas salinizadas, pois compõe a vegetação nativa da Caatinga. Além disso, demonstra alta capacidade de retenção de água, pode adaptar-se às condições de ambientes secos, como o nordeste brasileiro, chegando até seis metros de altura. A espécie possui potencialidades tão prósperas, que pesquisas recentes identificaram uma bactéria presente em seu interior, que transformada em um bioproduto, pode promover tolerância à seca em plantas. A rizobactéria denominada *Bacillus aryabhattai* é a base de um novo bioinsumo, que aumenta a resiliência e a capacidade de adaptação das plantas ao estresse hídrico (EMBRAPA, 2021). Além disso, a germinação das sementes de Mandacaru pode ocorrer em menos de trinta dias e a uma temperatura ideal de 30 °C (Meiado et al., 2010; 2016), o que facilita a realização de ensaios experimentais controlados, e a obtenção de respostas em curto prazo.

Para mais, por representarem um grupo de plantas que produzem frutos carnosos que são utilizados como fonte de recurso alimentar por vários vertebrados e invertebrados, os cactos também são indicados em estudos de recomposição da vegetação, pois favorecem a nucleação e aumentam a diversidade local da área restaurada (Meiado et al., 2015).

Em contribuição, o uso de estratégias que possam otimizar, incrementar e regular a germinação de sementes dessas espécies, bem como auxiliar sua capacidade de

sobrevivência em solos já degradados, tornando-as capazes de evoluir ao ponto de atingir maturidade e independência com vistas a uma futura recomposição da paisagem, seria a comprovação de uma técnica com probabilidade de sucesso.

Figura 1 – *Cereus jamacaru* (mandacaru). A: vista da planta em seu ambiente natural (caatinga); B: visão aproximada da flor; C: detalhe interior do fruto; D: fruto disposto na planta.

Fonte: O autor (Meiado, M. V., 2023)

Como exemplo, tem-se o resultado da pesquisa de Brito et al. (2010) que atestaram serem os óleos de canela e manjericão, em baixas concentrações, capazes de aumentar o índice de germinação e vigor de sementes de mandacaru. Pesquisas também indicam a potencialidade do ácido giberélico na germinação de sementes como visto nos estudos de Santos et al. (2013), onde este mesmo ácido utilizado na pré-embebição das sementes de maracujá amarelo estimulou seu desenvolvimento, reduziu a porcentagem de sementes mortas e, promoveu benefícios no vigor das plântulas.

Além da necessidade de seleção de plantas e estratégias de germinação eficazes, esbarra-se no problema dos solos de áreas degradadas da caatinga. Estes possuem uma alta concentração de sais, visto a alta taxa de evaporação da região, com ênfase aos derivados de minerais da classe dos halogêneos. Este parâmetro físico, atrelado à disponibilidade de água para as raízes, limita a probabilidade de sucesso de sobrevivência e proliferação das plantas.

Estudos de técnicas de remediação desses solos são divulgadas em diversos estudos, mas o uso de liquens e suas substâncias vem gerando resultados bastante interessantes e promissores. Algumas espécies reduzem os teores de sódio, outras biodisponibilizam alguns sais minerais. Essas ações são justificadas, porque os liquens produzem metabólitos secundários com capacidade quelante, que se ligam aos íons do solo,

modificando-o quimicamente. Associados aos liquens, outros parâmetros podem ser adicionados, como a radiação, capaz de induzir uma hiperprodução de substâncias biorremediadoras desses solos (Lima et al., 2020, Silva, 2014; 2018).

No caso de espécies da família *Cladoniaceae*, sabe-se que *Cladonia verticillaris* produz os ácidos fumarprotocetrárico (FUM) e protocetrárico (PRO) como compostos principais (Ahti et al., 1993). Estes, ao lado de produtos hidrossolúveis da espécie demonstraram ação fitoestimulante e bioherbicida, frente a *Lactuca sativa* (Tigre et al., 2012; 2015).

Por outro lado, *C. substellata* (Figura 2) possui altos teores de ácido úsnico (USN) em seu talo, cujos extratos e composto dele purificado são altamente bioativos (Martins et al., 2017), inclusive na biorremdiação de solos salinizados (Lima et al., 2020, Silva, 2018). Por outro lado, em referência à germinação, Saeed et al. (2023) observaram que a adição de 1 µM de ácido úsnico na cultura de *Synechocystis sp.* foi capaz de aumentar significativamente os teores de clorofila e outros metabólitos essenciais da espécie.

Plantas lenhosas como coníferas também foram também submetidas ao USN por Piznak et al. (2019). Os autores consideraram não significante sua ação na germinação de sementes. Em adição, mencionaram que o USN atua como um aleloquímico, influenciando no crescimento das plântulas e, diminuindo o teor de macroelementos no sistema radicular das espécies testadas. Em contraponto, embora já haja resultados promissores na germinação de espécies cactáceas, sobretudo sob condições de estresse hídrico ou salino (Nascimento, Meiado e Siqueira-Filho, 2018; Cruz, Nascimento e Meiado, 2021; Silva e Azerêdo, 2022; Silva et al., 2021) nada acerca de influência de compostos liquênicos, incluindo o USN, na germinação e crescimento de qualquer espécie da família *Cactaceae* foi encontrado na literatura, despertando a busca de repostas inéditas no domínio dos estudos ambientais, e concedendo caminhos para a elaboração de propostas de recuperação, sobretudo para o semiárido nordestino.

Por fim, visto o provável benefício na relação dos compostos liquênicos e a espécie *C. jamacaru*, a referida estratégia de restauração de áreas salinizadas com espécie nativa pode contribuir veementemente com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), os quais visam, dentre outros fins, erradicar a pobreza, reduzir as desigualdades e defender o meio ambiente. Isto posto, a proposta desta pesquisa possui amplo potencial em auxiliar no cumprimento do ODS de número 15 “Vida Terrestre”, que almeja entre outras metas, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, aumentar substancialmente o reflorestamento, além de combater a desertificação. Logo, os ensaios experimentais com espécie nativa da Caatinga e, a utilização de solos em processo de desertificação darão uma

resposta promissora para estudos futuros da conservação ambiental do bioma, atendendo às metas estabelecidas pelos ODS.

Figura 2 – *Cladonia substellata* Vainio. A – detalhe do talo; B – vista em sua área de ocorrência

Fonte: a autora (Pereira, E. C., 2023)

Considerações finais

Toda ação e estudo que viabilizem a recuperação da caatinga e, promova a manutenção de sua biodiversidade, visto ser um centro de alto endemismo, tem relevância significativa. Portanto, o uso de uma espécie nativa e resistente parece alternativa de sucesso para tal.

Por essa razão, os compostos primários e/ou secundários e, as próprias espécies liquênicas *in natura* somam algumas potencialidades nos estudos ambientais podendo promover resultados promissores, viáveis e econômicos em pesquisas que se comprometem com regeneração, monitoramento ou biorremediação de áreas degradadas. Em adição, considera-se inédito um estudo onde se propõe o uso de substâncias liquênicas e ensaios de germinação de sementes de mandacaru, planta nativa e resistente à degradação dos solos em áreas de caatinga, com vistas à recuperação ambiental.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, e à Universidade Federal de Pernambuco por concederem subsídios suficientes para o desenvolvimento da presente pesquisa.

Referências

AHTI, T. STENROOS, S., XAVIER-FILHO, L. The lichen family Cladoniaceae in Paraiba, Pernambuco and Sergipe, northeast Brazil. Tropical Biology, v. 7, n. 1, p. 55-70, 1993.

ALMEIDA, V. G.; MOURA, E. N. de; VIEIRA, G. T. Espécies vegetais utilizadas em áreas degradadas pela mineração. Research, Society and Development, v. 8, n. 3, p. e3583710-e3583710, 2019.

ALVAREZ, I. A.; KIILL, L. H. P. Arborização, floricultura e paisagismo com plantas da Caatinga. Informativo Abrates, v. 24, n. 3, 2014.

BRAGA, D. V. V. Áreas degradas do bioma caatinga na região de Xingó, Brasil: processo de formação x recuperação ambiental. 2008. 171 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Políticas Ambientais) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. 2022. Caatinga. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/biomas/caatinga. Acesso em: 29 jun. 2023.

BRASIL. 2020. Ministério do Meio Ambiente. Painel de Unidades de Conservação Brasileiras. Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiMDNmZTA5Y2ItNmFkMy00Njk2LWI4YjYtZDJlNzFkOGM5NWQ4IiwidCI6IjJiMjY2ZmE5LTNmOTMtNGJiMS05ODMwLTYzNDY3NTJmMDNlNCIsImMiOjF9. Acesso em: 20 ago. 2023.

BRITO, N. M. et al. Efeitos de óleos essenciais na germinação de sementes de *Cereus jamacaru*. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 5, n. 2, p. 207-211, 2010.

CARVALHO, C. E et al. High endemism of cacti remains unprotected in the Caatinga. Biodiversity and Conservation, v. 31, n. 4, p. 1217-1228, 2022a.

CARVALHO, J. N et al. Espécies nativas da caatinga para recuperação de áreas degradadas no semiárido brasileiro**.** Revista Árvore, v. 46, n.1, 2022b.

CARVALHO, J. N. Espécies nativas da caatinga para recuperação de áreas degradadas: prospecção, ecofisiologia da germinação e crescimento de plantas. 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção vegetal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2016.

CRUZ, A. B. S.; NASCIMENTO, J. P. B.; MEIADO, M. V. Germinação de sementes de Melocactus zehntneri, Cactaceae, submetidas a estresses hídrico e salino. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 16, n. 3, p. 316-320, 2021.

EMBRAPA. 2021. Bactéria encontrada no mandacaru vira bioproduto que promove tolerância à seca em plantas. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/60941801/bacteria-encontrada-no-mandacaru-vira-bioproduto-que-promove tolerancia-a-seca-em-plantas. Acesso em: 20 de jun. 2023.

FIGUEIREDO, J. M. Revegetação de áreas antropizadas da Caatinga com espécies nativas. 2010. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos – PB, 2010.

JESUS, E. N. de et al. Regeneração natural de espécies vegetais em jazidas revegetadas. Floresta e Ambiente, v. 23, p. 191-200, 2016.

LIMA, A. P. C. de. Potencial fitorremediador de espécies vegetais em áreas de mineração do semiárido pernambucano. 2018. 107 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

LIMA, D. N. S.; SILVA, A. K. O.; SILVA, N.H.; PEREIRA, E. C. Bioremediation of salinized soils by the lichen *Cladonia substellata* fomented by a nitrogen source and gamma radiation. RAEGA, v.8, n.2, p. 78-93. 2020.

LIMA, K. D. R. de et al. Seleção de espécies arbóreas para revegetação de áreas degradadas por mineração de piçarra na Caatinga. Revista Caatinga, v. 28, n. 1, p. 203-213, 2015.

LUCENA, C. M.; RIBEIRO, J. E. S.; NUNES, E. N.; MEIADO, M. V.; QUIRINO, Z. G. M.; CASAS, A.; LUCENA, R. F. P. Distribuição local de *Cereus jamacaru* DC. subsp. *jamacaru* e *Pilosocereus pachycladus* F. Ritter subsp. *pernambucoensis* (F. Ritter) Zappi (Cactaceae) e sua relação com uma comunidade rural no Município do Congo, Paraíba. Gaia Scientia, v. 9, n. 2, p. 97-103, 2015.

LUCENA, J. A; NÓBREGA, R. S; WANDERLEY, L. S. A. Aspectos temporais, espaciais e rítmicos da variabilidade pluviométrica no Núcleo de Desertificação de Cabrobó/PE. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 10, n. 6, p. 1784- 1801, 2017.

MARTINS, M. C. B.; SANTIAGO, R.; BURIL, M. L. L.; PEREIRA, E. C.; LEGAZ, M. E.; VICENTE, C.; SILVA, N. H. New biotechnological methods for producing therapeutic products (usnic, stictic and norstictic acids) by cell immobilization of the lichen *Cladonia substellata* Vainio. BioTechnology: an Indian Journal, v. 13, n. 2, p. 1-13, 2017.

MEIADO, M. V.; ALBUQUERQUE, L. S. C.; ROCHA, E. A.; ROJAS-ARÉCHIGA, M.; LEAL, I. R. Seed germination responses of *Cereus jamacaru* DC. ssp. *jamacaru* (Cactaceae) to environmental factors. Plant Species Biology, v. 25, n. 2, p. 120-128, 2010.

MEIADO, M. V.; MACHADO, M. C.; ZAPPI, D. C.; TAYLOR, N. P.; SIQUEIRA FILHO, J. A. Ecological attributes, geographic distribution and endemism of cacti from the São Francisco Watershed. Gaia Scientia, v. 9, n. 2, p. 40-53, 2015.

MEIADO, M. V.; ROJAS-ARÉCHIGA, M.; SIQUEIRA-FILHO, J. A.; LEAL, I. R. Effects of light and temperature on seed germination of cacti of Brazilian ecosystems. Plant Species Biology, v. 31, n. 2, p. 87-97, 2016.

NASCIMENTO, J. P. B.; MEIADO, M. V.; SIQUEIRA-FILHO, JOSÉ ALVES. Seed germination of three endangered subspecies of *Discocactus* Pfeiff. (Cactaceae) in response to environmental factors. Journal of Seed Science, v.40, n.3, p.253-262, 2018.

PEREIRA, I. M. C. Potencial de produção de oleaginosas no Semiárido Pernambucano, com ênfase ao desenvolvimento de *Syagrus coronata* (Licuri) em solos degradados. 2018. 148 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

PIZŇAK, M.; KOLARČIK, V.; GOGA, M.; BAČKOR, M. Allelopathic effects of lichen metabolite usnic acid on growth and physiological responses of Norway spruce and Scots pine seedlings. South African Journal of Botany, v. 124, n. 1, p. 14-19, 2019.

REIS, P. M. M.; CANTO, J.L.; UCELLA FILHO, J. G. M.; ALMEIDA, D. M.; SILVA, B. R. F.; SOUSA, N. A.; SILVA, G. G. C. *Mimosa caesalpiniifolia* Benth. as an alternative for wood production in Northeast Brazil. Advances in Forestry Science, v. 10, n. 2, p. 1995 – 2002, 2023.

SAEED, M. et al. Enhanced growth, chlorophyll a and phycobiliprotein content, and modulation of bioactive metabolite profiles in *Synechocystis* sp. PCC 6803 culture by (+)-usnic acid. Journal of Applied Phycology, v. 35, n. 3, p. 1047-1059, 2023.

SANTANA, K. F. Classificação estrutural e fitossociológica de áreas de vegetação do bioma caatinga na ilha de Assunção, Cabrobó, Pernambuco. 71 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2021.

SANTOS, C. A. C et al. Germinação de sementes e vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo submetidos à ação do ácido giberélico. Biosci. J., Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 400-407, 2013.

SILVA, A. K. O. Avaliação ambiental do município de Cabrobó – PE, com ênfase aos níveis de degradação da vegetação e biorremediação do solo na ilha de Assunção. 2018. 227 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2018.

SILVA, A. K. O. Biorremediação de solos salinizados procedentes de áreas em processo de desertificação mediante uso do líquen *Cladonia verticillaris* (RADDI) FR. 2014. 158 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2014.

SILVA, ERA, 2018. Agenda 2030: ODS – Metas nacionais dos objetivos de desenvolvimento sustentável. Relatório IPEA. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8855/1/Agenda_2030_ods_metas_nac_dos_obj_de_desenv_susten_propos_de_adequa.pdf. Acesso em: 20 de jun. 2023.

SILVA, J. H. C. S.; AZERÊDO, G. A. de. Germinação de sementes de cactáceas sob estresse salino. Revista Caatinga, v. 35, n. 1, p. 79-86, 2022.

SILVA, J. H. C. S et al. Water restriction in seeds of Cereus jamacaru DC. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 16, n. 2, p. 1-7, 2021.

SILVA, L. B.; GONÇALVEZ, M. P. M.; FELICIANO, A. L. P. Potencial germinativo de *Crateva tapia* L. sob semeadura em diferentes solos salinos da caatinga. *In*: CONGRESSO INTERNCIONAL DA DIVERSIDADE DE SEMIÁRIDO, 1., 2016, Campina Grande, PB. Anais. Campina Grande: CONIDIS, 2016. Disponível em: http://www.editorarealize.com.br/revistas/conidis/trabalhos/TRABALHO_EV064_MD4_SA3_ID 1610_20102016220144.pdf. Acesso em: 17 nov. 2023.

SOARES, Deivide Benicio et al. Degradação dos solos por sais em Pernambuco, Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 9, n. 5, p. 1621-1628, 2016.

TIGRE, R. C et al. Allelopathic and bioherbicidal potential of *Cladonia verticillaris* on the germination and growth of *Lactuca sativa*. Ecotoxicology and Environmental Safety, v. 84, n. 1, p. 125–132, 2012.

TIGRE, R. C et al. Potential phenolic bioherbicides from *Cladonia verticillaris* produce ultrastructural changes in *Lactuca sativa* seedlings. South African Journal of Botany, v. 98, n. 1, p. 16–25, 2015.

VELLOSO, A. L et al. Ecorregiões proposta para o bioma caatinga. Recife: Ed. PNE - Associação Plantas do Nordeste, TNC - The Nature Conservancy, 2002.

Monitoramento da Evolução Temporal e Dinâmica Sedimentar do Campo de Dunas Móveis de Jericoacoara, Ceará, Brasil: Contribuição para a Gestão Sustentável da Zona Costeira

Monitoring The Temporal Evolution And Sedimentary Dynamics Of The Jericoacoara Mobile Dunes Field, Ceará, Brazil: Contribution To The Sustainable Management Of The Coastal Zone

José Lucas Marques Albuquerque
Universidade Estadual do Ceará - UECE
https://orcid.org/0009-0000-2363-3052
lucasmarques.lm922@gmail.com

Fabio Perdigão Vasconcelos
Universidade Estadual do Ceará - UECE
https://orcid.org/0000-0002-0388-4628
fabio.perdigao@uece.br

Adely Pereira Silveira
Universidade Estadual do Ceará - UECE
https://orcid.org/0000-0003-3709-0591
delysilveira@gmail.com

Gustavo Amorim Studart Gurgel
Superintendência Estadual do Meio Ambiente–SEMACE, Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira – LAGIZC da Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0000-0003-4383-1448
gustavogurgel2012@gmail.com

Cristiano da Silva Rocha
Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0000-0001-9206-9360
cris1989srocha@gmail.com

Resumo: As dunas são elementos importantes para manutenção das interfaces litorâneas, modeladas pelas ações dos ventos e ondas. As dunas são reservatórios de sedimentos que atuam na manutenção do deslocamento dos sedimentos pela faixa praial. Para obtenção dos dados, foi necessário fazer o levantamento bibliográfico da área de estudo aparte de dados anteriores, além da obtenção de imagens de satélite por meio do Google Earth Pro e o pós-processamento ocorreu no software Qgis *v. 3.22.6*. Os resultados demonstram que a Duna papai Noel e Duna Arraia estão ativas, porém a Duna Pôr do Sol já demonstrava uma tendência de déficit sedimentar o que levou ao seu desaparecimento por completo, devido à interrupção do transporte dos sedimentos ocasionados pela vila, além dos bloqueios nos corredores de transporte de sedimentos.

Palavras-chave: Dunas moveis, Jericoacoara, Recuperação ambiental.

Abstract: The dunes are important elements for the maintenance of coastal interfaces, modeled by the actions of winds and waves. The dunes are reservoirs of sediments that act to maintain the displacement of sediments along the beach. To obtain the data, it was necessary to carry out a bibliographical survey of the study area apart from previous data, in addition to obtaining satellite images through Google Earth Pro and the post-processing occurred in the Qgis v. 3.22.6. The results show that the Duna Papai Noel and Duna Arraia are active, however the Duna Pôr do Sol already showed a trend of sedimentary deficit, which led to its complete disappearance, due to the interruption of the transport of sediments caused by the village, in addition to the blockages in sediment transport corridors.

Keywords: Mobile dunes, Jericoacoara, Environmental recovery.

Introdução

O município de Jijoca de Jericoacoara está localizado no estado do Ceará (figura 1), a cerca de 300 km da capital do estado, Fortaleza. O município de Jijoca de Jericoacoara possui uma área de cerca de 570 km de litoral, sendo está uma unidade de conservação instituída pelo governo federal segundo o Decreto s/n.º de 4 de fevereiro de 2002 - Lei n.º 11.486, de 15 de junho de 2007 (BRASIL, 2007), sendo este monitorado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (icmbio).

Figura 11 - Área de Estudo

Fonte: Os autores (2023)

Até metade do século XX, a vila de Jericoacoara era uma comunidade de pescadores, passando a partir dos anos de 1980 até 1990, por um intenso processo de "turistificação", aonde nos períodos de alta estação (ocorrem no final dos meses de dezembro a fevereiro; fim de junho a início de setembro; outubro e novembro, meses dos turistas europeus), o município recebe o maior volume de turistas durante o ano (MEIRELES; DANTAS; SILVA., 2011).

Ao longo do tempo, Jericoacoara se estabeleceu como polo turístico do Ceará tornando-se a principal fonte de renda dos moradores locais e dos municípios vizinhos, impulsionados pela rede hoteleira que oferta de serviços turístico e alimentícios que se desenvolvem na região. Devido a esse intenso processo de uso e ocupação da região, as atividades antrópicas se intensificaram modificando as feições da paisagem por meio da ocupação (influenciada pelo turismo) da zona costeira que se reproduz por atividades com a utilização de veículos 4x4, trilhas etc. Essas atividades trouxeram problemas ambientais, tais como a intensa ocupação da vila, a compactação das dunas por meio atividades turísticas, interrupção abrupta aos sistemas de transporte de sedimentos da região, resultando em uma maior intensificação dos processos erosivos na zona costeira.

A zona costeira é produto de um sistema morfológico complexo e vulnerável, na qual é constantemente perturbado devido à forte pressão que sofre pelas diversas formas de uso e ocupação dos seus espaços (SILVEIRA; VASCONCELOS, F. P; CLAUDINO SALES, V. C., 2019). Diante desse cenário, é preciso entender a relação do homem com a natureza ao longo do tempo na proporção que ela evolui, desta forma pode-se compreender as transformações e seus respetivos impactos socioambientais (VASCONCELOS; CORIOLANO., 2008). [4 5]

No século XX, as zonas costeiras passaram a ser ocupadas de forma gradual devido às propostas urbanísticas e econômicas adotadas na região. Atualmente, cerca de 60% da população mundial habita em regiões costeiras (VASCONCELOS, 2005). A crescente valorização do litoral para a realização do turismo de praia e sol, e ao longo dos anos, aumentou a atividade turística que, no que lhe concerne, foi desenvolvendo-se e se ramificando em outros tipos, a exemplo do turismo de eventos e negócios. Em Jericoacoara, esses problemas se reproduzem pelos passeios ofertados com uso de veículos de tração, trilhas e estruturas para práticas de atividades nos campos de dunas.

Os campos de dunas são grandes depósitos eólicos divididos em quatro gerações, de acordo com suas características de composição e deposicionais. Da mais antiga para a mais nova, estão as paleodunas; dunas fixas vegetadas, constituídas pelas dunas parabólicas; os eolianitos; e por último as dunas ativas móveis. De acordo com Claudino (2002) as dunas também apresentam uma quinta geração caracterizada por dunas móveis que ainda são influenciadas por materiais da faixa de praia.

As dunas presentes em Jericoacoara são de grande importância para manutenção do sistema de transporte de sedimentos (Figura 2). Segundo Meireles (2011) nesse ambiente tem-se a presença de dunas subdivididas em três gerações; as de primeira, segunda e terceira geração. As Dunas de primeira geração se caracterizam por serem de dunas fixas, apresentando vegetação arbórea com transição para tabuleiro, sendo também do tipo

parabólica. As dunas de segunda geração são dunas móveis do tipo barcanas e barcanóides, caracterizadas pelos pelo transporte de sedimentos, de pequeno e médio porte e formato meia de lua e as dunas de terceira geração também são dunas móveis do tipo longitudinal, estando elas dispostas sobre a área de berma da praia, dessa forma, são dunas que estão em contato frequente com o mar devido sua proximidade e sentido de deslocamento que dos sedimentos através do transporte de sedimentos.

Segundo Goldsmith (1978), a presença de dunas costeiras é determinada pela relação de três fatores: a disponibilidade de sedimento solto; a atuação do vento de intensidade e direção para possibilite a remobilização do sedimento e por fim, a existência de uma superfície de dimensões adequadas para que o ambiente eólico se desenvolva.

Figura 2 - Campo de Dunas Moveis de Jericoacoara

Fonte: Os autores (2023).

De acordo com Silveira; Vasconcelos, f. p; Claudino sales, v. c (2019) Jericoacoara abriga um vasto campo de dunas com depósitos de sedimentos areno-quartzosos de origem continental e idade holocênica, os quais se apresentam associados com um largo promontório, além de lagoas costeiras, manguezal, paleomangue e praia arenosa. O sistema sedimentar eólico de Jericoacoara se caracteriza pela presença de um promontório, onde os sedimentos percorrem a área do promontório e chegam na enseada à sotamar, reabastecendo a faixa de praia e as dunas e realizando o by-pass costeiro, partindo do transporte de sedimentos da praia do Preá para uma praia Jericoacoara, denominado por Castro (2001) de “*headland bypassing dunefield*”.

Material e métodos

Inicialmente foi realizado um levantamento bibliográfico relacionado aos dados técnicos e produções científicos acerca da área de estudo que compreende a Duna Pôr do Sol(DPS), Duna Papai Noel(DPN) e Duna Arraia(DA), em Jericoacoara-CE. Meireles (2011) produziu uma análise temporal entre os anos de 1975 a 2010 referentes a geodinâmica dos campos de dunas através de imagens de satélites georreferenciadas na qual obteve valores significativos acerca do processo de déficit sedimentar que ocorria nas dunas DPS, DPN e DA.

Os dados obtidos por Silveira; Vasconcelos, f. p; Claudino sales, v. c (2019) acerca da DPS foram necessários para correlacionar os aspectos da duna e o déficit sedimentar em função da erosão na que ocorrem na DPS, na qual foi produzido 34 pontos georreferenciados dos perfis topográficos a partir dos pontos de base, medidas as latitudes e longitudes com a utilização de um GPS de precisão modelo Garminm, resultando em perfis topográficos da DPS. Também foram utilizados, os dados produzidos por Gurgel (2023), que analisou o sistema sedimentar eólico de Jericoacoara buscando por meio de técnicas de manejo e zoneamento, a recuperação ambiental da DPS.

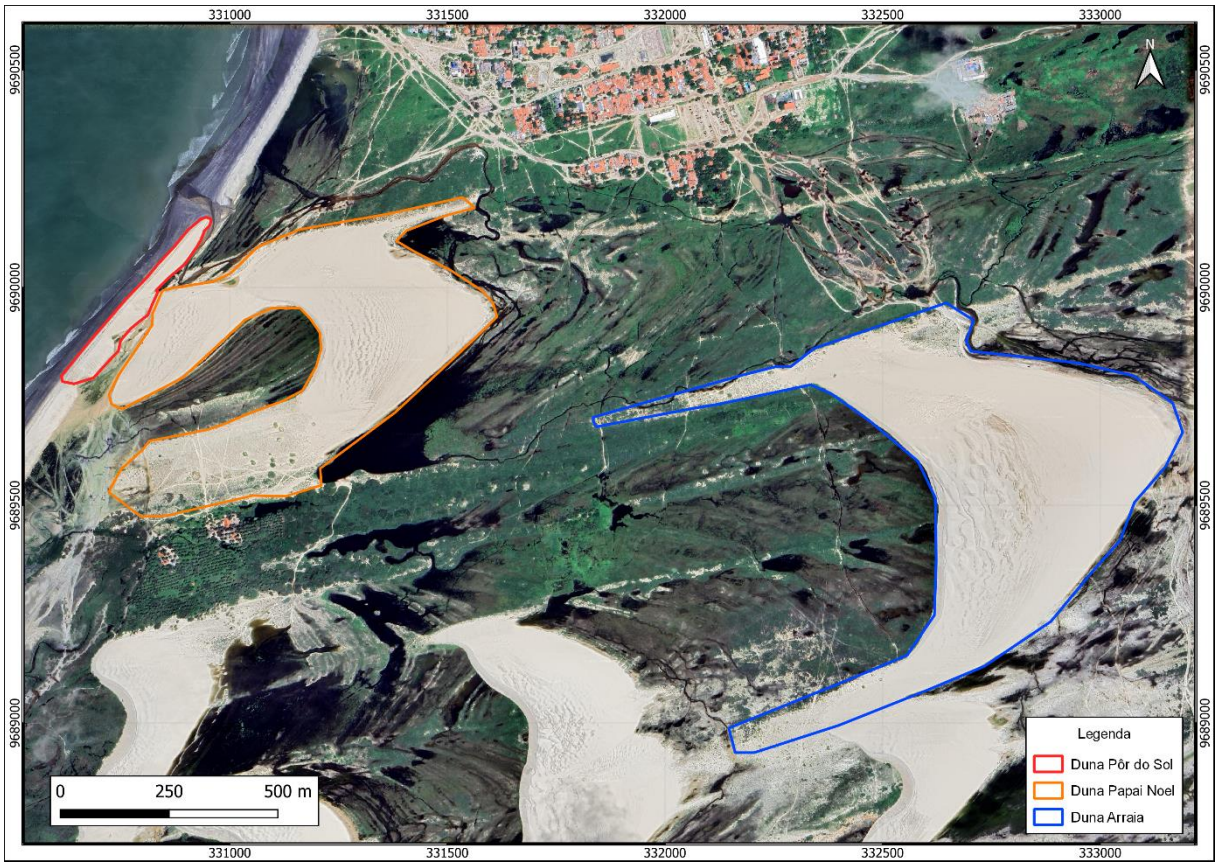
A análise das informações coletados em campo e a produção de cartográfica resultou-se no levantamento de informações para construção da pesquisa. As imagens foram coletadas através do *Mavic Pro* 2 foram utilizadas para produção de imagens na qual foi possível espacializar as imagens e observar as principais mudanças na paisagem litorânea. As imagens obtidas na plataforma do Google Earth Pro foram georreferenciadas no software Qgis *versão 3.22.6 - biatowieza* no sistema de coordenadas geográficas UTM zona 24S.

Resultados e discussões

Evolução temporal do Campo de Dunas de Jericoacoara

As dunas DPS, DPN e DA se caracterizam por fazerem parte do grande complexo campos de dunas móveis de Jericoacoara (figura 3), sendo esse ambiente, um dos grandes polos turísticos do Brasil e do mundo devido ao apelo turístico ofertado através da utilização dunas para atividades econômicas de veraneio. O intenso processo de ocupação decorrente das atividades turísticas, trouxe consigo problemas ambientais que ao longo do tempo, agravaram-se, levando a modificação da paisagem e dos sistemas naturais que se reproduzem na região.

Figura 3 - Campos de Dunas de Jericoacoara em 2023



Fonte - Google Earth Pro, 2023

A duna pôr do sol entre os anos de 2005 e 2010, apresentou uma redução de aproximadamente 18.500 m² da sua área total, apresentando uma tendência de déficit sedimentar durante seu deslocamento natural (MEIRELES, 2011). Essa diminuição está relacionada ao fato dela estar se movimentando sobre o promontório de Jericoacoara e ter atingido o setor de bypass passando a ser transportados pelas ondas (MAIA, 2001; MEIRELES, 2011; SILVEIRA; VASCONCELOS, F. P; CLAUDINO SALES, V. C., 2019; GURGEL, 2023) que alcançaram a faixa de praia e os sedimentos.

Neste mesmo período foi possível definir um perímetro de cerca de 3.331 m, onde foi constatado uma tendência de aumento do perímetro da DPS. Esta tendência foi relacionada às alterações na dinâmica de transporte quando a duna se aproximou da faixa de praia (face de avalanche em contato com as ondas) e as interferências na dinâmica dos ventos pela barreira morfológica provocada pelo serrote de Jericoacoara (MEIRELES, 2011).

De 2005 a 2010, o deslocamento da DPS foi de aproximadamente 50 com média anual aproximada de 10 m/ano, apresentando deslocamento total de aproximadamente 350m entre 1975 e 2010 (MEIRELES, 2011). De acordo com Silveira; Vasconcelos, f. p; Claudino sales, v. c (2019) no ano de 2017, o volume de sedimentos da DPS era aproximadamente

1.053.698,767 m³, passando para 983.982,629 m³ em fevereiro de 2018, ou seja, uma redução do seu volume superior a 6,62%, reafirmando os dados do início da década de 2010, onde a duna já apresentava uma diminuição da sua área.

Segundo Gurgel (2023), a DPS entre os anos de 2019 a 2022, teve uma redução de 40,51% de área total ao mesmo tempo que perdeu cerca de 41,08% do seu volume de sedimentos, confirmando as pesquisas anteriores na qual apontavam uma tendência de déficit sedimentar com uma perda de quase 7% entre os anos de 2017 e 2018 e aumentando até 2022 para mais de 10% ao ano.

> Neste ritmo, que apontam a continuação do processo erosivo intenso, apresentando um déficit sedimentar, devido principalmente à migração do corpo dunar em direção ao mar, a desativação dos corredores de transporte de sedimentos eólicos de sedimentação e ao seu uso sem controle, como o turismo, e em um cenário em que nenhuma intervenção seja feita para reverter o quadro atual da DPS, podemos afirmar que, em menos de 5 anos, a Duna do Pôr do Sol terá mergulhado inteiramente no mar, desaparecendo do cenário icnográfico da Vila de Jericoacoara (GURGEL, 2023).

A Duna Papai Noel (DPN) é uma duna parcialmente ativa de formato barcana e está sendo alimentada parcialmente pela Planície de Deflação Ativa. A DPN já apresentava tendência relativa à manutenção para existência. Nos levantamentos efetuados por Meireles (2011) no período de 1975 a 2010 demonstrou uma redução de cerca de 61.100 m² com uma diminuição no perímetro de aproximadamente 663 m, não sendo isso um problema, visto a decorrência da sua manutenção da morfologia-barcanóide (MEIRELES, 2011). Desde 2001 a DPN mostra uma tendência de manutenção regular do seu perímetro, com uma média de 3.373 m. A Duna Papai Noel (DPN), continua sendo alimentada parcialmente pela Planície de Deflação Ativa, ou seja, é uma duna parcialmente ativa de formato barcana (GURGEL, 2023).

A área da duna Arraia (DA) no período de 1975 a 2010, passou por uma diminuição de aproximadamente 71.454,5 m². Neste mesmo período foi possível identificar um aumento no perímetro de 193,5 m, apresentando em sua estrutura, contornos morfológicos bem definidos, sendo a duna com maior área e perímetro da planície costeira com área média de aproximada de 419.050 m² (MEIRELES, 2011). Atualmente, a Duna Arraia (DA), também é uma duna classificada como barcana e se encontra ativa, alimentada pela superfície de deflação na qual permite sua estabilização em função do carreamento de sedimento que alcançam o sistema dunar (GURGEL, 2023).

A DPS é uma duna que recebe influência dos agentes naturais que também recebem influencias antrópicas, se transformando-a em uma duna longitudinal frontal, que hoje se encontra inativa e apresentando fortes indícios de desaparecimento, devido principalmente à Vila de Jericoacoara que interrompe o trânsito de sedimentos eólicos em direção a DPS. A

Duna Papai Noel (DPN) e Duna Arraia (DA), são atualmente dunas classificadas como barcanas e se encontram ativas, sendo alimentada pela superfície de deflação.

O impacto do turismo na paisagem do campo de dunas de Jericoacoara: O caso de a duna pôr do sol (DPS).

A zona costeira apresenta constantes transformações, possibilitando que as feições variam conforme o espaço e com o tempo, ocorrendo assim um contínuo ajustamento morfodinâmico natural. Se submetendo a forte pressão por formas de uso do solo, criando um grande desafio para a implementação de diversas estratégias de gestão ambiental (SILVEIRA; VASCONCELOS, F. P; CLAUDINO SALES, V. C., 2019) que permitam o uso sustentável desses ambientes. As dunas são grandes sistemas de deposição e reposição de sedimentos. Segundo Paskoff (1998), as dunas são depósitos de sedimentos que atuam no balanço sedimentar das áreas litorâneas e na proteção destas áreas.

Em Jericoacoara o desafio se monstra no manejo sustentável das dunas que sofrem com os impactos gerados pela instalação da vila e sua expansão, acarretando interrupção do transporte de sedimentos (GURGEL, 2023). As atividades antrópicas ocorrem de forma direta e indireta, se reproduzindo através da mudança no fluxo de sedimentos, compactação dos solos, uso e ocupação do solo, impedindo que a duna a do Pôr do Sol continue ativa. Desde o ano de 2002 que há um aumento no turismo e do acesso de visitantes à DPS, a qual é diariamente frequentada por um elevado número de pessoas que sobem até a face de avalanche para assistir o pôr-do-sol.

As trilhas para circulação de veículos também possuem um papel fundamental nesse sistema de interação, ao ocasionarem a dispersão aleatória dos grãos de areias ao longo dos sulcos erosivos criados nessas trilhas em várias direções, diferentemente dos corredores de transporte natural, alterando significante o percurso natural dos sedimentos (Figura 4).

Figura 4 - Na reportagem, o guia turístico faz manobra na face de avalanche nas Dunas de Jericoacoara.

Fonte – G1, 2023.

O crescimento das atividades turísticas implica diretamente no aumento da construção de infraestruturas urbanas que possibilitem o uso dos espaços pelos turistas, seja por meio de hotéis ou espaços gastronómicos. As ocupações desses espaços favorecem a interrupção dos sedimentos que não percorrem seu curso natural de reabastecimento do sistema sedimentar, o baixo volume de sedimentos permite que a vegetação se estabilize e torne-se uma barreira natural. Dessa forma, os corredores eólicos diminuem sua recarga de aporte de sedimentos em função da baixa quantidade de areia que se desloca em direção da DPS.

> A diminuição da extensão dos corredores de transporte de sedimentos e dos volumes transportados nessas faixas de transporte eólico-sedimentar, tem como principal causador, o acréscimo da cobertura vegetal fixadora, permitido uma redução gradativa dos volumes de areia ao longo de seu percurso (GURGEL, 2023).

As intervenções se demonstram da seguinte forma: tráfego de veículos com a origem de trilhas aleatórias para ter acesso a vila de Jericoacoara; degradação da vegetação fixadora dos sedimentos; compactação do solo; reativação do transporte de areia e maior número de pessoas caminhando sobre as dunas móveis (principalmente a DPS). A figura 5 evidencia o desaparecimento por total da DPS, onde no ano de 2019 seu volume de sedimento era de 1.053.698,767 m³ (SILVEIRA; VASCONCELOS, F. P; CLAUDINO SALES, V. C., 2019), mas que aos poucos foi diminuindo em função dos processos supracitados que levaram ao seu

desaparecimento por completo em 2023 como mostra a imagem da direita.

Figura 5 - Na esquerda, a DPS em 2017 e na direita, em 2023.

Fonte - Google earth pro, 2023.

Conclusão

Quanto as três principais dunas que foram objeto de estudos desse projeto de extensão, podem-se concluir que a DPS foi uma duna barcanóide, retrabalhada pela ação dos agentes naturais que por sua vez foram modificados pela atividade antrópica, se transformando em uma duna longitudinal frontal, que hoje se encontra inativa, pois não há reposição dos sedimentes pelo sistema natural da duna, o que levou ao seu desaparecimento, devido principalmente aos processos antrópicos que levem ao bloqueio de sedimentos até duna. A Duna Papai Noel (DPN) e Duna Arraia (DA), são atualmente dunas classificadas como barcanas e se encontram ativas, sendo alimentada pela superfície de deflação.

Quanto à desaparecimento do tamanho da duna Pôr do Sol, também se deveu a interferência antrópica na área. O crescimento do núcleo urbano com a desativação dos corredores eólicos reduziu os transportes de sedimentos que eram necessários para alimentação da duna pôr do sol, criando um déficit sedimentar e como consequência o desaparecimento desse ícone turístico de Jericoacoara.

É necessário que haja a implementação de um plano de recuperação dos corredores de transporte sedimentar eólico em Jericoacoara para os sedimentos sejam transportados novamente em direção às dunas, de modo a abastecê-las, permitindo a reposição do ambiente naturalmente. É notória a dificuldade existente na implementação de um plano de recuperação ambiental em meio os processos burocráticos para sua implementação. Os resultados deste estudo proporcionam uma análise importante acerca da dinâmica costeira de Jericoacoara e os impactos dos processos provocados pelo aumento das atividades turísticas.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela bolsa de Projeto de Iniciação Científica (IC/UECE/PIBIC), A Universidade Estadual do Ceará – UECE, ao Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira (LAGIZC) pelo suporte no levamento e análise dos dados nas etapas metodológicas para execução desse trabalho.

Referências

BRASIL. LEI Nº 11.486, DE 15 DE JUNHO DE 2007. Altera os limites originais do Parque Nacional de Jericoacoara, situado nos Municípios de Jijoca de Jericoacoara e Cruz, no Estado do Ceará; revoga o Decreto nº 90.379, de 29 de outubro de 1984, e o Decreto s/nº de 4 de fevereiro de 2002[...]Brasília: Presidência da república, [2020].

CASTRO, J.W.A. Geomorfologia do sistema sedimentar eólico de Paracuru-Ceará. Tese de Doutoramento em Geomorfologia, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 202p.,2001.

CLAUDINO-SALES, V.; PEULVAST, J. P. Tipologia das dunas costeiras do Estado do Ceará. In: Simpósio Nacional da Associação Brasileira do Quaternário - ABEQUA, 2001, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre, RS: ABEQUA/UFRGS. v. 1. p. 345-347.

GURGEL, G.A.S. O Sistema Sedimentar Eólico de Jericoacoara/CE: Manejo e Zoneamento Ambiental**.** 2023. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2023.

G1. Em manobra proibida, guia em veículo com turistas desce paredão em duna no Ceará. Disponível em: https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2023/04/01/em-manobra-proibida-guia-em-veiculo-com-turistas-desce-paredao-em-duna-no-ceara.ghtml. Acesso em: 10 ago. 2023.

MAIA, Luís Parente; FREIRE, George Satander Sá; MORAIS, Jader Onofre de; RODRIGUES, Ângela Cristina Bezerra; PESSOA, Paulo Roberto; MAGALHÃES, Silvania Helena Oliveira. Dynamics of coastal dunes at Ceará State, Northeastern Brazil: dimension and migration rate / Luís Parente Maia [*et. al*]. Arquivos de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, v. 34, p. 11-22, 2001.

MEIRELES, A. J. A.; DANTAS, E. W. C; SILVA, E. V. Parque Nacional de Jericoacoara: Trilhas para a sustentabilidade. 1. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2011.

MEIRELES, Antônio Jeovah Andrade de. Geodinâmica Dos Campos De Dunas Móveis De Jericoacoara/Ce-Br. Mercator**,** Fortaleza, v. 10, n. 22, p. 169 a 190. 2011.

MINAYO, M. C. de S. (org). Pesquisa Social: Teoria, método e criatividade. Petrópolis: Vozes, 2007.

MORAES, Antônio Carlos Robert. Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Annablume, 2007.

MUEHE, D. Aspectos gerais da erosão costeira no Brasil. **Mercator**. n. 7, v. 4, p. 97-110, 2005.

PASKOFF, R. Les Littoraux. L'impact des aménagements sur leur évolution.Paris: Armand Colin, 1998.

SILVEIRA, a. P.; VASCONCELOS, f. P.; CLAUDINO SALES, v. C. De. Análise da evolução temporal e da dinâmica sedimentar da duna do pôr do sol, jericoacoara, ceará – brasil. Revista da casa da geografia de sobral (rcgs), *[s. L.]*, v. 21, n. 2, p. 656–673, 2019. Doi:10.35701/rcgs.v21n2.562.

VASCONCELOS; CORIOLANO. Impactos Sócio-Ambientais no Litoral: Um Foco no Turismo e na Gestão Integrada da Zona Costeira no Estado do Ceará/Brasil. **Revista de Gestão Integrada**, v, 8. n, 2. p, 259-275. 2008.

VASCONCELOS, F. P. Gestão Integrada da Zona Costeira: ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral. Fortaleza: Premius, 2005.

Desertificação em Periódicos Brasileiros da Área de Geografia e Afins nos Anos de 2000 - 2020

Desertification in Brazilian Journals in the Area of Geography and the Like in the Years 2000 - 2020

Lázaro Avelino de Sousa
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-6505-1288
lazaroavelino@hotmail.com

Sérgio Murilo Santos de Araújo
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-9599-4383
sergiomurilosa.ufcg@gmail.com

Dalva Damiana Estevam da Silva
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-5882-3091
dalvaestevampb@gmail.com

Lucas Rodrigues Fernandes
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0009-0001-2288-2644
lucasroffer32@gmail.com

Resumo: A desertificação foi reconhecida como um problema de dimensões globais a partir da Conferência de Estocolmo – 1972, passando a ser entendida como um processo de degradação das terras secas resultante das atividades humanas e das variações climáticas. Este trabalho analisa a produção brasileira sobre desertificação ou degradação ambiental nos periódicos da área de Geografia qualificados no sistema Qualis Capes (2013-2016), no período de 2000 a 2020, tendo como objetivo caracterizar esta produção nos aspectos ligados à conceituação, metodologias e contribuições ao tema. Buscou-se nos títulos dos trabalhos publicados nos periódicos de nível A1, A2 e B1 (superior) e B2, B3 e B4 (intermediário) na área de Geografia, as palavras-chave: “desertificação”, “degradação ambiental”, “indicadores ou índices de degradação” e “degradação no Semiárido brasileiro”. Os resultados mostraram 106 artigos que representam uma produção relevante sobre o tema desertificação nos últimos vinte anos (2001-2020) na área de Geografia no Brasil.

Palavras-chave: Degradação ambiental, Geografia, Meio ambiente, Semiárido brasileiro, degradação das terras.

Abstract: Desertification was recognized as a problem of global dimensions from the Stockholm Conference - 1972, coming to be understood as a process of degradation of drylands resulting from human activities and climatic variations. This work analyzes the Brazilian production on desertification or environmental degradation in Geography journals qualified in the Qualis Capes system (2013-2016), in the period from 2000 to 2020, aiming to characterize this production in aspects related to conceptualization, methodologies, and contributions to the theme. The keywords "desertification," "environmental degradation," "indicators or indices of degradation," and "degradation in the Brazilian Semiarid" were searched for in the titles of articles published in A1, A2, and superior B1 journals, as well as B2, B3, and B4 (intermediate) journals in the field of Geography. The results showed 106 articles representing relevant production on the desertification theme in the last twenty years (2001-2020) in the Geography field in Brazil.

Keywords: Environmental degradation, Geography, Environment, Brazilian Semiarid, Land degradation.

Introdução

A degradação ambiental tem sido tratada desde muito tempo, principalmente com a tomada de consciência de que a espécie humana tem produzido impactos ambientais em larga escala, tomando proporção planetária. Vários temas ambientais têm sido veiculados pela literatura científica e que chega até a mídia, tornando-se assim de conhecimento popular. A desertificação é uma das temáticas ambientais que vem sendo debatida há algumas décadas e se tornou assunto midiático, mesmo que de forma muito superficial.

A desertificação foi reconhecida como um problema ambiental de dimensões globais a partir da Conferência de Estocolmo em 1972, quando se julgou necessário criar uma conferência para debater o tema, também devido a uma grave seca ocorrida no Sahel entre os anos 1967-1973 que vitimou 200 mil pessoas e milhares de animais (VEYRET, 2007; NASCIMENTO, 2014) e culminou com a Conferência de Nairobi, no Quênia, em 1977. Desde essa época, a desertificação passou a ser entendida como um processo de degradação das terras secas (em áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas) que resultariam das atividades humanas e das variações climáticas.

Embora não seja um tema recente das questões ambientais, pode-se afirmar que: *Existe uma produção com importante contribuição, ou significativa, sobre desertificação no Brasil, no que diz respeito aos periódicos nacionais da área de Geografia*. Partindo desta premissa inicial também se pode dizer que os trabalhos produzidos no âmbito da Ciência Geográfica só aumentaram em publicações a partir de meados da década de 1990, considerando o tempo de tomada de consciência e de eleição do tema como um problema global, desde os anos 1970 até anos mais recentes (2020). Esta última afirmação pode ser representada pela pesquisa que foi feita na busca de publicações diversas dos anos 1970 a 2020. Mesmo diante da premissa da pesquisa, deve-se observar que alguns trabalhos não colocam a desertificação especificamente como tema principal, mas abordam de forma indireta sob a denominação de degradação dos recursos naturais (solo, vegetação, águas etc.) nas áreas susceptíveis ao processo: o Semiárido brasileiro (SAB) e seu entorno.

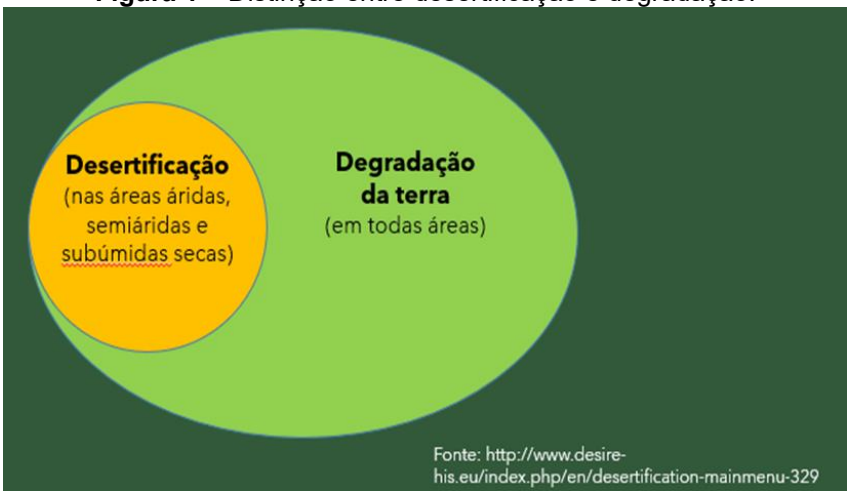
Partindo-se da premissa inicial, o presente artigo aborda a produção brasileira sobre desertificação em periódicos na área de Geografia e afins, no período de 2000 a 2020. Faz uma discussão com base em levantamento de artigos que foram produzidos e quais os aportes teóricos e metodológicos utilizados sobre o tema. Para isso, levantou-se no banco de dados de revistas de melhor classificação no Qualis Capes na área de Geografia, quadriênio 2013-2016, os artigos que apresentavam em seus títulos os termos *desertificação* ou *degradação ambiental*, restringindo às áreas susceptíveis ao processo, ou seja, a região do SAB e entorno (áreas com índice de aridez entre 0,20 e 0,65).

Revisão de Literatura

Ao longo do tempo as sociedades têm interagido com seu meio ambiente buscando recursos para sua sobrevivência. Os recursos naturais de determinado ambiente/espaço geográfico estão presentes na vida do homem em função de sua manutenção como ser biológico e cultural. Assim, ao longo da história o consumo dos recursos contidos na natureza aumentou em função das descobertas dos usos mais variados no modo de vida dos povos. E deve-se destacar que as matérias primas adquirem a condição de bens de consumo na medida em que se conhecem novos empregos para o uso na satisfação das necessidades humanas (ARAÚJO e LIMA, 2019).

A pressão dos sistemas humanos sobre os sistemas ambientais sempre gerou algum tipo de impacto e na medida em que cresce o consumo dos recursos, a degradação dos ecossistemas aumentou significativamente. Nas terras secas a degradação ambiental tem sido denominada de desertificação (Figura 1), processo que pode ser entendido como: “a degradação da terra nas zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas, resultante de diversos fatores, incluindo as variações climáticas e as atividades humanas” (UNCCD, 2001, p. 7).

Figura 1 – Distinção entre desertificação e degradação.



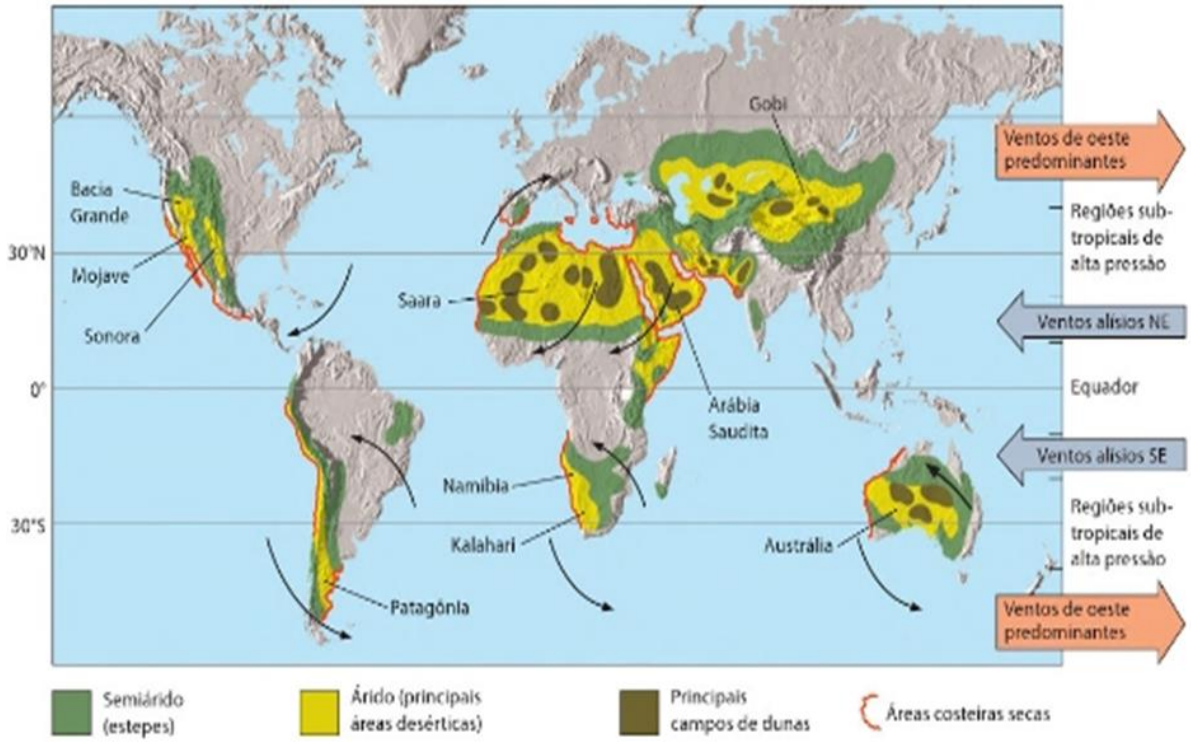
Fonte: http://www.desire-his.eu/index.php/en/desertification-mainmenu-329.

A terras secas são porções da superfície terrestre que apresentam condições climáticas ou ecossistemas de áreas áridas, semiáridas e subúmidas secas. Geralmente submetidas ao processo de degradação da terra, o que se denomina de desertificação. Segundo a UNCCD (1994, p. 5), o termo "terras" designa o: “sistema bioprodutivo terrestre que compreende o solo, a vegetação, os outros seres vivos e os fenômenos ecológicos e hidrológicos que se produzem no interior desse sistema”.

A localização das terras secas coincide com as seguintes condições gerais: a) áreas de alta pressão subtropical (aproximadamente nos paralelos de 30º N e 30º S), justamente

onde os contra-alísios[7] descem com pouca umidade formando os desertos e áreas semiáridas adjacentes, b) sotavento das áreas úmidas e a oeste nos continentes. Como pode ser visto na figura 2.

Figura 2 – Localização das terras secas no mundo.



Fonte: Mapa retirado do livro Para Entender a Terra, 6ª edição, por John Grotzinger e Tom Jordan. Disponível em: <https://www.sobregeologia.com.br/2018/03/oasis-o-paraiso-do-deserto.html>. Acesso em: 10 set. de 2020.

Na América Latina os processos de desertificação ocorrem desde o período pré-colonial, tendo como testemunho estudos arqueológicos, principalmente no México e países andinos. No entanto, com a colonização vários lugares foram submetidos a processos generalizados de degradação ambiental. Os modos de exploração dos recursos e as inovações tecnológicas introduzidas no período colonial, e nos períodos pós-colonial, aliado ao desconhecimento do funcionamento dos ecossistemas e as pressões exercidas pela busca de recursos naturais em extrações de forma permanentes (agropecuária e mineração), aceleraram a desertificação nos últimos dois séculos depois da Revolução Industrial e principalmente depois da Segunda Guerra Mundial (ABRAHAM, 2002, p. 35).

Destacam-se os processos críticos registrados nos últimos 150-200 anos, onde se verifica o fator antropogênico como modificador do ambiente (ABRAHAM, op. cit.). Neste

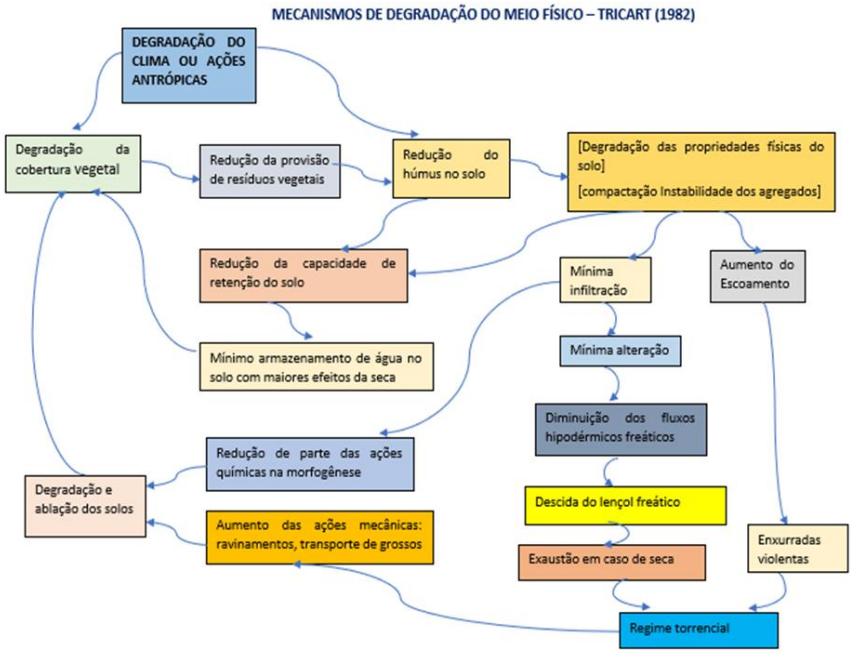
[7] Os contra-alísios são ventos que se deslocam na direção contrária aos alísios; enquanto os alísios constituem uma célula de ar que se desloca na camada inferior de direções NE-SO e SE-NO na faixa tropical/subtropical, os contra-alísios dispõe-se na camada superior fazendo o movimento de retorno (de direção SO-NE e NO-SE).

período, o avanço tecnológico, a escala de produção e acumulação do capitalismo industrial imprimiram uma pressão sobre os ecossistemas mundiais sem precedentes na história, devido ao sistema de produção em larga escala, aliado ao sistema de sociedade baseada no consumo, no qual a ideia de bem-estar ou de qualidade de vida tem como premissa que ter bens materiais e acumulação monetária traz felicidade, conforto ou satisfação das necessidades.

No entanto, fica patente que a necessidade de planejamento no uso dos recursos do ambiente é cada vez mais necessária para a conservação da base do capital natural. Uma vez que a degradação nos diferentes lugares do mundo mostra que o uso sem planejamento adequado leva aos desastres ou aos riscos mais diversos. Assim, Ross (2007) aborda essa necessidade, quando afirma que os agentes (empresas, pessoas e instituições públicas) devem ter uma relação com a natureza de forma sustentável, que busque a conservação, preservação e recuperação dos recursos naturais, sendo este um interesse público, mesmo que seja explorado pela iniciativa privada.

Conhecer a dinâmica dos processos que ocorrem no âmbito dos sistemas ambientais é imprescindível para a intervenção no meio. Entendendo esta intervenção como todo conjunto de ações humanas que visam ocupar e explorar uma determinada porção ou área da superfície terrestre (ROSS, op. cit.). Os mecanismos de degradação são conhecidos desde há muito tempo, as condições naturais locais principalmente ligadas ao clima e as ações humanas provocam mudanças na dinâmica dos sistemas ambientais, provocando a degradação/desertificação. Quem melhor explica este mecanismo (conjunto de processos) são Tricart e Kilian (1982), conforme a figura 3.

Figura 3 – Mecanismos de degradação do meio físico.



Fonte: Tricart e Kilian (1982).

No campo científico, os estudos envolvendo a identificação temática dentro de uma área do conhecimento podem indicar ou trazer informações sobre a evolução ou dinâmica de um ramo específico ao longo do tempo, o que pode justificar a presente pesquisa. Segundo Greenville et al. (2017), as revisões bibliométricas são relevantes, pois, trazem grandes contribuições para a ciência, ou aos diversos ramos científicos. Segundo os mesmos autores a "identificação de tópicos e orientações de pesquisa pode fornecer informações sobre como uma disciplina está mudando ao longo do tempo" (GREENVILLE *et al*., op. cit., p. 3). E, neste sentido, a presente pesquisa também faz uma abordagem temática da evolução dos estudos sobre desertificação/degradação no âmbito da Geografia.

Metodologia

A metodologia utilizada partiu inicialmente da seleção de palavras-chave para a pesquisa como: desertificação, degradação ambiental, indicadores de desertificação, indicadores de degradação e degradação no Semiárido brasileiro. Partiu-se de um levantamento de publicações sobre o tema presentes em livros, documentos de governo e em revistas, dos anos 1970 até os anos 2000. Esta primeira fase da pesquisa resultou em uma lista de produções de importância, como trabalhos em eventos, dissertações e teses etc., mas poucas publicações em revistas online. Desta forma, optou-se por se fazer um recorte temporal (2000-2020) em periódicos online acessíveis no sistema mundial de computadores (internet).

Depois foi feita uma busca no sistema Qualis Capes da última classificação de periódicos brasileiros da área de Geografia (2013-2016). Nestes periódicos classificados como de nível superior (A1, A2 e B1), foram buscados nos títulos dos trabalhos as palavras-chave eleitas na pesquisa, que versam sobre desertificação, e selecionados para compor o quadro quantitativo e as referências para a leitura e análise. Em seguida, foram adicionados os trabalhos de Qualis intermediário (B2 e B3) e trabalhos relevantes para o tema, como três artigos da Revista Econômica do Nordeste (B4 em geografia), que tratavam de indicadores para desertificação no Semiárido Brasileiro (SAB). Assim, completou-se a quantidade final de vinte (20) revistas para o desenvolvimento da pesquisa.

A busca resultou em um quadro de artigos produzidos no período de 2001 a 2020, em revistas que estão disponíveis na rede mundial de computadores. Destaca-se que o ano de 2000 não apresentou nenhum artigo publicado nas revistas pesquisadas. Deve-se salientar que, artigos com datas anteriores aos anos 2000 foram produzidos, no entanto, grande parte deles não estava disponível online, o que dificulta a busca dos trabalhos, seja por seus títulos ou acesso aos resumos; estes indicariam a evolução dos estudos, os conceitos, metodologias

e as contribuições diversas da área. Os artigos online antes do ano 2000 apresentaram pequena quantidade, desta forma, foram descartados na presente pesquisa, também devido ao longo tempo, ou hiato, entre uma produção e outra de tais artigos e que não estavam disponíveis *online*.

Resultados e Discussão

O levantamento realizado no período da pesquisa, com recorte temporal de 2000 a 2020, mostra nitidamente um crescimento do número de artigos sobre desertificação ou degradação ambiental no Semiárido Brasileiro e entorno. Este crescimento das pesquisas, de forma geral resultante de dissertações e teses, deve-se ao fato de que houve maior dinamismo na própria ciência e o crescimento dos programas de Pós-Graduação durante as duas últimas décadas em curso (2000-2020). Isso também se verifica no campo da criação de periódicos, como é o caso de algumas revistas que não existiam no início da década de 2000, como exemplo a Revista Brasileira de Geografia Física. No entanto, não se pretende aqui debater este fato.

Palavras-Chave

Quanto às palavras-chave, observa-se na Tabela 1 a quantidade de artigos com o termo *desertificação*, o qual contabilizou 86 artigos (81,13 %), bem próximo ao total de artigos encontrados (106). Isso porque o termo desertificação está presente em artigos que apresentam outras palavras-chave da pesquisa como *degradação, indicadores e índices* para estudos/pesquisa sobre o SAB. Em segundo lugar ficou o termo *degradação* (ambiental) com 12 artigos (11,32%), seguida por *indicadores ou índices* (de degradação), com 8 artigos (7,55%).

Tabela 1 – Palavras-chave utilizadas nas pesquisas/artigos em periódicos 2001-2020.

Palavras-chave	Quantidade de artigos	(%)
Desertificação	86	81,13
Degradação (ambiental)	12	11,32
Indicadores ou índices (de degradação)	8	7,55
Total	**106**	**100**

Fonte: dados da pesquisa, 2020.

De acordo com os estudos realizados, a revista que apresentou maior número de artigos publicados sobre o tema foi a *Revista Brasileira de Geografia Física*, que no período entre 2001 e 2020 apresentou 30 artigos, seguida de pela *Revista de Geografia* (Recife), com 14 artigos, ambas do Departamento de Ciências Geográficas da Universidade Federal de

Pernambuco (UFPE). Em seguida, a terceira a ter mais artigos foi a *Revista Okara*, do Departamento de Geociências da Universidade Federal da Paraíba, com 10 publicações. Em quarto lugar ficou a *Revista Mercator*, do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Ceará (UFC), com 9 publicações. As quatro revistas situadas em universidades da região Nordeste (Tabela 2 e Gráfico 1).

Pode-se observar que a produção tem se concentrado nas revistas da região Nordeste, fato justificado porque é nesta região onde o processo tem se mostrado presente ao longo do tempo, por suas características de suscetibilidade ou propensão. Ademais, nas áreas do entorno tem se mostrado que os processos de degradação têm menor intensidade, seja por suas características naturais menos frágeis (quanto ao clima, relevo, tipos de solos etc.) e porque essas áreas vêm sendo submetidas à exploração de seus recursos nas últimas quatro ou cinco décadas – como são os casos do Oeste baiano, principalmente na região do MATOPIBA, denominação dada à divisa fronteiriça entre os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia.

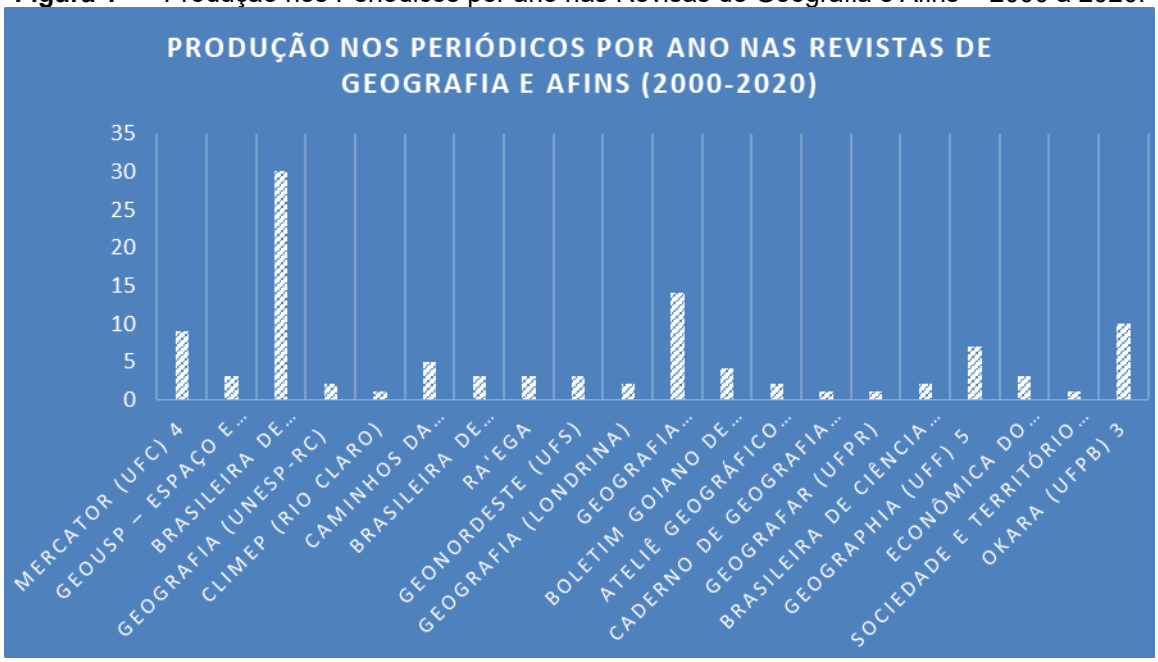
Tabela 2 – Quantidade de artigos em revista da área de Geografia com **Qualis** superior (A1, A2, B1) e intermediário (B2, B3 e B4) - 2000-2020.

REVISTA	Classificação Qualis Capes (2013-2016)	Quantidade
Brasileira de Geografia Física	B1	30
Geografia (UFPE)	B2	14
Okara (UFPB)	B2	10
MERCATOR (UFC)	A1	9
GEOgraphia (UFF)	A2	7
Boletim Goiano de Geografia	A1	4
GEOUSP - Espaço e Tempo	A1	3
Caminhos da Geografia (UFU)	B1	3
RA'EGA (UFPR)	A2	3
Geografia (Londrina)	B1	2
Geografia (UNESP)	B2	2
Brasileira de Climatologia	B1	3
Brasileira de Ciência do Solo	A2	2
Climep (Unesp)	B3	1
Geonordeste (Sergipe)	B2	1
Ateliê Geográfico (UFG)	A2	1
Caderno de Geografia - PUC Minas	B1	1
Sociedade e Território (UFRN)	B2	1
Econômica do Nordeste	B4	3
Geografar (UFPR)	B1	1
TOTAL		**106**

Fonte: Levantamento de dados da pesquisa, 2021.

No Gráfico 1 pode ser visualizada a quantidade de artigos por revistas no período estudado. No que se refere ao número de artigos produzidos por ano, o ano 2000 não apresentou nenhum artigo publicado e no ano seguinte de 2001 só dois artigos foram publicados. Pode se observar na tabela 2 que a maior quantidade de artigos publicados no país nas revistas classificadas em Geografia se deu no período de 2011 a 2016. E os anos que apresentaram maior número de publicações foram 2011 e 2014, ambos com 12 artigos publicados, seguidos dos anos de 2015, com 9 artigos, 2013 com 8 e 2016 com 7 (sete).

Figura 1 – - Produção nos Periódicos por ano nas Revisas de Geografia e Afins – 2000 a 2020.



Fonte: O autor (2023).

A produção em periódicos nos últimos anos tem demonstrado que o tema somente aumenta sua produção a partir dos anos de 2008, com cinco artigos no total, com alguma queda em anos posteriores, mas sempre retomando a números significativos em anos posteriores (como pode ser observado na Tabela 3).

Quanto a abordagem do tema desertificação

As produções realizadas por geógrafos têm se dado em diversas vertentes, desde abordagens com viés tecnológico, utilizando-se das técnicas de sensoriamento remoto, aplicado e até conceitual, quando se refere ao termo, sua origem e delineamento do que é de fato. Os indicadores mais utilizados são os biofísicos, como a mudança na cobertura vegetal ao longo do tempo, através das imagens do Landsat 5 e Landsat 8, índices climáticos, como o índice de aridez (Ia), albedo, índices de vegetação como o IVDN (índice de vegetação por diferença normalizada ou NDVI) e SAVI (índice de vegetação ajustada ao solo), entre outros.

Tabela 3 – Produção sobre o tema desertificação em periódicos de Geografia e afins - 2000-2020.

REVISTAS	ANOS																				Total
	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
MERCATOR (UFC) 4			1			1			1		1	2	1		1					1	9
GEOUSP – Espaço e Tempo (USP)		1	1											1							3
Brasileira de Geografia Física (UFPE) 1											6	1	3	5	4	2	4			5	30
Geografia (UNESP-RC)											1		1								2
Climep (Rio Claro)								1													1
Caminhos da Geografia (UFU)													2		1					2	5
Brasileira de Climatologia					1										1			1			3
RA'EGA									1		1	1									3
Geonordeste (UFS)													1							2	3
Geografia (Londrina)						1					1									*	2
Geografia (Recife/UFPE) 2					2				1	1	1	2		2		1	2			2	14
Boletim Goiano de Geografia								1	1					1		1					4
Ateliê Geográfico (UFGO)							1													1	2
Caderno de Geografia (PUC/Minas)																1					1
Geografar (UFPR)															1						1
Brasileira de Ciência do Solo								1		1											2
Geographia (UFF) 5	1			1					1		1			1		2					7
Econômica do Nordeste (BNB)	1													1	1					*	3
Sociedade e Território (UFRN)														1							1
Okara (UFPB) 3								2	2				2	1		3				*	10
TOTAIS	2	1	2	1	3	2	1	5	5	2	12	6	8	12	9	7	6	1	-	13	106

Fonte: Levantamento da pesquisa, 2017-2020. * 2001 não apresentou publicação nos periódicos levantados. **Revistas com maior número de artigos publicados: 1, 2, 3, 4 e 5.

Também foi constatado que nas pesquisas publicadas em periódicos foram utilizados dados ou indicadores socioeconômicos constantes nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), para comparação do crescimento ou redução das populações e das atividades econômicas. Verifica-se que grande parte dos artigos versa sobre os núcleos de desertificação identificados por Vasconcelos Sobrinho na década de 1970, como são os casos de São Raimundo Nonato e Gilbués (Piauí), Cariris Velhos (Paraíba), Cabrobó (Pernambuco), Irauçuba (Ceará) e o Seridó (Paraíba e Rio Grande do Norte).

No quadro 1 observam-se alguns títulos dos trabalhos levantados. Os títulos refletem a abordagem quanto ao tema e às metodologias utilizadas. Alguns deles não se referem à desertificação, embora trate dela, ou seja, os autores preferiram não dar ênfase ao termo ou fenômeno, fazendo uma abordagem no campo das alterações ou degradação ambientais decorrentes das ações humanas. A diversidade na abordagem mostra uma tendência à utilização de indicadores, sejam eles físicos ou biofísicos, de estudos da variação espaço-

temporal na cobertura vegetal e uso do solo e de uso de geotecnologias como metodologia para execução das pesquisas.

Quadro 1 – Alguns Artigos com títulos sobre desertificação ou degradação ambiental em periódicos brasileiros com maior número de artigos publicados no período de 2001-2020.

REVISTA	TÍTULO/EDIÇÃO	AUTORES
Mercator	*Degradação ambiental* em Gilbués, Piauí. Vol. 2, n. 4, 2003.	Marta Celina Linhares SALES.
Mercator	Suscetibilidade das terras secas do Estado do Piauí à desertificação: avaliação a partir de índices. Vol. 5, n. 9, 2006.	Claudia Maria S. DE AQUINO, José Gerardo B. de Oliveira, Marta Celina L. Sales.
Mercator	*Desertificação* e seus efeitos na vegetação e solos do Cariri Paraibano. Vol. 8, n. 16, 2009.	Bartolomeu I. de SOUZA, Dirce Maria A. Suertegaray, Eduardo Rodrigues V. de Lima.
Brasileira de Geografia Física	Utilização de geotecnologias na determinação de áreas susceptíveis a *desertificação* no estado do Rio Grande do Norte. Vol. 4, Nº. 03, p.543-561(2011).	Joel Medeiros BEZERRA, Paulo Cesar Moura da Silva, Carlos Thiago da Silveira Lopes Morais, Rafael Oliveira Batista
Brasileira de Geografia Física	Sobre o processo de *desertificação*. Vol. 4, nº. 1, 2011.	Deivide Benicio SOARES, Ranyére Silva Nóbrega, Fernando de Oliveira Mota Filho.
Brasileira de Geografia Física	Mapeamento da cobertura vegetal e dos níveis de degradação das terras do município de Parari-PB. Vol. 5, nº 5, 2012.	Ruy Souza De SANTANA, Marx Prestes Barbosa, Paulo Roberto Megma Francisco, Francisco de Assis da Silveira Gonzaga.
Brasileira de Geografia Física	Variação do índice de aridez e tendência climática à *desertificação* para a região semiárida do nordeste brasileiro. Vol. 10, nº 4, 2017.	Iug LOPES, Saulo Medrado dos Santos, Brauliro Gonçalves Leal, Juliana Maria Medrado de Melo.
Revista de Geografia (UFPE)	Impactos ambientais da agricultura no processo de *desertificação* no Nordeste do Brasil. Vol. 22, nº 1, 2005.	Everardo V.S.B. ARAÚJO, Maria do Socorro B. Araújo, Yony S.B. Sampaio.
Revista de Geografia (UFPE)	Uso das terras e desencadeamento de processos de *desertificação* em área do semiárido brasileiro. Vol. 29, nº 3, 2012.	Valdiane Moreira MARTINS, Josandra Araújo Barreto de Melo.
Revista de Geografia (UFPE)	Anomalias de temperatura da superfície do mar e a variabilidade pluviométrica no núcleo de *desertificação* de Cabrobó-PE. Vol. 34, nº 3, 2017.	Joselma Araújo LUCENA, Ranyere Silva Nóbrega e Lucas Suassuna de Albuquerque Wanderley.
Okara	Vulnerabilidades, semi-aridez e *desertificação*: cenários de riscos no Cariri paraibano. Vol. 2, nº. 2, 2008.	Ridelson Farias de SOUSA, Maria de Fátima Fernandes, Marx Prestes Barbosa.
Okara	Diagnóstico físico conservacionista e *degradação ambiental* no município de Cabaceiras-PB. Vol. 8, nº 2, 2014.	Otávia Karla dos Santos APOLINÁRIO, Bartolomeu Israel de Souza, Nadjacleia Vilar Almeida.
Okara	Produção de mudas de craibeira (Tabebuia aurea) para plantio nas áreas em processo de *desertificação:* experiência vivenciada. Vol. 10, nº 1, 2016.	Josimar Araújo MEDEIROS, Igsson Rauan Chianca.
GEOUSP	Evolução dos estudos de *desertificação* no Nordeste brasileiro. N. 11, 2002.	Marta Celina Linhares SALES.

Fonte: Levantamento da pesquisa, 2020.

Observa-se que nestes artigos (Quadro 1) o termo desertificação está presente em quase todos os títulos. A leitura dos resumos ou dos artigos nos mostra que dos catorze títulos

escolhidos para o quadro 1, apenas dois referem-se a estudos teóricos enquanto os demais são pesquisas aplicadas na região do Semiárido brasileiro (SAB) propensa à desertificação, contendo abordagens, metodologias e indicadores.

Alguns trabalhos tiveram como objetivo fazer um levantamento de estudos sobre a desertificação, como é o caso do artigo de Sales (2002), na qual a autora faz uma análise dos estudos realizados sobre o tema procurando sua evolução ao longo do tempo. Este e outros podem ser caracterizados como estudos de revisão e que buscam mostrar tanto os conceitos como a teoria.

Alguns dos artigos se detém ao diagnóstico e práticas para recuperação das áreas degradadas. No primeiro caso, procuram estabelecer os indicadores de situação das áreas em processo de desertificação, como são os casos dos estudos de Sousa et al. (2008), Apolinário et al. (2014), sendo ambos publicados na Revista Okara e dos trabalhos de Santana et al. (2014), Araújo et al. (2005) e Bezerra et al. (2011), estes publicados na revista Brasileira de Geografia Física.

No segundo caso, que trata da recuperação de áreas degradadas, utilizou-se algumas técnicas de conservação dos solos e espécies nativas para conter os processos acelerados de degradação como a erosão dos solos e perda da cobertura vegetal. Nestes casos cita-se o trabalho de Medeiros et al. (2016) que está citado no Quadro 1, embora tenham sido encontrados alguns outros durante a pesquisa. No trabalho citado, a ênfase foi dada à espécie nativa craibeira (*Tabebuia aurea*) com o objetivo de fomentar a disseminação por parte da população no município de São José do Seridó-RN, com foco no envolvimento dos atores sociais no processo de produção de mudas de craibeira para a distribuição, sem ônus à população, com o intuito de contribuir na revegetação do espaço rural e urbano.

Diferente das abordagens feitas por autores geógrafos, as abordagens contidas na *Revista Econômica do Nordeste* (REN) apresentaram metodologias pouco distintas entre si, e não diferem muito quanto ao uso dos dados, pois abordam a desertificação através de dados socioeconômicos e naturais. A seguir destacamos dois para indicar a metodologia de trabalho utilizada e outros aspectos da produção. Em Araújo et al. (2014) a metodologia de análise utilizou dados socioeconômicos e produtividade das culturas de milho e feijão para o Ceará. A abordagem é de forma comparativa entre municípios de maior susceptibilidade em relação aos municípios menos susceptíveis à desertificação.

Também publicado na REN, o trabalho de Campos et al. (2015) utilizaram a análise fatorial para a construção do Índice Geral de Degradação – IGD e a análise de *clusters* para agrupar aquelas microrregiões com evolução semelhante quanto à degradação. Quanto à formação dos autores que publicaram na REN, verifica-se que são na maioria economistas e

outros são engenheiros agrônomos, civis, sanitaristas ou de materiais, nenhum com formação na área de geografia.

No que tange aos autores da área de Geografia, as metodologias e técnicas seguem uma tendência de utilização das Geotecnologias de Sensoriamento Remoto e outras, com uma variedade de indicadores biofísicos. Por fim, devemos salientar que nos periódicos produzidos no período de recorte temporal da pesquisa bibliométrica grande parte dos autores são geógrafos de formação ou tem na geografia parte de sua formação.

Considerações Finais

Os resultados apontaram que existe uma produção relevante para o tema da desertificação nos últimos vinte anos (2001-2020) presentes em periódicos da Área de Geografia no Brasil. E esta produção vem crescendo, principalmente pelo avanço de novas tecnologias para diagnóstico e monitoramento do processo, como é o caso do sensoriamento remoto, também por políticas governamentais e trabalhos que vem sendo desenvolvidos nas instituições de ensino e pesquisa (órgãos de pesquisa e universidades) e capitaneados pelo Plano de Ação Nacional - PAN - Brasil.

Observa-se também que na área de Geografia há certo receio de alguns pesquisadores ao escolher o título dos artigos, muitas vezes evitando o termo desertificação, que se apresenta polêmico em alguns casos. Alguns preferem o termo degradação associado a outros como o adjetivo ambiental e da terra, dos solos, da cobertura vegetal. Observa-se, no entanto, uma grande variedade de abordagens seja no campo teórico e conceitual, e principalmente nos estudos aplicados.

Enfim, um quantitativo de 106 artigos levantados nos periódicos pesquisados indica uma produção significativa no tema da desertificação. Podendo-se dizer que existe uma produção brasileira principalmente na área de Geografia que contribui para que o tema seja tratado em pesquisas que tem como objetivo não só a abordagem conceitual e teórica sobre o tema, mas seu diagnóstico e com resultados no campo de sua solução ou mitigação dos impactos, como é o caso de técnicas de recuperação de áreas degradas.

Referências

BABRAHAM, E. M. Desertificación: bases conceptuales y metodológicas para la planificación y gestion. Aportes a la toma de decision. Zonas Áridas, v. 7, n. 1, p.18-67, 2002.

APOLINÁRIO, Otávia K. dos S.; SOUZA, Bartolomeu I. de; ALMEIDA, Nadjacleia V. (2014) Diagnóstico físico conservacionista e degradação ambiental no município de Cabaceiras-PB. OKARA, Vol. 8, nº 2, 2014.

ARAUJO, Sérgio M. S; LIMA, Eduardo R. V. de. Desertificação no Semiárido brasileiro e paraibano: abordagens conceituais, metodologias e indicadores. Paulo Afonso-BA: Editora da Sociedade Brasileira de Ecologia Humana (SABEH), 2019.

ARAÚJO, Flávia T. de V.; NUNES, Ana Bárbara de A.; SOUZA FILHO, Francisco de Assis. Desertificação e pobreza: existe um equilíbrio de baixo nível? Rev. Econ. NE, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 106-119, jan./mar., 2014.

ARAÚJO, Everardo V. S. B.; ARAÚJO, Maria do Socorro B.; SAMPAIO, Yony S. B. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil. Revista de Geografia (UFPE), Vol. 22, nº 1, 2005.

BEZERRA, Joel M.; SILVA, Paulo Cesar M. da; MORAIS, Carlos T. da S. L.; BATISTA, Rafael O. Utilização de geotecnologias na determinação de áreas susceptíveis a desertificação no estado do Rio Grande do Norte. Revista Brasileira de Geografia Física, vol. 4, nº. 03, p.543-561, 2011.

CAMPOS, Samuel A. C.; FERREIRA, Marcelo D. P.; COELHO, Alexandre B.; LIMA, João E. de. DEGRADAÇÃO AMBIENTAL AGROPECUÁRIA NO BIOMA CAATINGA. Rev. Econ. NE, Fortaleza, v. 46, n. 3, p. 155-170, jul. - set., 2015.

GREENVILLE, A. C.; DICKMAN, C. R.; WARDLE, G. M. 75 years of dryland science: Trends and gaps in arid ecology literature. PLOS ONE, p. 1-10, april 6, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0175014>. Acesso em: 8 dez. 2017.

MEDEIROS, Josimar A.; CHIANCA, Igsson R. Produção de mudas de craibeira (Tabebuia aurea) para plantio nas áreas em processo de desertificação: experiência vivenciada. OKARA, vol. 10, nº 1, 2016.

NASCIMENTO, Flávio R. O Fenômeno da desertificação. Goiânia: Editora da UFG, 2013.

ROSS, Jurandir L. S. Ecogeografia do Brasil: subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006. 208 p.

SALES, Marta C. L. Evolução dos estudos de desertificação no nordeste brasileiro. GEOUSP Espaço e Tempo (Online), *[S. l.]*, v. 6, n. 1, p. 115-126, 2002.

SANTANA; Ruy S.; BARBOSA, Marx P.; FRANCISCO; Paulo R. M.; GONZAGA, Francisco de Assis da S. Mapeamento da cobertura vegetal e dos níveis de degradação das terras do município de Parari-PB. Revista Brasileira de Geografia Física, vol. 5, nº 5, 2012.

SOUSA, Ridelson F. de; FERNANDES, Maria de Fátima; BARBOSA, Marx P. Vulnerabilidades, semi-aridez e *desertificação*: cenários de riscos no Cariri paraibano. OKARA, Vol. 2, nº. 2, 2008.

TRICART, Jean; KILIAN, Jean. La eco-geografía (y la ordenación del medio natural). Editorial Anagrama S.A., 1982. 288 p.

UNCCD - Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação. 3ª edição brasileira Brasília: MMA, 2001.

_____. Convention des Nations Unies sur la Lutte Contre la Desertification dans les Pays Gravement Touches par la Secheresse et/ou la Desertification. Ginebra, Suiça: Nations Unies, 1994. 65 p.

VEYRET, Y. Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. 1ª ed. São Paulo: Contexto, 2007.

EZERRA, F. H. R.; FREIRE, G. S. Geomorfologia do Nordeste: panorama do relevo e solos. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2014.

Análise da Atividade Agrícola Familiar Enquanto Forma de Uso Desenvolvida no Entorno do Açude do Penedo em Maranguape – CE

Analysis of Family Agricultural Activity as a Developed Form of Use in the Surroundings of Penedo Dam in Maranguape – CE

Ana Lúcia Moura Andrade
Universidade Estadual do Ceará
0000-0002-7922-6891
lucia.moura@aluno.uece.br

Lúcia Maria Silveira Mendes
Universidade Estadual do Ceará
0000-0003-2079-6651
lucia.mendes@uece.br

Resumo: O presente estudo teve como objetivo analisar a atividade agrícola familiar como forma de uso no entorno do Açude do Penedo em Maranguape – CE, assim como verificar o aproveitamento dessa atividade para a área, elucidando suas repercussões positivas e negativas sobre o meio natural. Para isso, as etapas metodológicas pautaram-se em levantamento bibliográfico, elaboração geocartográfica e trabalho de campo. Os resultados da pesquisa apontam que a produção agrícola familiar é a atividade socioeconômica que mais detém o uso da terra no entorno do Açude Penedo. Pôde-se perceber que a produção agrícola local é extremamente relevante economicamente, se caracterizando pela policultura irrigada, onde o cultivo de hortaliças se sobressai frente aos demais. Apesar das potencialidades advindas pela agricultura, identificou-se que o uso inadequado das parcelas de terras situadas nas margens hídricas vem contribuindo para o desenvolvimento de problemáticas ambientais hídricas, como assoreamento, fruto da erosão advinda dos canteiros inseridos inadequadamente sobre as margens do espelho d'água.

Palavras-chave: Uso da terra. Policultura. Barragem artificial. Área de Preservação Permanente - APP.

Abstract: The present study aimed to analyze family agricultural activity as a form of land use in the surroundings of Penedo Dam in Maranguape, CE, as well as to assess the impact of this activity on the area, elucidating its positive and negative repercussions on the natural environment. For this purpose, the methodological steps were based on a literature review, geocartographic elaboration, and fieldwork. The research results indicate that family agricultural production is the socioeconomic activity that predominantly utilizes the land in the vicinity of Penedo Dam. It could be observed that local agricultural production is extremely relevant economically, characterized by irrigated polyculture, where the cultivation of vegetables stands out among others. Despite the potentialities arising from agriculture, it was identified that the inappropriate use of land plots located along water margins has been contributing to the development of water-related environmental issues, such as silting, a result of erosion from beds improperly placed on the edges of the water body.
Keywords: Land Use. Polyculture. Artificial Dam. Permanent Preservation Area (APP).

Introdução

A agricultura de caráter familiar consiste na prática agrícola em pequenas parcelas das unidades rurais, recebendo esse nome por envolver, em seu desenvolvimento, a mão de obra de grupos familiares (pequenos agricultores e empregados). Ela contrasta com a agricultura patronal, sendo sua importância principalmente atrelada à geração de emprego e

renda no campo, à adoção de técnicas de manejo mais sustentáveis e à aplicação de práticas tradicionais aliadas a saberes populares (LIMA, 2010).

A dimensão da importância da agricultura familiar no contexto brasileiro pode ser percebida através do seguinte dado: 77% dos alimentos consumidos em todo o país provêm do trabalho de quatro milhões de famílias produtoras. Isso não é diferente para a região nordeste, em geral, e para o Ceará (IBGE, 2022).

No ranking nacional, a agricultura familiar cearense ocupa a terceira posição, representando 7,6% dos 5 milhões de estabelecimentos da mesma categoria distribuídos no país. Está atrás da Bahia, que contém 15% da produção, e do estado de Minas Gerais, detentor de 11,3%. Os estados nordestinos produtores agrícolas familiares respondem por 45,9% do total do país, com cerca de 1,8 milhão. Em termos de representatividade regional, o número de estabelecimentos da agricultura familiar cearense corresponde a 16,2% do total da região Nordeste (CEARÁ, 2019).

A agricultura familiar no município de Maranguape é uma dinamizadora do setor agropecuário, vinculada a unidades produtivas rurais que praticam a policultura, desenvolvendo o cultivo temporário e permanente de frutas, verduras e legumes. Isso contribui significativamente para a sustentação de emprego e renda, especialmente nas esferas de base familiar.

No município, a produção familiar é uma atividade expressiva no uso e ocupação do solo. Conforme Mendes (2017), por muitas décadas até meados dos anos 1970, a agricultura, juntamente com outras práticas econômicas, tornava o setor agropecuário a principal esfera econômica municipal. Contudo, hoje, o setor agropecuário ocupa a terceira posição entre os setores econômicos locais, situando-se após os setores de serviços e indústrias.

De acordo com a Secretaria do Desenvolvimento Agrário - SDA, Maranguape, enquanto município produtor agrícola familiar, conta oficialmente com 849 estabelecimentos formais, sendo o número de unidades familiares de produção rural de 1.627. O valor total da produção animal em unidades familiares de produção rural alcança R$ 5.468,00, enquanto a produção vegetal nessas unidades chega a R$ 4.717,00 (CEARÁ, 2021).

Conforme a Ematerce (2021), a produção agrícola familiar no espectro municipal ocorre principalmente em áreas interioranas, correspondentes aos 17 distritos locais. A atividade é caracterizada pela policultura, realizada através do plantio de frutas, grãos, tubérculos e hortaliças. Nesse contexto, o Distrito de Penedo destaca-se como uma das principais unidades produtivas agrícolas familiares de Maranguape, centrada principalmente ao redor do açude Penedo.

A área de estudo da pesquisa trata-se do entorno do açude Penedo, localizado no distrito de Penedo em Maranguape - CE. Distante cerca de 19 km da sede municipal, o distrito

foi criado pela lei municipal nº 1.074, de 18 de fevereiro e apresenta uma área total de 62,8 km2. Penedo tem como distritos limítrofes: Amanari, Papara, Ladeira Grande, Sapupara e a sede municipal (Figura 1).

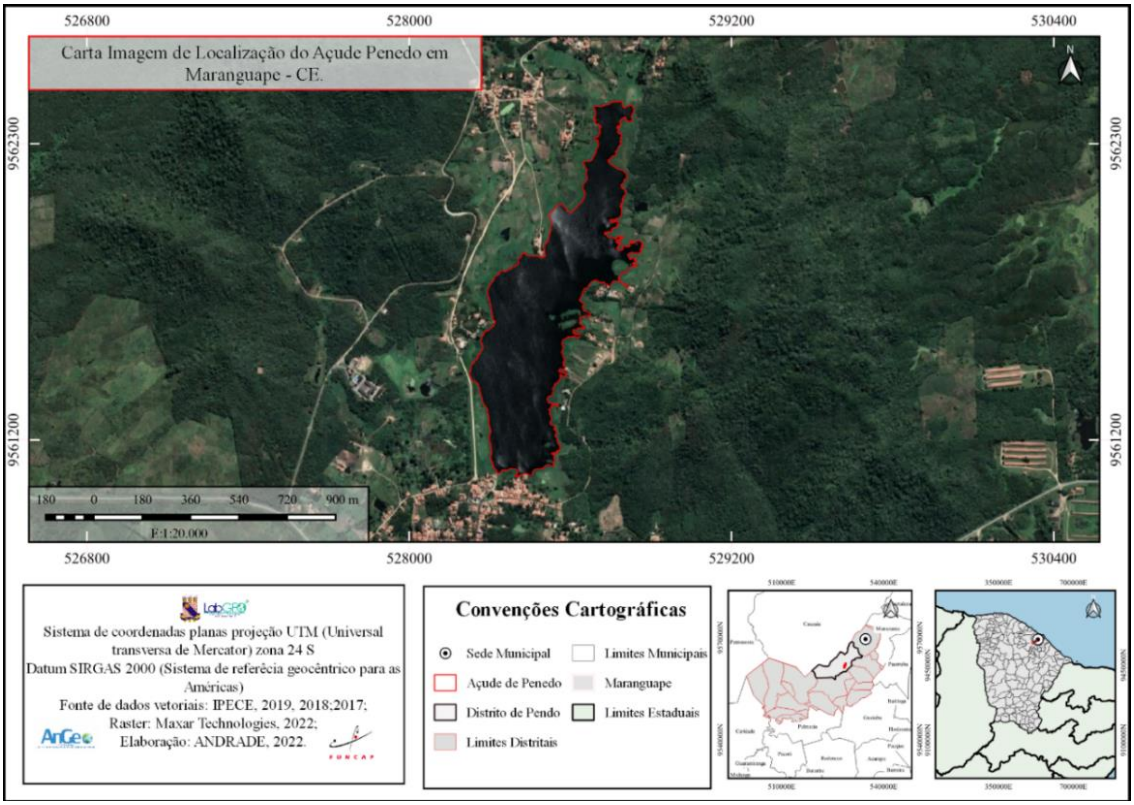
Enquanto corpo hídrico, o açude figura-se como essencial para o desenvolvimento agrícola familiar local, pois as águas do açude são predominantemente usadas na irrigação da agricultura local. Por estar situado sobre áreas de depressão sertaneja, a barragem é indispensável para o abastecimento hídrico em períodos mais secos do ano, proporcionando ao agricultor maiores chances de produzir durante o ano todo.

A agricultura é um dos ramos de atividade mais dinâmicos, sendo afetada por fatores que mudam constantemente no espaço e no tempo. Conforme Rubens et al. (2001), fatores como solo, clima e a própria planta influenciam isoladamente ou em conjunto. A ação antrópica, aliada a tudo isso, pode afetar negativamente (através de queimadas) ou positivamente (por meio da irrigação) no desenvolvimento produtivo.

A agricultura, seja ela de grande ou pequeno porte, funciona como uma das atividades socioeconômicas com maior índice de uso da terra. O uso extensivo da terra, sem a implementação de manejos adequados, pode causar sérias perdas no ambiente natural, manifestadas por meio de problemáticas ambientais. Os principais problemas ambientais da agricultura envolvem a água, o ar, a qualidade alimentícia e a depreciação dos recursos naturais (RUBENS et al., 2001).

Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise da atividade agrícola familiar como forma de uso e ocupação presente no entorno do açude Penedo, localizado no distrito de Penedo em Maranguape - CE. Busca-se caracterizar a produção agrícola familiar local, elencando suas especificidades e potencialidades, e identificar o uso, cobertura e ocupação agrícola.

Figura 1 – Carta Imagem de Localização do Açude de Penedo em Maranguape – CE

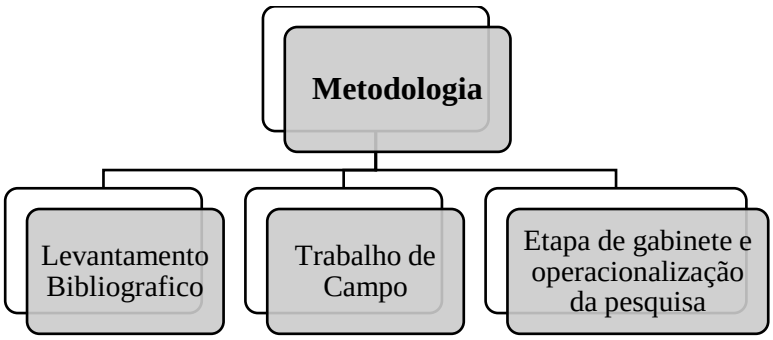


Fonte: Autoras (2022).

Materiais e Métodos

Para o desenvolvimento desta pesquisa, recorreu-se a métodos e técnicas capazes de direcionar a análise de dados, informações e promover a consecução dos objetivos propostos. A Figura 2, inserida abaixo, apresenta, de forma sintetizada, as etapas metodológicas percorridas.

Figura 2 – Etapas Metodológicas



Fonte: Autoras (2023).

A princípio, a pesquisa teve início com o levantamento bibliográfico para fundamentar as seguintes temáticas: Uso e Ocupação do Solo; Agricultura Familiar; que correspondem aos conceitos-chave do estudo. Para isso, a aquisição e coleta de dados sobre o objeto de estudo originaram-se de pesquisas junto a órgãos oficiais (EMATERCE; IPECE; IBGE) e consultas em acervos bibliográficos, incluindo artigos acadêmicos, manuais e livros.

A etapa de campo fez-se necessária para o aprimoramento do objeto de estudo, o reconhecimento dos espaços em uso pela produção agrícola, a coleta de pontos cartográficos (coordenadas geográficas) e a obtenção de um acervo fotográfico. Esses elementos subsidiaram a realização do mapeamento e espacialização do fenômeno estudado, essenciais para a consecução dos resultados e a discussão do estudo.

A etapa de gabinete estabeleceu-se com a operacionalização da pesquisa, dividindo-se entre a etapa geocartográfica, a escrita e a maturação de dados, como mostra a tabela 01 inserida abaixo:

Tabela 1 – Recursos usados como instrumentos aplicados à operacionalização da pesquisa

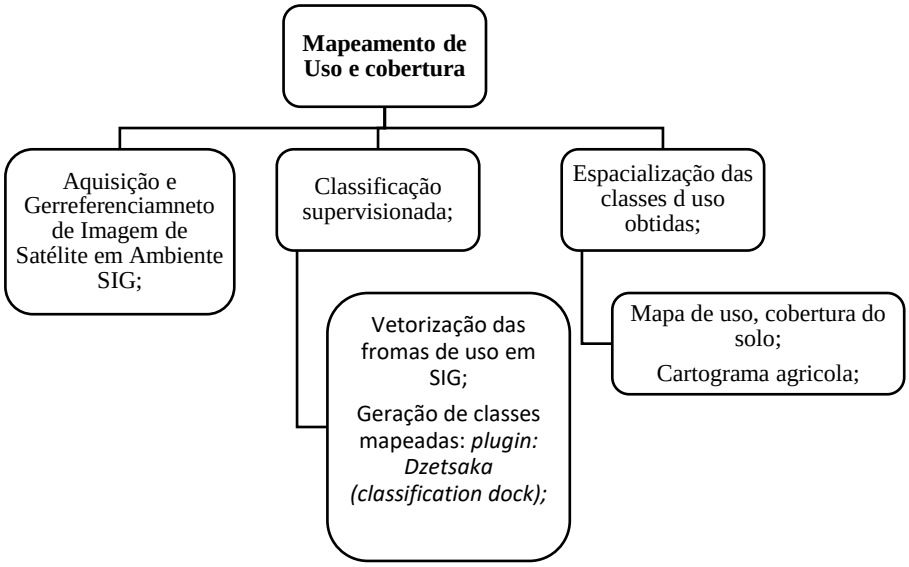
Elaboração Geocartográfica

Imagens de Satélites usadas:	SPOT (*Satellite Pou' l'Observation de la terre,* resolução espacial de 2,5 m, 2017) Max *Technologies (2022);*
Base vetorial	Shapes: *estadual; municipal; unidades distritais* (IPECE e IBGE, 2019)
Projeção: **Datum:**	**Plana** **SIRGAS 2000**
Software:	**QGIS (3.18)**
***Software* Auxiliares:**	*Google Earth Pro*; GPS C7 GPS dados / bússola;
Mapa de Localização	*Escala de trabalho:* 1:2.000 *Escala de representação:* 1:250.000 e 1:20.000
Mapa de Uso agrícola	*Escala de trabalho:* 1:1.000 *Escala de representação:* 1:10.000
Escrita e Maturação de dados	*Aplicativos: Word, Excel*

Fonte: Autoras (2023).

Para a classificação de uso, cobertura e ocupação do solo, utilizaram-se ferramentas de geoprocessamento por meio da aplicação da técnica de classificação supervisionada. A fim de caracterizar com precisão o uso agrícola ao redor do açude, percorreram-se as seguintes etapas em ambiente SIG (Figura 3):

Figura 3 – Etapas para Elaboração do Mapa de Uso, Cobertura e Ocupação do entorno do açude Penedo, Maranguape - CE



Fonte: Autoras (2023).

Resultados e Discussão

Agricultura Familiar como Forma de Uso no Entorno do Açude Penedo

O uso do solo em um contexto geral dá-se mediante o desenvolvimento de diferentes atividades. Na unidade produtiva do Distrito de Penedo, o uso da terra é múltiplo, sendo constituído sobretudo por atividades agropecuárias, com ênfase na avicultura, plantio de hortaliças, fruticultura, pecuária e criação de pequeno porte de caprinos e ovinos, entre outros.

Segundo dados obtidos em campo junto à Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Ceará – Ematerce (2022), a unidade produtora agrícola familiar do Distrito de Penedo estabelece-se por meio de aproximadamente 65 (sessenta e cinco) famílias, de grau de parentesco diverso, distribuídas entre pais, filhos, primos, tios. Essas famílias reproduzem a policultura em pequena escala sob o regime de pequenas irrigações.

A agricultura familiar no Distrito de Penedo ao longo dos anos constituiu-se como um potencial socioeconômico, tendo base consolidada entre as demais unidades produtivas municipais por mais de 40 anos. Por meio das informações coletadas em campo, o Distrito ocupava a posição de maior produtor de hortaliças do município até o ano de 2015. No contexto atual (2023), a produção de hortas ainda é essencial e majoritária, contudo, desenvolve-se sobre regimes agroflorestais em consonância com plantios de frutas, tubérculos e grãos.

A produção familiar no Distrito de Penedo ocorre em grande parte nas margens do açude homônimo, sob a supervisão de trabalhadores associados parceiros. O excedente de

produção tornava-se relativamente pequeno, somando perdas de ganho produtivo. Devido a isso, os produtores optam por trabalhar ou organizar-se por meio de associação, visando obter melhor comercialização dos produtos e evitando ficar à mercê de atravessadores ou mesmo dos regimes de subsistência. A associação local denomina-se Associação dos Pequenos Produtores de Jardim Penedo – APPJP.

Os espaços em uso pela agricultura no entorno do Açude Penedo ocupam cerca de 8 hectares. As hortaliças são destaque na produção, sendo o carro-chefe. As culturas que se sobressaem são coentro e cebolinha, que ocupam com maior incidência as margens hídricas. Conforme informações coletadas junto aos produtores, o cultivo é semestral, feito em canteiros/leiras com espaçamentos de um metro.

A seguir, a Figura 4 ilustra canteiros de hortaliças, prioritariamente de coentro, plantados nas margens do Açude Penedo. A produção de coentro é extremamente viável na região, pois se desenvolve de forma rápida. Segundo os produtores locais, as plantações podem ser colhidas e vendidas entre 30 e 45 dias. Após o recolhimento, os canteiros outrora em uso são destinados ao repouso, posteriormente voltando a ser utilizados, mas mediante uma cultura inversa.

Figura 4 – Produção de hortaliças às margens do açude Penedo

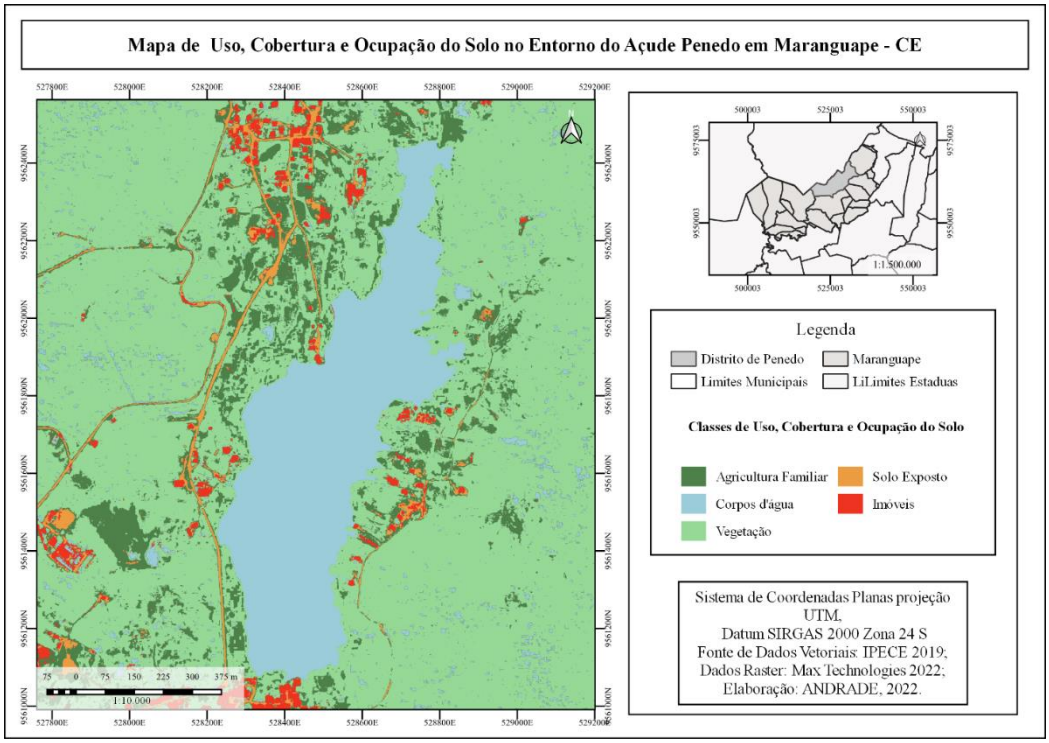
Fonte: Autoras (2022).

As hortas correspondem à principal fonte de renda dos agricultores, tendo em vista que o ciclo de cultivo e colheita se sucede em ritmos rápidos (mensalmente), o que resulta em um atendimento melhor da demanda comercial vigente. Quanto à comercialização dos produtos, esta ocorre por meio de trocas econômicas realizadas em feiras livres, na Feira da Agricultura Familiar - Agromap, em estabelecimentos mercantis, no mercado municipal, em comunidades locais e vizinhas, com vendas feitas de porta em porta.

É mensurável a importância da agricultura no Distrito de Penedo. A paisagem local é marcada pelo cultivo de hortas, fruticultura e produção temporária de grãos no início do ano. É importante ressaltar que o uso agrícola familiar se desenvolve com as culturas produzidas, principalmente, nas margens e no entorno do Açude, sendo a soma de diferentes parcelas de terras cultivadas por famílias distintas associadas.

Sob esse contexto, a figura 5 apresenta o a espacialização das formas de uso e cobertura identificadas através do trabalho de campo no entorno do Açude Penedo, onde com o mapeamento das classes de uso e cobertura em ambiente SIG, assinalou-se a presença do cultivo agrícola de base familiar como uma das atividades que mais ultilizam a terra para seu desenvolvimento.

Figura 5 –Classes de Uso, Cobertura e Ocupação do Solo no entorno do Açude Penedo em Maranguape - CE



Fonte:Autoras (2022).

O mapa de uso, cobertura e ocupação do solo apresenta, de forma objetiva, as tipologias de uso em evidência sobre o entorno do Açude Penedo. Por meio do trabalho de campo, foram identificadas cinco formas de uso se efetivando, sendo essas: uso agrícola, corpos d'água, vegetação e imóveis. A classe agrícola identificada em campo faz jus à produção de hortaliças, fruticultura e tubérculos, realizadas mediante o consórcio de espaços incomuns.

A classe espelho d'água é representada pelo Açude Penedo de forma mais significativa, seguida de pequenos corpos hídricos presentes na região, correspondentes a

barragens de pequeno porte. Esses corpos hídricos são indispensáveis para o desenvolvimento produtivo, visto que viabilizam o acesso à água para fomentar a irrigação.

A classe solo exposto corresponde a vias/estradas não pavimentadas, as quais cortam o Distrito, contudo, também equivalem a terrenos desprovidos de vegetação nativa e/ou áreas agrícolas em repouso. A vegetação, enquanto classe, condiz com o aporte vegetacional natural presente na área, que compreende a vegetação caatinga de pequeno e grande porte, e vegetação de mata seca. A classe Imóveis refere-se a ocupações imobiliárias presentes no entorno do açude, como domicílios (casas), restaurantes, pontos comerciais e balneários.

Com o mapeamento de uso, cobertura e ocupação do solo em ambiente SIG, pôde-se calcular as respectivas áreas de uso supracitadas, gerando um panorama geral da abrangência de uso no entorno do Açude Penedo. Esse procedimento foi essencial para obter uma maior noção da dimensão das formas de uso, assim como de seu impacto sobre a dinâmica natural local (ver Tabela 2).

Da análise da Tabela 2 e do Gráfico 1 a seguir, observa-se que, em relação às demais categorias de uso, cobertura e ocupação do solo, a vegetação ocupa a maior parte da área analisada, com 392,9 hectares, correspondente a 92% da área total, seguida pela agricultura familiar, solo exposto e espelho d'água, totalizando 36,9 ha (8%).

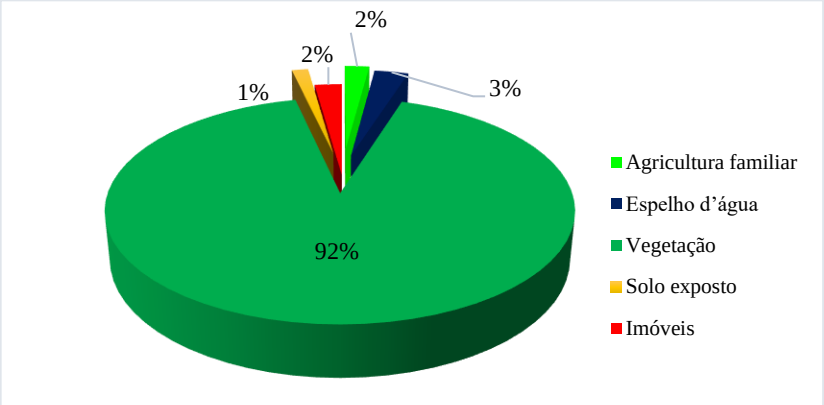
É válido ressaltar que a classe do complexo vegetacional se apresenta em maior proporção de uso da terra, devido a parte do território do Distrito de Penedo situar-se sob posse do exército brasileiro. Através das restrições de acesso e uso nesses locais, o estágio de conservação da vegetação torna-se maior em comparação a outras unidades agrícolas do município de Maranguape.

Tabela 2 – Classes de uso, cobertura e ocupação do entorno do açude Penedo

Classes	***Valores de abrangÊncia***
Agricultura familiar	8,9 ha
Espelho d'água	12,3 ha
Vegetação	392,9 ha
Solo exposto	5,9 ha
Imóveis	9,5 ha
TOTAL	429.5 ha

Fonte: Autoras (2022)

Gráfico 1 - Percentual das Classes de Uso, Cobertura e Ocupação do Solo no entorno do Açude Penedo



Fonte: Autoras (2023).

A segunda classe de maior abrangência figura-se como a de espelho d'água, correspondente aos corpos hídricos locais materializados entre barragens artificiais, de grande porte como o Açude Penedo, barragens de pequeno porte e demais pequenas contenções de água que se estabelecem sobre a superfície para uso agrícola e pecuário.

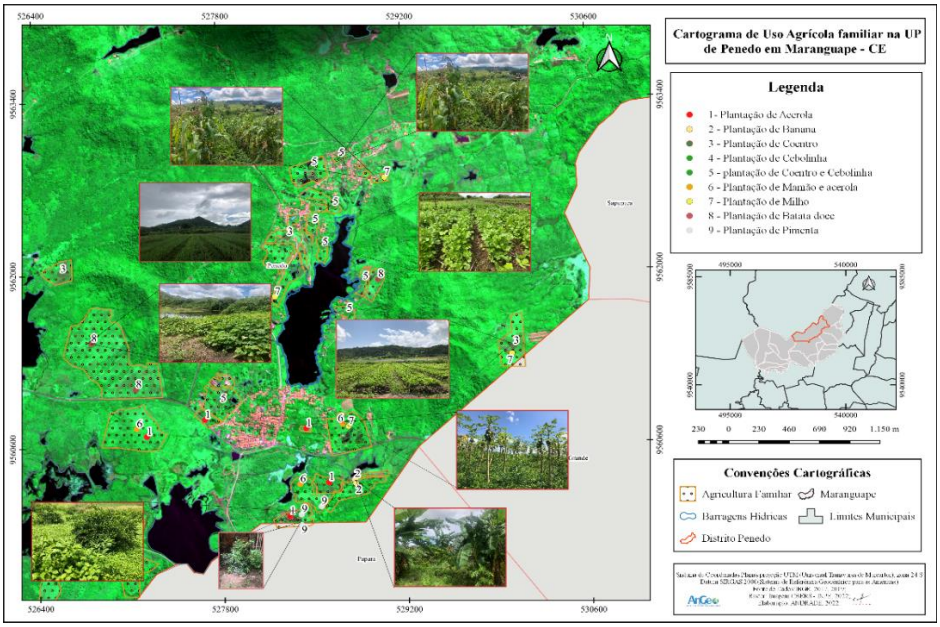
Vale aqui ressaltar que a forte incidência de barragens hídricas no Distrito de Penedo se justifica pela alta necessidade de obtenção de água para o sustento do desenvolvimento produtivo agrícola. Logo, as barragens são usadas na região como uma forma de tecnologia hídrica facilitadora do convívio do pequeno produtor com os períodos de estiagem propagados, sobretudo a partir do segundo semestre de cada ano. Sob outra perspectiva, o uso efetuado por imóveis é equivalente a 9,5 ha, sendo residências de pequeno e grande porte (casas, pequenos restaurantes, pontos comerciais, estabelecimentos mercantis).

A agricultura de base familiar corresponde à principal classe especializada, visto que consiste no objeto de análise deste estudo. Observa-se, mediante o mapeamento e cálculo de área, que a produção efetivada no entorno do Açude Penedo é equivalente a 8,9 ha, sendo assinalada sob o regime da policultura. Entretanto, o plantio de hortaliças é o mais expressivo na área, visto que se materializa como o carro-chefe da agricultura local. Por fim, a classe de solo exposto especializada é proporcional a 5,9 ha, sendo a de menor incidência. Estradas/vias não pavimentadas e solo em completa exposição são os elementos que constituem essa classe.

O Cartograma (Figura 6) elenca as principais unidades agrícolas identificadas através do trabalho de campo. Essas áreas de cultivos são majoritárias nas margens do Açude Penedo. É perceptível que a distribuição da agricultura é de caráter diverso, tendo como principal característica a técnica do consórcio de cultura. Segundo as informações obtidas em campo, a produção consorciada possibilita um maior aproveitamento da terra em uso.

Sobre isso, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (BRASIL, 2012) ressalta que o cultivo consorciado é uma prática secular que maximiza os espaços produtivos. Essa técnica auxilia no manejo dos solos, no controle e monitoramento das plantas daninhas, promovendo ainda excelente cobertura viva e morta para a terra.

Figura 6 – Cartograma das classes de uso agrícola familiar no entorno do açude Penedo



Fonte: Autoras (2022).

O Cartograma (Figura 6) elenca um panorama geral das culturas produzidas nas margens do Açude Penedo. É notória a presença da policultura, em maior escala das hortaliças, seguidas da produção de banana, mamão, acerola, milho, feijão, batata doce e pimenta. Esse cultivo se estabelece semestralmente sobre o contínuo regime de irrigação.

Ao se discutir a agricultura em suas mais diversas tipologias (patronal, familiar, de precisão), é inegável sua importância social e econômica, principalmente para as comunidades rurais. Haja vista que esta prática, desde os primórdios das sociedades, auxilia na subsistência de diferentes povos. Entretanto, ao analisar a questão ambiental dentro deste cenário produtivo e econômico, entende-se a produção agrícola como uma das atividades que, em maior proporção, carecem do uso e ocupação da terra, e demais recursos naturais, como a água.

Decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais [...]" são consideradas Áreas de Preservação Permanente (APPs). Entende-se por APP "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas" (Brasil, s/p, 2012).

APPs são áreas com rígidos limites de exploração, onde, de acordo com o Código Florestal (Lei 12.651/12), não deve haver exploração econômica direta. Todas as atividades de cunho socioeconômico devem possuir respaldo legal para sua efetivação. A APP do Açude Penedo vem sendo ocupada, conforme relatos de campo, há décadas. Isso se dá pela ausência de terras próprias de muitos dos produtores, e a apropriação dos terrenos margeadores do açude é uma maneira encontrada pelos agricultores para não ficar à mercê do arrendamento.

Ainda sobre essas perspectivas, esse histórico de ocupação é o que possibilita a continuação da produção agrícola nas margens do Açude Penedo ainda na atualidade (2023). Contudo, a prática é realizada com base em vistorias ambientais, realizadas anualmente pela Superintendência Estadual de Meio Ambiente – SEMACE.

Entretanto, mesmo com o respaldo legal, a atividade agrícola ainda se classifica como uma forma de uso do solo extremamente exaustiva, pois requer da terra o máximo em espaço e propriedades para obter progresso. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2013), ao uso do solo corresponde:

> [...] dentro dos debates do desenvolvimento sustentável, merece destaque: a caracterização dos processos de utilização da terra; e as referências aos fatores que levam a mudanças e a expectativa da justiça ambiental devido aos diferentes interesses, direitos civis e conflitos distribuídos sobre os recursos naturais (BRASIL, 2013, p. 17).

Para Bie, Leeuwen e Zuidema (1996, apud BRASIL, 2013, p.43), o uso da terra, ou dos solos, corresponde à utilização dos elementos da natureza, como a vegetação, água, as rochas, bem como as superfícies artificiais criadas pelo homem e que recobrem a superfície terrestre. Dentro desta esfera, volta-se a ressaltar a agricultura como uma grande detentora do uso do solo nas mais diversas regiões da terra.

Dentre os principais impactos ambientais existentes no entorno do Açude Penedo, está, inicialmente, a retirada constante da vegetação nativa para a implantação de canteiros de hortaliças, não permitindo, assim, que essa vegetação entre em um processo de resiliência ou regeneração ambiental. O trato pedológico realizado de forma inadequada, ausente da efetivação de análise de solo, tem permitido a perda de nutrientes de determinadas parcelas da terra, o que repercute diretamente na produção.

O solo é um organismo vivo, que precisa de cuidados para se manter e produzir, assim como todo ser vivo, necessita alimentar-se de nutrientes, água e ar, para que assim haja seu bom funcionamento. Para que o solo se mantenha saudável, é fundamental que ele seja bem suprido com matéria orgânica, o que remete a práticas de manejos periódicas.

Melo et al. (2019) retratam que o manejo dos solos corresponde à prática e/ou conjunto de práticas indispensáveis para o bom desenvolvimento de culturas. Quando usada racionalmente, proporciona a melhor qualidade do solo, gerando sua elevada produtividade. Porém, quando mal manejado, o solo sofre consequências negativas sobre suas propriedades físicas, como retenção de água, compactação, restruturação, entre outros.

Conforme informações coletadas em campo, as práticas de manejo empregadas sobre a produção agrícola familiar no entorno do açude Penedo vinculam-se à predominância do cultivo convencional, onde, para sua realização, o agricultor conta com o uso direto e majoritário de instrumentos rudimentares como enxadas, ciscador, pá e carro de mão. Contudo, usa-se, para o preparo do solo anual, maquinários que aram e gradam a terra. As Figuras 7 e 8 mostram a prática de manejo manual sendo executada na unidade produtiva local.

Figura 7 e 8 – Produtor familiar preparando a terra para o cultivo, no entorno do açude Penedo

Fonte: Autoras (2022).

As imagens (7 e 8) têm o propósito de elucidar o cultivo e o trato da terra sendo efetivados de forma rudimentar, o que vai em contraponto ao uso de máquinas de grande porte para o manejo desses ambientes agrícolas. O manejo rudimentar tem gerado bem menos desgaste e exaustão dos solos se comparado às demais áreas produtoras.

Outra problemática, para além da compactação dos solos por meio do uso de máquinas inadequadas no entorno do açude, são as queimadas efetuadas periodicamente com o intuito de aumentar a fertilidade dos solos, deixando-os mais produtivos. Essa ação é realizada por produtores, sem acompanhamento técnico, sob a crença de que a queima da terra, para além da fertilidade, ajuda na limpeza de pastos e na eliminação de restos vegetais. Isso é especialmente relevante em períodos mais secos, quando, com a baixa do volume de água, as margens do Açude Penedo comportam a criação de gado, caprinos e ovinos (Figura 9 e 10).

Figuras9 e10 – Áreas ocupadas pela atividade pecuária de pequeno (a) e grande (b) porte no distrito de Penedo

Fonte: Autoras (2022).

As queimadas ferem a legislação, haja vista que, na Lei 12.651/12 sobre a proteção da vegetação nativa, tais ações são proibidas, salvo exceções. As atividades mencionadas ao longo do texto são, em suma, responsáveis pela difusão desse uso do solo local sobre o entorno do Açude do Penedo. Contudo, é válido ressaltar que os espaços locais também são usados para o desenvolvimento de atividades de recreação e lazer, fugindo desse contexto agropecuário. Nas margens do açude, é comum a presença de pequenos restaurantes e balneários.

No entanto, a agricultura corresponde à atividade com maior relevo socioeconômico para o uso da terra local, sendo a maior ocupante direta da terra para conduzir seu desenvolvimento. É necessário que haja um olhar mais atento ao ambiente natural que abriga tais unidades produtoras. É hora de buscar introduzir o desenvolvimento agrícola pautado em olhares mais conservacionistas e sustentáveis.

O desenvolvimento econômico é indispensável a toda e qualquer região. Porém, precisa estar fundamentado sobre os objetivos do desenvolvimento sustentável. Ao se pensar no social, o uso dos recursos naturais para toda e qualquer ação deve levar em consideração as futuras gerações, que necessitarão desses recursos naturais para garantir qualidade de vida.

A importância da agricultura, sobretudo a de base familiar, é assinalada a todo momento no cotidiano social. Mesmo sendo desenvolvida de forma menos nociva à natureza, é necessário que se tenha um olhar cauteloso sobre as suas repercussões nos recursos

naturais (hídricos, pedológicos). Entretanto, a carência de planejamento ambiental, aliada à fiscalização e assistência técnica para as comunidades produtoras rurais.

A criação de incentivos ao desenvolvimento agrícola sustentável ainda é quase nula em Maranguape, mesmo o município sendo referência estadual na produção de fruticultura, hortaliças, entre outros. Necessita-se que a esfera pública passe a promover maior apoio ao produtor rural, seja mediante a criação de projetos pautados em preceitos ambientais, ou mesmo através da propagação da educação ambiental no cotidiano rural.

Na atualidade (2023), a disseminação da percepção ambiental sobre o meio agrícola em Maranguape, o que inclui o distrito de Penedo, se dá por meio de pesquisas de caráter científico, projetos de extensão universitária, sendo insuficiente para contemplar todo o território. Quanto à assistência técnica, essa é ofertada anualmente ao produtor, por meio das ações da prefeitura alinhada à Ematerce local.

Para que se alcance um desenvolvimento produtivo de caráter sustentável no Entorno do Açude de Penedo, é indispensável apoio institucional, disposição de verbas para projetos agrícolas, cursos de capacitação para melhor manutenção dos solos e das águas, incentivo à produção sustentável e orgânica, para assim otimizar e reparar os danos ambientais que se propagam na região.

Considerações Finais

Por meio deste estudo, pode-se dizer que a produção agrícola familiar, sob um panorama geral, se consolida como um importante segmento econômico, sobretudo para as áreas e regiões interioranas do município de Maranguape. Haja vista que, para as comunidades rurais locais, como é o caso do Distrito de Penedo, a promoção de emprego e renda ocorre junto à comercialização dos produtos de base agrícola diversos.

A agricultura no Distrito de Penedo firma-se sobre os preceitos da agricultura de base familiar, sendo repassada de geração a geração. Corresponde a uma forma de uso e ocupação permanente *in loco*, visto que se estabelece durante todo o ano, e não somente por intermédio da plantação temporária. O plantio de hortaliças, tubérculos e frutas é o de maior ênfase no entorno do Açude Penedo.

Com a espacialização de uso, cobertura e ocupação, constatou-se que a produção agrícola realmente é desempenhada majoritariamente sobre as margens do Açude Penedo. Isso sinaliza o importante papel desse corpo hídrico para a região e desenvolvimento produtivo, o qual se enquadra dentro do espectro das intempéries hídricas e climáticas do semiárido nordestino.

O Açude de Penedo é o maior fornecedor de água para efetivação da técnica de irrigação, que predomina nas unidades produtivas locais, sendo uma tecnologia hídrica de

grande serventia para mitigar o convívio do pequeno produtor que vive em áreas de depressão sertaneja, permitindo um maior acesso à água, o que viabiliza a produção em períodos de estiagem.

Contudo, verificou-se que as formas de manejo aplicadas sobre as unidades produtivas são de cunho tradicional, rudimentar, muitas vezes aliadas ao uso de máquinas de grande e médio porte. Essa especificidade de trato para os terrenos em uso, vem ao longo dos anos sendo prejudicial para a saúde dos sistemas naturais locais.

A falta de percepção ambiental tem feito com que uma atividade socialmente importante venha projetando impactos como compactação dos solos, desencadeamento erosivo e assoreamento do corpo hídrico. Esses impactos são resultantes do uso de máquinas como tratores que auxiliam nesse processo de compactação dos solos. No entanto, as formas/direção dos canteiros de hortas projetados nas margens do corpo hídrico, isentas de sistemas de contenção de sedimentos, são em grande parte responsáveis pelo assoreamento hídrico do Açude.

Contudo, para que haja melhorias ambientais na área, é preciso alcançar a diminuição de impactos ambientais. Para tal fato, é necessário que se tenha maior assistência técnica e educativa junto aos produtores, visto que esse apoio técnico existe muito timidamente dentro da ala produtora.

Com a ampliação da assistência técnica e a difusão de políticas e fiscalização ambiental efetiva, é possível dar suporte para o avanço produtivo mais sustentável, uma realidade não tão distante do sistema produtivo de base familiar, o qual já se caracteriza por ser mais ecológico frente à produção agrícola patronal.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, J.; ASSAD, M. L. L. Agricultura e Sustentabilidade: Contexto, Desafios e Cenários. **Ciência & Ambiente**, n. 29, p. 15-30, 2004.

AMBSCIENCE. **Açude:** O que é? São Paulo, 2009.

ATHENAS. Consultoria Agrícola. **Adubação:** Os pontos mais importantes desse processo. São Paulo: Jaboticabal, 2019.

BRAGA, R. **O Espaço Geográfico: Um Esforço de Definição**. GEOUSP Espaço E Tempo (Online), (22), 65-72, 2007. Disponível em: https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2007.74066. Acesso em: 4 ago. 2019.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes**. Rio de Janeiro: IBGE, 2013. V. 39.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. 2017. Disponível em: https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/. Acesso em: 13 de set. 2023.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Manual Técnico de Uso e Ocupação da Terra.** 3. ed. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. **Lei 4771/1965. Código Florestal Brasileiro**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/L4771.htm. Acesso em: 15 mai. 2023.

BRASMAX. **Semeadura: quais os cuidados necessários?** Paraná: Cambé, 2018.

CEARÁ. Secretaria do Desenvolvimento Agrário – SDA. **BOLETIM: Observatório da Agricultura Familiar do Ceará**. Ed. 1. Fortaleza, 2019.

CEARÁ. **Portal Hidrológico do Ceará. Monitoramento do Nível dos Reservatórios, Dados e Segurança de Barragens**. Fortaleza: Funceme, 2022.

CEARÁ. **BOLETIM: Observatório da Agricultura Familiar do Ceará**. Fortaleza, 2019. Disponível em: https://ceara.dieese.org.br/wstatístcao-tecnica/arquivo/2/boletim-completo-da-agricultura-familiar-ceara-dezembro-2019. Acesso em: 19 dez. 2021.

EMATERCE, **Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará**. *Situação dos produtores familiares ativos do distrito de "Penedo" no Município de Maranguape*. Maranguape, 2022.

EMATERCE, **Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará**. *Características gerais dos Açudes Monitorados em Maranguape – CE*. Maranguape, 2017.

EMATERCE. **Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará.** *Produção de Fruticultura no Município de Maranguape.* Maranguape, 2019.

EMATERCE. **Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Ceará.** *Aspectos da Agricultura Familiar em Maranguape - CE.* 2021.

EMBRAPA. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.** *Consorciação de Culturas.* Brasília: D. F., 2012.

EHLERS, Eduardo. *O que é agricultura sustentável.* 1 ed. ebook. Ed: Hedra Ltda. São Paulo, 2017.

GIOMETTI, A. L. B. R. et al. *Leitura do espaço geográfico através das categorias: lugar, paisagem e território.* Conteúdos e didática de geografia–UNESP, p. 33-40, 2012.

IPECE. **Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Estado do Ceará.** *Perfil Municipal de Maranguape.* Fortaleza, 2017. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2017/. Acesso em: 26 jan. 2022.

LIMA, V. *Tecnologia Social e Agricultura Familiar: Uma questão de Igualdade.* In: REDE DE TECNOLOGIA SOCI–L - RTS (Brasil) (Org.). *Tecnologia Social e Desenvolvimento Sustentável: Contribuições da RTS para a formulação de uma Política de Estado de Ciência, Tecnologia e Inovação.* Brasília/D: Secretaria Executiva da Rede de Tecnologia Social (RTS), 2010.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. *Uso eficiente de fertilizantes e corretivos agrícolas: aspectos agronômicos.* São Paulo: Anda, 1992.

MELO, R. F. de; et al. *Práticas de Manejo.* In: MELO, R. F.de.; VOLTOLINI, T. V. De. (org.). *Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido.* Brasília: EMBRAPA, 2019.

MENDES, Marília C. *A MOBILIDADE DA FORÇA DE TRABALHO NA INDÚSTRIA E A PRODUÇÃO DO ESPAÇO NO MUNICÍPIO DE MARANGUAPE – CEARÁ.* Revista Tocantinense de Geografia (TO). Ano 06, n. 10, mai./agost. de 2017.

RUBENS, A. C.. et al. *Geoprocessamento e Agricultura de Precisão: Fundamentos e Aplicações.* Guaíaba: Agropecuária, 2001.

SANTOS, Milton. *A natureza do Espaço: Técnica e Tempo, Razão e Emoção.* 4. Ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SRH. Secretaria dos Recursos Hídricos. *Características Técnicas: Detalhes do Açude Penedo.* Fortaleza: SRH, 2015.

Inventariação de Processos de Alagamentos, Inundações e Movimentos Gravitacionais de Massa em Teresina-PI

Inventory-Making: Processes of Flooding, Inundation and Gravitational Mass Movement in Teresina-PI

Gabriel Cunha Linhares Fagundes
Universidade Federal do Piauí - UFPI
https://orcid.org/0000-0003-1436-2320
gabrielfagundes@ufpi.edu.br

Jaelson Silva Lopes
Universidade Federal do Piauí - UFPI
https://orcid.org/0000-0003-3084-3984
jaelsongeoufpi@outlook.com

Maria da Paz da Cruz Vitorio de Oliveira
Universidade Federal do Piauí - UFPI
https://orcid.org/0000-0001-7144-263X
pazoliveira23@gmail.com

Cláudia Maria Sabóia de Aquino
Universidade Federal do Piauí - UFPI
https://orcid.org/0000-0002-3350-7452
cmsaboia@gmail.com

Resumo: Esta pesquisa objetiva realizar uma inventariação de processos de alagamentos, inundações e movimentos gravitacionais de massa na cidade Teresina, Piauí. A metodologia baseia-se na realização de trabalhos de campo, análises de imagens orbitais do Google Earth Pro, aplicação de SIG (QGIS) para mapeamento, pesquisas bibliográficas e no uso das cartas e relatórios da CPRM (2012; 2014; 2019). Os resultados apontam a inventariação 54 pontos de ocorrência dos referidos processos na área urbana de Teresina, estes foram mapeados e somados aos arquivos shapefiles da CPRM e resultaram na confecção de dois mapas. A pesquisa aponta a possibilidade de demarcar novas áreas de alto risco ou de alta suscetibilidade aos processos de alagamentos e inundações, enfatiza a importância de acompanhamento dos processos ambientais analisados e a necessidade de medidas como sinalização de locais de risco e práticas de estabilização de taludes instáveis relacionados a movimentos de massa.

Palavras-chave: Alagamentos. Inundações. Movimentos de massa. Teresina (Pi). Mapa.

Abstract: This research aims to conduct a survey on flooding, inundation, and gravitational mass movement processes in the urban area of Teresina, capital of Piauí state. The methodology is based on fieldwork, analysis of Google Earth Pro orbital images, application of SIG (QGIS) for mapping, bibliographic research, documentary and news portal analysis, and letters and reports from CPRM (2012; 2014; 2019). The results point to the inventory: 26 points of flooding, 15 of inundation, and 13 of mass movements in the urban area of Teresina; these points, in mapping, were added to the shapefiles of CPRM and resulted in the creation of two maps. The conclusions pointed to the possibility of demarcating new areas of high risk or high susceptibility to flooding and inundation processes. They also emphasize the importance of monitoring the environmental processes analyzed and the need to take measures such as signaling risk points and stabilizing unstable slopes related to mass movements.

Keywords: Tradução das palavras-chave, de 3 a 5 Keywords.

Introdução

No Brasil, problemas como deslizamentos, inundações, erosões e subsidências tem ocorrido com frequência nos últimos anos, resultando tragédias e prejuízos em diversas cidades brasileiras, sobretudo nas regiões Nordeste e Sudeste. Considera-se que estes fenômenos contemplam processos que podem ocorrer naturalmente ou induzidos pela ação humana (Tominaga; Santoro; Amaral, 2015; Chaves; 2015).

Chaves (2015, p. 59), partindo de análises de dados e discussões teóricas acerca de desastres naturais no Brasil, com ênfase às inundações e movimentos de massa, afirma que a constante frequência de fenômenos como estes no território brasileiro está associada principalmente às áreas densamente povoadas, como é o caso das áreas urbanas, constata-se que “os municípios mais afetados por inundações, enxurradas, enchentes, alagamentos e movimentos de massa se concentram nas regiões mais povoadas no país”.

Parte da população brasileira que corresponde aos segmentos sociais mais vulneráveis socioeconomicamente, não possuindo condições econômicas para adquirirem moradias em áreas seguras, acabam ocupando áreas de risco, a exemplo das várzeas que são áreas propensas a inundações e também as áreas íngremes de encostas, locais onde com frequência se constrói habitações precárias e se promove cortes de relevo em terrenos instáveis, prática que pode resultar em situações de risco geológico e, no pior dos casos, na deflagração de processos de movimentos gravitacionais de massa e em consequentes tragédias (Bertone; Marinho 2013; Chaves, 2015; Tominaga; Santoro; Amaral 2015; Malta, 2018).

Em Teresina, a expansão da área da cidade associada ao crescimento demográfico e aliado à falta de infraestrutura vem causando profundos problemas aos sistemas físicos da superfície terrestre (CPRM, 2014). Paralelo a isso, Vieira et al. (2007, p. 9) observando os impactos desse processo de crescimento da cidade de Teresina, afirmam que as encostas, os vales dos riachos, das lagoas e as matas ciliares, passaram a ser indiscriminadamente ocupados causando problemas de drenagem, de erosão dos solos, de poluição e de assoreamento dos rios.

Pesquisas da CPRM (2012; 2014; 2019), permitem inferir que a cidade de Teresina enfrenta sérios problemas ambientais de ordem principalmente hidrológica, com destaque para os alagamentos e as inundações.

Nesse contexto, ressalta-se que ao longo dos meses chuvosos, os temporais marcados por precipitações torrenciais acompanham-se de episódios de alagamentos e inundações que deixam famílias desabrigadas, casas desabadas e veículos aterrissados em galerias de esgoto e em riachos urbanos. Problemáticas como estas (inundações e

alagamentos) historicamente fazem parte da cidade de Teresina, no entanto, nem sempre possuem suas causas verdadeiras elucidadas (Neto; Lima, 2019).

Diante do exposto, esta pesquisa delineia como objetivo a realização de uma discussão acerca de processos de alagamentos, inundações e movimentos gravitacionais de massa no perímetro urbano de Teresina, PI. A pesquisa realizará uma inventariação de pontos de ocorrência dos referidos processos ao longo da cidade, além do uso de cartas de suscetibilidade de risco CPRM.

O processo de inventariação desta pesquisa ainda está em andamento, logo, os pontos de alagamentos, inundações e de movimentos de massa identificados, mapeados e divulgados nesta pesquisa, tratam-se de dados preliminares, estes, foram identificados a partir de trabalhos de campo, análises de imagens orbitais de satélite e de pesquisas documentais, os pontos foram mapeados em integração com os arquivos shapefiles das cartas elaboradas pela CPRM (2012; 2014 e 2019).

Discutindo os Conceitos

Inundações e Alagamentos

Para Amaral e Ribeiro (2009, p. 42), enquanto inundação “é o transbordamento das águas de um curso d’água atingindo a planície de inundação ou área de várzea” o alagamento, por sua vez, “é o acúmulo momentâneo de águas em determinados locais por deficiência no sistema de drenagem”.

Em outra definição, Chaves (2015, p. 52) considera que “as inundações podem ser definidas como um transbordamento de água proveniente de rios, lagos e açudes que invadem os terrenos adjacentes, inadequadamente ocupados, provocando danos”. Corroborando com Castro (2003), considera-se que na maioria das vezes, as inundações são provocadas também por precipitações pluviométricas concentradas, podendo também ter outras causas imediatas, a citar: elevação dos leitos dos rios por assoreamento; saturação do lençol freático por precipitações contínuas ou outros antecedentes; rompimento de barragens e entre outras causas.

Tucci (2004) considera que as inundações podem ocorrer através de duas maneiras: pelo transbordamento do escoamento natural de rios, córregos ou riachos em decorrência de precipitações intensas (denominada de inundação ribeirinha), ou pelo aumento de áreas impermeáveis, acelerando o escoamento pluvial que não é suportado por um sistema de drenagem adequado (denominado de inundação devido à urbanização ou à drenagem urbana).

Retornando ao conceito de alagamentos, estes são comumente definidos como acúmulos momentâneos de água em determinados locais, podem ocorrer devido a problemas de drenagem e por intensas precipitações (Amaral; Ribeiro, 2009).

Movimentos Gravitacionais de Massa

Tominaga, (2007) explica que a deflagração de movimentos gravitacionais de massa é condicionada por fatores geológicos e geomorfológicos, por aspectos climáticos, hidrológicos e da vegetação e pela ação do homem acerca do uso e ocupação do solo. Em relação aos tipos de movimentos de massa, Augusto Filho (1992) propôs, partindo das contribuições de Varnes (1978), uma classificação (Quadro 1) dos movimentos de massa ajustada à realidade ambiental brasileira (Brasil, 2013).

Quadro 1 – Classificação de movimentos de massa

Processo	Geometria, Material e Dinâmica
Rastejos	• Vários planos de deslocamento (internos) • Velocidades muito baixas (cm/ano) a baixas e decrescentes com a profundidade • Movimentos constantes, sazonais ou intermitentes • Solo, depósitos, rocha alterada/fraturada
Quedas	• Sem planos de deslocamento • Movimentos tipo queda livre ou em plano inclinado • Velocidades muito altas (vários m/s) • Material Rochoso • Pequenos e médios volumes • Geometria variável: lascas, placas, blocos, etc. Rolamento de Matacão Tombamento
Deslizamentos ou Escorregamentos	• Poucos planos de deslocamento (externos) • Velocidades médias (m/h) e altas (m/s) • Pequenos e grandes volumes de materiais • Geometria e materiais variáveis Planares ou translacionais: solos pouco espessos; solos e rochas com planos de fraqueza Rotacionais ou circulares: solos espessos, homogêneos e rochas muito fraturadas Em cunha: solos e rochas com dois planos de fraqueza
Fluxos de Detritos ou Corridas	• Muitas superfícies de deslizamento • Movimento semelhante ao de um líquido viscoso • Desenvolvimento ao longo das drenagens • Velocidades médias a altas • Mobilização de solo, rocha, detrito e água • Grandes volumes de material • Extenso raio de alcance, mesmo em áreas planas

Fonte: Adaptado de Augusto Filho (1992).

Terzaghi (1952) explica que esses processos, além de causados por causas internas, ou seja, em que há a redução da resistência ao cisalhamento do material da encosta, também podem ser causados por causas externas, ou seja, pelo aumento das tensões cisalhantes, neste caso, isso é mais comumente provocado por cortes excessivos no sopé de encostas em detrimento de construções urbanas, como rodovias ou ocupações desordenadas. As causas externas contribuem, mesmo que de forma indireta, para o aumento das tensões de cisalhamento ao longo da superfície potencial de ruptura.

Metodologia

A metodologia desta pesquisa consiste nas seguintes etapas: a) pesquisas bibliográficas e levantamento de dados sobre movimentos de massa, alagamentos e inundações em Teresina; b) Identificação dos processos ambientais em estudo a partir de literaturas, noticiários, trabalhos de campo e através de análise de imagens orbitais de satélite do Google Earth Pro; e c) Mapeamento (construção de inventário) dos processos ambientais em estudo identificados.

Com base nas pesquisas bibliográficas, documentais e levantamento de obras científicas sobre os problemas ambientais em estudo no perímetro urbano de Teresina, considerou-se como ponto de partida as contribuições de Chaves (2015), e a partir destas, o uso de dados (em arquivo shapefile) da CPRM (2012; 2019).

A CPRM (2012) em estudo técnico intitulado de Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa e Enchentes, oferece relatórios e mapeamentos referente a 38 setores (áreas) de risco a processos como enchentes, inundações, alagamentos e movimentos gravitacionais de massa (deslizamento, fluxo, queda, tombamento).

Os dados da CPRM (2019), discutido em relatório (CPRM, 2020), são oriundos de um trabalho de pesquisa intitulado de Setorização de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações, o relatório desta pesquisa indica 10 setores de alto e muito alto risco dentro da área urbana de Teresina, no entanto, além destes setores, o relatório explica que existem no município áreas que não apresentam risco iminente, sendo consideradas áreas de risco geológico baixo a médio, estes por sua vez não encontram-se no relatório.

Se utilizou como base também os dados da Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações, 1:25.000 da CPRM (2014), que classifica as áreas em baixa, média e alta suscetibilidade a estes processos. Ressalta-se que o objetivo da presente pesquisa não é o de discordar das pesquisas e cartas elaboradas pelo Serviço Geológico, e sim, o de oferecer mais contribuições e discussões a partir destes estudos já elaborados.

Dos arquivos shapefiles da CPRM (2012; 2014; 2019), foram aproveitados os dados que interessam ao escopo desta pesquisa, ou seja, os arquivos que tratam de áreas ou setores de risco ou suscetibilidade a movimentos de massa, alagamentos e inundações.

O emprego de Sistema de Informação Geográfica, QGIS versão 3.14, o uso de imagens orbitais do Google Earth Pro e a realização de trabalhos de campo foram essenciais na identificação e representação dos locais de ocorrência de movimentos gravitacionais de massa, inundações e alagamentos na cidade de Teresina, foram fundamentais para a coleta,

averiguação e comprovação de informações sobre os desastres e processos ambientais buscados a partir da literatura acadêmica e em portais de notícia, mais especificamente no portal informativo da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano e Habitação - SENDUH, e nos portais de notícias locais: G1; Teve Cidade Verde e Portal Clube News.

Em primeiro momento buscou-se identificar e mapear “pontos de ocorrência” dos processos estudados ao longo da área urbana da cidade. Os trabalhos de campo que apoiaram a identificação dos fenômenos ocorreram ao longo dos dias 26 e 27 de abril de 2023, mês em que as precipitações estão perdendo intensidade para o encerramento da estação chuvosa da cidade de Teresina, no entanto, nesse período do ano os episódios de alagamentos e de movimentação gravitacional de massa ainda se mantiveram com frequência.

Os pontos identificados e mapeados foram integrados aos arquivos shapefiles das áreas de suscetibilidades a inundações e movimentos de massa em Teresina, da CPRM (2014), gerando assim o mapa da Figura 1; depois, estes mesmos pontos de ocorrência dos processos ambientais foram somados aos arquivos shapefiles da CPRM (2012; 2019) sobre setores de risco alto e muito alto de ocorrência de processos de alagamentos, inundações e movimentos de massa, gerando o mapa da Figura 2. Vale dizer que para os cursos d’água (rios e riachos), foram utilizados os arquivos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico ANA (2013).

Os dois mapas gerados apresentam os pontos dos fenômenos inventariados nesta pesquisa, a citar na Tabela 1:

Tabela 1 – Quantidade de pontos de alagamentos, inundações e movimentos gravitacionais identificados na área urbana de Teresina.

Tipo de processo	Quantidade de pontos identificados
Alagamentos	26
Inundações	15
Movimentos Gravitacionais de Massa	13

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Em relação aos pontos de alagamentos e inundações, vale destacar que como parâmetro de identificação, foi buscado por locais em que estes processos afetassem de forma significativa a vida de moradores na área urbana, seja por danificação de estruturas urbanas, por proporcionar condições de insalubridade aos moradores ou por prejudicar ou inviabilizar – em momentos de chuvas torrenciais - o tráfego de veículos ou pessoas.

.

Resultados e Discussões

Caracterização da Área de Estudo

A área de estudo compreende a malha urbana da cidade de Teresina, capital do estado do Piauí, Nordeste do Brasil e região centro-norte piauiense. Teresina limita-se ao Norte com os municípios de União e José de Freitas, ao Sul; Palmeirais, Monsenhor Gil, Nazária, Demerval Lobão e Curralinhos, ao Leste; Altos, Lagoa do Piauí e Pau D'arco do Piauí e é Conurbada a Oeste com o município de Timon, no estado do Maranhão. Possui uma altitude média de 74,4m e está situada entre 05º05'21" de latitude sul e 42º48'07" de longitude oeste.

Teresina é banhada pelos rios Poti (59km de margens) e Parnaíba (90 km de margens), é a única capital nordestina que se encontra no interior, o que a concede importante entroncamento rodoviário com as demais capitais da região, ao tempo que oportuniza as práticas de diferentes atividades econômicas, sobretudo, prestação de serviços, principalmente na área da saúde e educação (Teresina, 2013). Apresenta área territorial de 1.391,293 km², destes, 172,26 km² são áreas urbanizadas (IBGE, 2021).

Em termos geológicos, o município de Teresina compreende o grupo Balsas e as seguintes unidades litoestratigráficas: Formação Piauí, Pedra de Fogo, e, em menor expressão, os Depósitos Aluvionares Holocênicos e a Formação Corda. A compartimentação geomorfológica da área de estudo encontra-se categorizada em: Superfícies e terraços fluviais (feições de acumulação por processos fluviais); Superfícies intensamente retrabalhadas pela drenagem por morros residuais (modelados sob intensos processos erosivos); Superfície residual recortada por vales encaixados (morros, geralmente, arredondados limitados por relevos escalonados); Mesas com topos achatados limitados por escarpas (formas mais erosivas de topos mais elevados e encostas íngremes) (Lima, 2011).

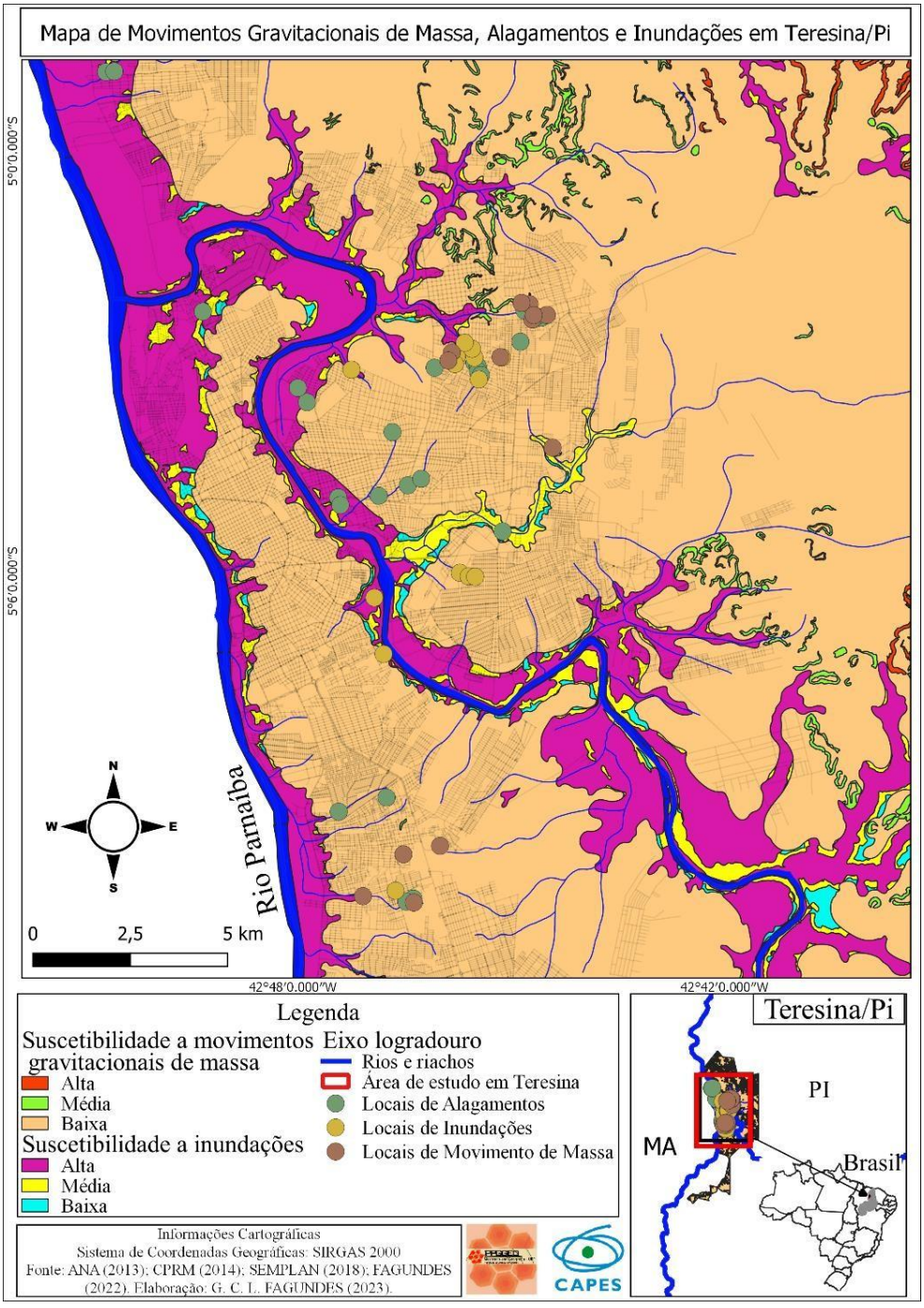
Teresina, do ponto de vista climático, está inserida no caráter mesotérico com temperatura média variando de 29,9 °C e 30 °C, apresentando valor anual de 28,9 °C e amplitude térmica alternando entre 6,0 °C e 19,5 °C, temperatura máxima anual de 33,8 °C e temperatura mínima anual de 22,4 °C. A precipitação média anual é de 1.378 mm (Menezes; Medeiros; Santos, 2015). Para tanto, seguindo a classificação de Köppen, o clima de Teresina é o Aw', determinado por apresentar o mês mais frio com mais de 18°C e o mês mais seco com menos de 60 mm, com chuvas atrasando para o outono (EMBRAPA, 1986).

Inventariação de Movimentos Gravitacionais de Massa, Alagamentos e Inundações em Teresina/Pi

Além das áreas mapeadas pela CPRM (2012; 2014; 2019), considerando a inventariação deste trabalho em especifico, ao todo foram identificados 54 pontos de

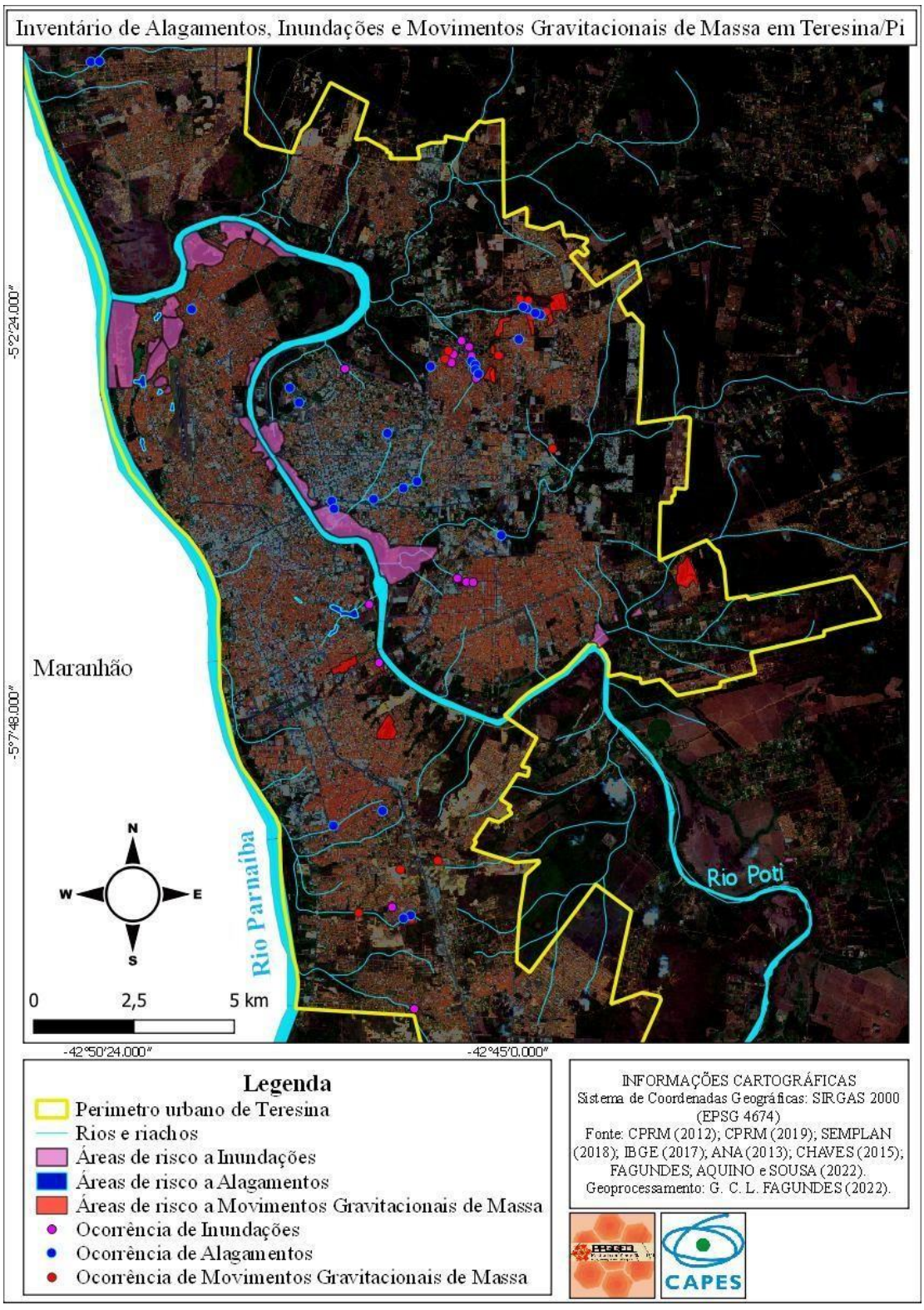
ocorrência dos processos em estudo, deste total, foram 26 locais de ocorrência de alagamentos, 15 de inundações e 13 de movimentos gravitacionais de massa. O conjunto entre polígonos da CPRM e os pontos identificados nesta pesquisa, estão organizadas nas Figuras 1 e 2 a seguir e mostram como as feições representativas dos fenômenos ambientais em estudo estão dispostas no perímetro urbano de Teresina.

Figura 1 - Áreas de ocorrência de alagamentos, inundações e movimentos gravitacionais de massa e áreas de suscetibilidade a alagamentos e inundações conforme CPRM (2014).



Fonte: Os Autores (2023).

Figura 2 – Setores de risco alto e muito alto a alagamentos, inundações e movimentos de massa conforme CPRM (2012; 2019) e identificação a partir de inspeção dos autores em campo de outros pontos de ocorrência. Teresina/PI.



Fonte: Os Autores (2023).

É importante enfatizar que o critério utilizado para identificar e considerar no inventário novos pontos de ocorrência dos processos em estudo, além dos dados utilizados da CPRM, foi o da capacidade de afetar os moradores, não se utilizou os cursos d'água como critério principal, no entanto, o resultado do processo de mapeamento mostrou que, dos 26 locais ("pontos") de alagamentos identificados (Figura 2), 22 estiveram relacionados a riachos urbanos e córregos.

Estes cursos d'água que no processo urbanização foram comprimidos pelas estruturas urbanas ou tornados subjacentes pelas tubulações de drenagem e pavimentações, hoje respondem a estas intervenções na forma dos alagamentos e inundações.

Com base na Figura 1, e partindo dos pontos de ocorrência dos alagamentos e inundações, considera-se a possibilidade de ampliar ou de delimitar novos setores de alta suscetibilidade ou de alto risco a processos de alagamentos e inundações, sobretudo nos setores que apresentaram muitos pontos identificados, a exemplo das superfícies de vale do Bairro Satélite e das superfícies depressivas do Bairro Verde Lar, ambas na zona Leste da cidade.

Em relação aos movimentos gravitacionais de massa, estes ocorrem em menor incidência, o que também atestado a partir dos dados da CPRM que localizam os poucos setores considerados críticos no perímetro urbano de Teresina.

No entanto, dos treze pontos identificados na presente pesquisa, é possível inferir que dez deles são taludes instáveis em vertente de morro, apresentando ou podendo apresentar pequenos movimentos de queda de detritos e pequenos deslizamentos. Além destes, também foi possível identificar dois pontos de deflagração de deslizamento lento e um de rastejo (lento). Em relação aos taludes de corte instáveis da cidade, torna-se necessário a realização de avaliação e tomada de medidas de sinalização ou de recuperação dos mesmos.

A Figura 3 mostra algumas imagens obtidas a partir dos trabalhos de campo, as figuras, ou poderíamos dizer, as paisagens, representam os problemas da cidade de Teresina que foram discutidos ao longo desta pesquisa.

Figura 3 – Locais de alagamentos, inundações e de movimento de massa em Teresina/Pi. Em A, local de alagamento; Em B, local de inundação; Em C, local de movimento de massa (queda).

Fonte: Os autores (2023).

A paisagem da figura 3A representa um ponto de alagamento em um setor de relevo depressivo no bairro Vale do Gavião da cidade de Teresina, local para onde converge as águas da chuva e da rede de esgoto, estas características do relevo somadas a pavimentação e aos Argissolos vermelhos com pouca capacidade de drenagem tornam o setor muito sensível aos alagamentos, desse modo, uma chuva rápida e de pouca intensidade foi o suficiente para provocar o episódio representado na figura em questão.

A paisagem da figura 3B representa o principal riacho urbano do bairro Satélite, trata-se em um trecho onde ele se encontra canalizado e subjacente sob a pavimentação de uma via urbana, o local fica intrafegável quando há precipitações chuvosas e já tem sido ponto de acidentes com veículos. Já na representação da figura 3C evidencia-se um talude de corte instável com ocorrência de rolamento de matacões que chegam alcançar o eixo de uma via importante do bairro Verde Lar.

Considerações Finais

Ao longo desta pesquisa, que trata-se de um processo ainda em andamento de inventariação de processos de alagamentos, inundações e movimentos gravitacionais de

massa no perímetro urbano de Teresina, foi possível identificar e coletar informações sobre 26 pontos de alagamentos em Teresina,15 de inundações e 3 de movimentos gravitacionais de massa, estes locais foram mapeados e integrados aos arquivos shapefiles elaborados em mapeamentos da CPRM (2012; 2014; 2019) a fim de viabilizar as breves discussões apresentadas.

A partir desta pesquisa, constata-se a necessidade e possibilidade de delimitação de novas áreas de risco alto ou de suscetibilidade alta, principalmente em relação aos processos de alagamentos e inundações na cidade de Teresina. Em relação aos movimentos gravitacionais de massa, foi possível inferir através da pesquisa que os estudos realizados pela CPRM (2012; 2019) já trazem dados satisfatórios sobre as áreas mais graves da cidade, e, portanto, satisfatórios para o planejamento e gestão territorial, no entanto, ao que se refere aos taludes instáveis ao longo da área urbana da cidade, sobretudo em vias movimentadas, estes precisam ser acompanhados, sinalizados e estabilizados a fim de evitar acidentes futuros.

Conclui-se que, na busca por evitar tragédias e acidentes relacionados a processos hidrológicos e geológicos, torna-se indispensável o acompanhamento e levantamento de dados acerca destes nos ambientes urbanos, é a partir disso que é possível tomar medidas corretas e efetivas que possam melhor proteger a população, sobretudo os segmentos menos favorecidos socioeconomicamente, que são os que, com frequência, encontram-se mais sujeitos aos perigos de ordem ambiental.

Agradecimentos

À Profa. Dra. Cláudia Maria Sabóia de Aquino, por sempre nos incentivar e pelo exemplo de pessoa e profissional que é.

Aos familiares pelo grande apoio em nossas jornadas.

Ao PPGGEO – UFPI por nos permitir continuar esta trajetória da melhor forma possível.

Referências

ANA – Agência Nacional das Águas. Catálogo de Metadados da Ana. Brasília: ANA. 2013. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/home>. Acesso em: abr. 2023.

ANA -Agência Nacional das Águas. GEO Brasil - Recursos Hídricos. Brasília: ANA/PNUMA, 2007. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br. Acesso em: abr. 2023.

AUGUSTO FILHO, O. Caracterização geológico-geotécnica voltada à estabilização de encostas: uma proposta metodológica. In: Conferência Brasileira sobre Estabilidade de Encostas-COBRAE. Anais. Rio de Janeiro: 1992. p. 721-733.

BERTONE, P., MARINHO, C. Gestão de riscos e resposta a desastres naturais: a visão do planejamento. VI Congresso Consad de Gestão Pública, Brasília, 2013, p. 2-24

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massas e Enchentes. Teresina, Piauí. Maio/2012.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa. Teresina, Piauí. Novembro/2014.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Setorização de Áreas em Alto e Muito Altos Risco a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações. Teresina, Piauí. Maio/2019.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral. CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Setorização de Áreas em Alto e Muito Altos Risco a Movimentos de Massa, Enchentes e Inundações (Relatório). Teresina, Piauí. Maio/2020.

CARPASO, Carlienne. Áreas alagadas: sobe para 230 o número de famílias desabrigadas em Teresina. Portal Clube News, Teresina, 04, jan. 2022. Disponível em <https://portalclubenews.com/2022/01/04/areas-alagadas-sobe-para-230-o-numero-de-familias-desabrigadas-em-teresina/>. Acesso em: abr. 2023.

CARVALHO, Jonas. Prefeitura divulga pontos de alagamentos da zona norte de Teresina. Portal Clube News, Teresina, 04, jan. 2022. Disponível em: < https://portalclubenews.com/2022/01/04/prefeitura-divulga-pontos-de-alagamentos-de-teresina-confira-locais/>. Acesso em: abr. 2023.

CASTRO, A.L.C. Manual de desastres. Departamento de Defesa Civil. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003.

CEPED, UFSC. Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

CHAVES, S. V. V. Vulnerabilidade às inundações em Teresina, Piauí. 2015, 231 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, São Paulo, 2015.

EMBRAPA. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí. Vol. SNLCS. Rio de Janeiro. 1986.

FIGUEIREDO, M. F. F.; RAJA GABLAGIA, G. P. Sistema classificatório aplicado às bacias sedimentares brasileiras. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 4, n. 16, p. 350-359, 1986. Disponível em: https://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/11933/11478. Aceso em: 20 abr. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades, 2021. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/. Acesso em: abr. 2023.

LIMA, I. F. L. O relevo de Teresina, PI: compartimentação e dinâmica atual. IX ENANPEGE – Encontro Nacional da Associação nacional de pós-Graduação e pesquisa em Geografia. Goiânia, 2011.

MALTA, F. S. Vulnerabilidade socioambiental: proposta metodológica e diagnóstico para o município do rio de janeiro. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Programa de Pós-graduação em Planejamento Energético, Instituto Alberto Luiz Coimbra, Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, p. 150. 2018.

MENEZES, H. E. A.; MEDEIROS, R. M; SANTOS, J. L. G. Climatologia da pluviometria do município de Teresina, Piauí, Brasil. Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável, v. 11, n. 4, p. 135-141, 2016. Disponível em: https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/about. Acesso em: 21 abr. 2023.

NETO, Edmundo Ximenes Rodrigues; LIMA, Antônia Jesuíta de. Inundações em Teresina-Piauí: uma questão socio-histórica. Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 11, 2019.

OLIVEIRA, Caroline. Chuva alaga casas na vila irmã Dulce; moradores denunciam aterro. Cidadeverde.com. Teresina, 09, jan de 2013. Disponível em: <https://cidadeverde.com/noticias/122400/chuva-alaga-casas-na-vila-irma-dulce-moradores-denunciam-aterro>. Acesso em: abr. de 2023. Professora que morreu após carro ser arrastado pela água da chuva é sepultada e recebe homenagens em Teresina, G1 Piauí, Teresina, 07, fev. 2022. Disponível em: < https://rb.gy/tt2st>. Acesso em: abr. 2023.

ROCHA, Carlos. Motoristas dão marcha ré para tentar escapar de alagamentos em Teresina. G1 Piauí. Teresina, 11, jan. 2023. Disponível em: <https://g1.globo.com/pi/piaui/noticia/motoristas-dao-marcha-re-para-tentar-escapar-de-alagamentos-em-teresina.ghtml>. Acesso em: abr. 2023.

SANTOS, V, H. Sequências siluro-devonianae eocarbonífera da bacia do Parnaíba, Brasil, como análogos para a explotação de hidrocarbonetos. 2005. Tese (Doutorado em Geologia sedimentar e ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Geociências. Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2005. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/6502/1/arquivo6828_1.pdf. Acesso em: abr. 2023.

SEMPLAN. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação / Prefeitura de Teresina. Mapas de Teresina. Teresina: Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação – SEMPLAN/CONCREMAT, 2013. Disponível em: https://semplan.pmt.pi.gov.br/#. Acesso em: Jun 2021.

TERESINA, Prefeitura de Teresina/SAAD Sul. Prefeitura presta assistência a famílias alagadas no residencial Terra Prometida. SAAD Sul, Teresina, 17, mar. 2020. Disponível em: <https://rb.gy/k5o0j>. Acesso em: abr. 2023.

TERESINA, Prefeitura de Teresina/SAAD Leste. SEMDUH alerta sobre alagamento provocado por descarte irregular no São Cristóvão. SAAD Leste, Teresina, 05, jan. 2023. Disponível em: <https://pmt.pi.gov.br/2023/01/05/semduh-alerta-sobre-alagamento-provocado-por-descarte-irregular-no-sao-cristovao/>. Acesso em: abr. 2023.

TERESINA, Prefeitura de Teresina/SAAD Leste. SAAD Leste realiza desobstrução de galerias na zona leste para evitar alagamentos. SAAD Leste, Teresina, 14, abr. 2023. Disponível em: <https://pmt.pi.gov.br/2023/04/14/saad-leste-realiza-desobstrucao-de-galerias-na-zona-leste-para-evitar-alagamentos/>. Acesso em: abr. 2023.

TERESINA. Secretaria Municipal de Planejamento e Coordenação Geral. Teresina 2000 a 2010. Agenda 2030 Avançando para o futuro: diagnósticos, avanços e desafios, 2013.

TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Org.). Desastres naturais: conhecer para prevenir. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015a. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/2010/03/lancado-livro- sobre-desastres-naturais-no-site-do-ig/>. Acesso em: abr 2023.

TUCCI, C. E. M. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. Rega. v. 1, n. 1, p.59-73, 2004.

VARNES, David J. Slope movement types and processes. Special report, v. 176, p. 11-33, 1978.

VIEIRA, Danielle Melo; TEIXEIRA, Pedro Wellington Gonçalves do Nascimento; LOPES, Wilza Gome Reis. Identificação dos Usos e Ocupações do Solo nas Áreas de Preservação Permanente do Rio Poti e sua Compatibilidade Legal no Perímetro Urbano de Teresina, Piauí-Brasil. In: VII Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica, 2007, Fortaleza. VII Encontro Nacional da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica. Fortaleza: ECOECO, 2007. v. 1. p. 1-16.

Os impactos da urbanização da zona sul de João Pessoa no Parque Estadual das Trilhas

The impacts of urbanization in the south zone of João Pessoa in Parque Estadual das Trilhas

Heloísa Gomes da Silva
Universidade Federal da Paraíba
0009-0002-3501-742
heloisa.gomes@academico.ufpb.br

Michelle Rayllanne Francelino Alves
Universidade Federal da Paraíba
0009-0003-0201-9979
michelle.rayllanne@academico.ufpb.br

Marcos Henrique Batista Monteiro
Universidade Federal da Paraíba
0009-0009-0715-1761
marcoshenrique23bm@gmail.com

Henrique Elias Pessoa Gutierres
Universidade Federal da Paraíba
0000-0003-0220-3410
hepg86@hotmail.com

Resumo: O processo de urbanização e desenvolvimento das cidades contribui para a expansão territorial dos grandes centros urbanos, ocasionando assim a diminuição das áreas verdes, que são ambientes essenciais para a manutenção do equilíbrio ambiental e de qualidade de vida para a população. Nesse contexto, as Unidades de Conservação surgem como alternativas para a conservação das áreas verdes e proteção dos seus recursos naturais. Diante disso, o Parque Estadual das Trilhas é uma Unidade de Conservação Urbana de Proteção Integral, localizada na cidade de João Pessoa. O objetivo deste trabalho é expor as condições ambientais encontradas na Unidade de Conservação. Desse modo, o estudo realizou uma revisão bibliográfica, mapeamento da área e visitas técnicas no Parque Estadual das Trilhas para constatar as condições ambientais, no qual foram identificadas diversas ações que contribuem para a degradação ambiental da área.

Palavras-chave: Áreas verdes. Unidades de Conservação. Urbanização.

Abstract: The process of urbanization and development of cities contributes to the territorial expansion of large urban centers, thus causing a reduction in green areas, which are essential environments for maintaining environmental balance and quality of life for the population. In this context, Conservation Units emerge as alternatives for conserving green areas and protecting their natural resources. Therefore, the Trilhas State Park is a Full Protection Urban Conservation Unit, located in the city of João Pessoa. The objective of this work is to expose the environmental conditions found in the UC. Therefore, the study carried out a bibliographical review, mapping of the area and technical visits to the Parque Estadual das Trilhas to verify the conditions of the UC, in which several actions that contribute to the environmental degradation of the area were identified.

Keywords: Conservation units. Green areas. Urbanization.

Introdução

Segundo Fernandes e Andrade (2012, p. 2), “os espaços dos grandes ecossistemas brasileiros apresentam estágios variados de ocupação, desde que foram logo conhecidos e

assolados pelos colonizadores, como é o caso do Bioma da Mata Atlântica". A urbanização como processo antropogênico de estruturação e desenvolvimento das cidades e, principalmente, dos centros urbanos possui um grau elevado de impacto na conjuntura de áreas de determinada região, que vem se intensificando a partir de fenômenos de crescimento populacional atrelados à globalização. Nesse contexto, áreas verdes que contribuem com uma grande diversidade ecológica de fauna e flora, proporcionam a estabilização de superfícies por meio da fixação do solo pelas raízes das plantas, contribuem para o equilíbrio do índice de umidade do ar, realizam a proteção das nascentes e dos mananciais, entre outros benefícios, que se traduziam em uma realidade de equilíbrio ambiental, estão sendo substituídas por grandes empreendimentos, residenciais e pavimentação de ruas e estradas com a intensa expansão dos meios urbanos que acarretam na redução de áreas verdes e ações antropogênicas negativas no entorno das áreas verdes ainda existentes.

> O desenvolvimento dos centros urbanos, da forma como se deu na maioria das cidades brasileiras, não contou com um planejamento adequado que aliasse a atenção às novas demandas construtivas com a manutenção das áreas verdes. A consequência inevitável para essa falta de planejamento foi uma redução excessiva da vegetação nas cidades, principalmente nos locais com grande concentração demográfica e de assentamentos informais (COPQUE, 2011, p.1).

Diante dessa perspectiva, foi criada a Lei do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), no 9.985, de 18 de Julho de 2000, que foi responsável pelo estabelecimento de critérios e normas para a criação, implantação e gestão das unidades de conservação. Estas são áreas que visam a conservação de áreas representativas, sendo divididas entre Unidades de Uso Sustentável e de Proteção Integral, onde são admitidos, respectivamente, o uso sustentável de parcela dos seus recursos naturais e enquanto no outro grupo só o uso indireto dos recursos da unidade.

Nesse contexto, o Parque Estadual das Trilhas se enquadra como UC de proteção integral, tendo sido criado pelo Decreto Estadual nº 37.653/2017 e possui o papel de preservação e proteção das características naturais de uma porção da zona sul de João Pessoa. Entretanto, devido ao intenso crescimento populacional da cidade, juntamente com a falta de gerenciamento e fiscalização do órgão gestor do parque, vêm ocorrendo práticas antropogênicas, a exemplo de ocupações ilegais, desmatamentos, aterramentos, poluição hídrica dos rios e riachos no interior do parque, descarte de resíduos sólidos, entre outras ações, que resultam na degradação ambiental da área. Além disso, a existência da rodovia PB 008 e a obra de ligação da mesma com o bairro de Mangabeira V, que, atualmente, está sendo executada pelo governo estadual, impactam diretamente por estarem no interior do Parque Estadual das Trilhas, resultando em desmatamento, destruição de habitat de espécies

e impactando trechos dos rios e riachos contidos no parque com a execução das obras de engenharia.

Em relação a esse contexto, o trabalho propõe uma revisão do cenário atual do Parque Estadual das Trilhas no que tange às mudanças no uso e na cobertura da Terra, e os impactos ambientais, que acarretam em consequências como a diminuição da qualidade e volume dos cursos d'água, desmatamentos, queimadas, aterramentos, poluição de resíduos sólidos e hídrica da área. Ademais, a construção do Pólo Turístico Cabo Branco, que é um projeto de desenvolvimento turístico que visa a construção de empreendimentos próximos ao parque, afetará diretamente e indiretamente a UC. Diante disso, o trabalho tem o objetivo de expor as problemáticas resultantes da urbanização e das intervenções do poder público na área que corroboram para a realidade vigente e buscar propostas que contribuam para a mudança do cenário caótico denunciado.

Metodologia

Com base nos objetivos propostos, as atividades foram realizadas a partir do Projeto de Pesquisa "A Perícia Ambiental e a Elucidação dos Danos Ambientais no Parque Estadual das Trilhas" (em execução), financiado pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ-PB). Sendo assim, foram desenvolvidas as seguintes etapas: 1) levantamento bibliográfico; 2) trabalhos de campo; 3) processamento dos dados colhidos em campo e comparação com as imagens de satélite.

Levantamento bibliográfico

Esse procedimento foi adotado para identificar e reunir as publicações sobre as seguintes temáticas: Parque Estadual das Trilhas, Unidades de Conservação, Urbanização e Polo Turístico Cabo Branco. Logo após, foi realizado o levantamento das legislações pertinentes às Unidades de Conservação, como a do SNUC e o Decreto Estadual que criou o Parque Estadual das Trilhas. Esses dados iniciais formataram os trabalhos e a estruturação do projeto, no qual fomos discutindo as informações ao longo da pesquisa e associado às questões vistas no campo.

Trabalho de Campo

O trabalho de campo é um recurso metodológico extremamente necessário na Geografia. Sendo assim, buscou-se promover um aprendizado tanto da questão dos aspectos naturais quanto dos sociais, associando também a teoria e a prática. Na elaboração do trabalho foram realizadas duas idas a campo, no qual aconteceram dentro de um período de 45 dias. O campo se torna essencial para o trabalho do geógrafo, possibilitando observar as condições físicas e antrópicas dentro do Parque Estadual das Trilhas, bem como a validação daquilo que foi verificado nas imagens de satélite.

Além disso, podemos comprovar e conversar com alguns moradores que identificam e apresentam as problemáticas socioambientais presentes na área do parque, no qual acreditamos que somente o trabalho de campo pode proporcionar tal escuta e reunião de informações do saber popular e do agente local que tem uma vivência no entorno da UC. Ademais, o trabalho de campo também é uma ferramenta de monitoramento dos avanços das modificações que estão ocorrendo dentro do Parque Estadual das Trilhas, a partir dos registros fotográficos (terrestres e de drone).

Processamento dos dados e comparação com imagens de satélite

Nesta etapa foram utilizados fotos e vídeos registrados no campo para, posteriormente, realizar a comparação usando os softwares Google Earth e o Filipéia/SIGWEB. Nessa etapa, com o auxílio dessas ferramentas do geoprocessamento, foi possível constatar o avanço do desmatamento na área do Parque Estadual das Trilhas e o aumento da construção de casas e, consequentemente, o aumento das invasões dentro do parque. Para espacializar as informações sobre o Parque Estadual das Trilhas, utilizamos o software Arcgis, no qual realizamos a produção de mapas de localização tanto da área, como dos rios presentes dentro do território do Parque. Com a junção das informações advindas do geoprocessamento é perceptível que os avanços antrópicos em direção ao parque começaram logo após a construção do Centro de Convenções, no qual podemos ver um aumento da área construída nas imediações da UC.

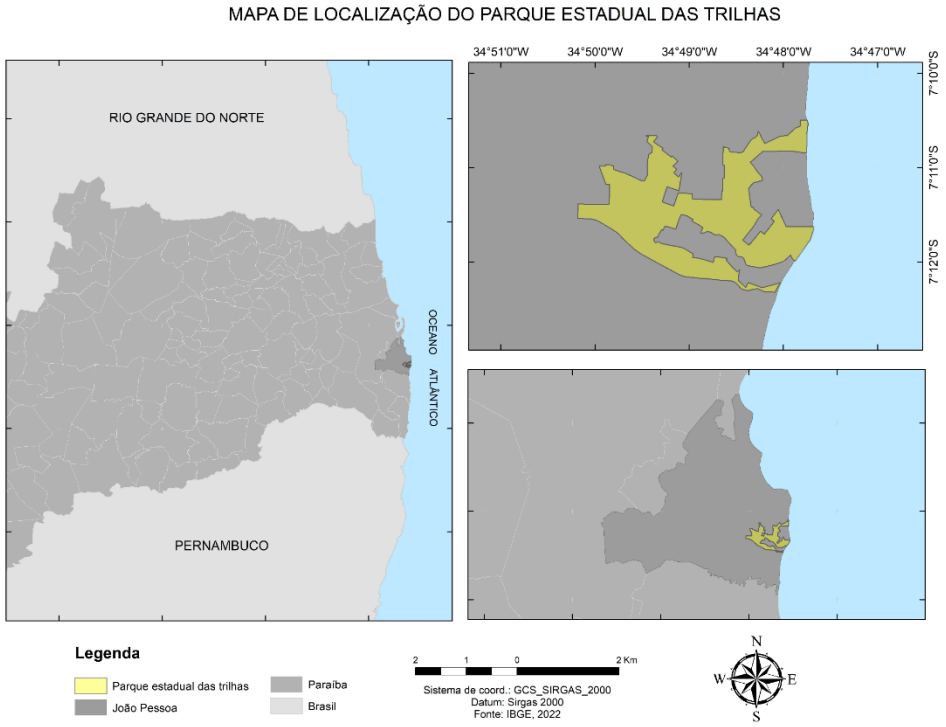
Caracterização da área de estudo

O Parque Estadual das Trilhas foi criado pelo Decreto Estadual n° 37.653, de 15 de setembro de 2017, no qual foram incorporados parte das áreas de três parques estaduais que existiam antes de 2017: Aratu, Mata de Jacarapé e Trilhas dos Cincos Rios.

De acordo com o SNUC, entende-se por unidade de conservação como o:

> Espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

Figura 1 - Mapa de localização do Parque Estadual das Trilhas.



Fonte: Autores (2023).

Após a criação, é necessário que o órgão responsável pela UC promova ações e instrumentos legais para a gestão ambiental integrada, que garanta a conservação dos ecossistemas naturais e biológicos da flora e da fauna presentes no local. Uma outra prioridade da gestão ambiental no parque são os rios presentes em seus limites, a exemplo dos rios: Cuiá, Jacarapé, Aratu, Mangabeira e os riachos Estivas e Sanhavá. A gestão dos recursos hídricos em uma unidade de conservação é determinante para assegurar o fornecimento e evitar a degradação dos ecossistemas aquáticos. Além disso, os corpos d'água presentes em unidades de conservação estão sob proteção da Política Nacional de Recursos Hídricos, no qual estão sujeitos à legislação específica (Zanardi e Brandimarte, [s.d]).

A Unidade de Conservação Parque Estadual das Trilhas está inserida dentro do perímetro urbano da cidade de João Pessoa, sua malha urbana está dispersa sobre áreas de bacias hidrográficas. Tem a predominância do clima tropical úmido. A geologia do município de João Pessoa se dá, em sua maior parte, sobre a unidade litoestratigráfica denominada de Formação Barreiras, que corresponde aos sedimentos areno-argilosos mal consolidados, que repousam de forma discordante, respectivamente de oeste para leste, sobre o embasamento pré-cambriano e sobre os sedimentos da Bacia Sedimentar Marginal da Paraíba (Furrier et al. 2006 apud Barbosa, 2015). A geomorfologia da área compreende, em sua maior parte, os baixos planaltos costeiros, com a existência de vales fluviais dos rios citados, além da presença de falésias, que se iniciam após a foz do rio Aratu até a foz do rio Jacarapé. E depois

ressurgem até a área da foz do rio Cuiá. A vegetação predominante no Parque Estadual das Trilhas é típica de Mata Atlântica, com a presença de manguezais, que estão associados às fozes dos rios Aratu, Jacarapé e Cuiá.

Além disso, o parque tem um potencial para ser objeto de pesquisas científicas quanto para o desenvolvimento do turismo ecológico. De acordo com Zanardi e Brandimarte, [s.d], as UCs têm o potencial social, no qual promovem serviços cruciais para a segurança da população, como a estabilização de encostas, evitando o assoreamento de rios, especialmente em locais próximos aos assentamentos humanos.

Mesmo com toda essa importância ecológica, social e potencial econômico, desde a sua criação, o Parque Estadual das Trilhas ainda não tem o seu Plano de Manejo. De acordo com o SNUC (2000), o Plano de Manejo de uma unidade de conservação deve ser elaborado no prazo de cinco anos a partir da data de criação. Desde a sua criação em 2017 e até o ano de 2023, se passaram seis anos e o órgão ambiental responsável, que no caso é a Superintendência de Administração do Meio Ambiente - SUDEMA, não elaborou e aprovou o plano. Sem esse instrumento, o Parque Estadual das Trilhas corre o risco de ter sua área de proteção reduzida e, consequentemente, compromete estratégias de conservação (MORAIS et al. 2021 apud CATOJO; JESUS, 2022).

Urbanização e Meio Ambiente

As cidades brasileiras foram construídas para espacializar os interesses dos setores do capital industrial e imobiliário, com o apoio do Estado e de suas políticas desenvolvimentistas, no qual atraiu grandes fluxos populacionais em busca de emprego e melhores condições de vida. Diante desse novo contingente populacional foram estabelecidas novas áreas urbanizadas e mais incentivos para instalação de novos empreendimentos, onde parte desses desconsideram as leis e condicionantes impostos pela legislação ambiental, seja no âmbito municipal, estadual e federal.

Como consequência, os centros urbanos do país foram crescendo e sendo ocupados de maneira desordenada, no qual se estabelece no quesito econômico como concentrador de empregos e de produção. Sendo assim, as cidades ainda são atrativas para grande parte da população brasileira que busca melhores condições de vida e mediante esse cenário a informalidade territorial urbana se estabelece. De acordo com o Ministério das Cidades (2007):

> A informalidade urbana envolve a ocupação de terrenos públicos e privados desprovidos de infraestrutura física e social, sobre zonas rurais, sobrepondo-se às áreas inundáveis, banhados, beiras de rios e arroios, morros com condições geológicas e de relevo inadequadas (BRASIL, p.3, 2007).

Atrelado a essas condições de moradia, os resultados são uma população segregada socialmente e que enfrenta problemas ambientais, pois na estrutura de crescimento da cidade, o espaço compartilhado com a natureza é o seu lugar de moradia. Além das desigualdades socioambientais, a falta de infraestrutura urbana e de drenagem é outra condição enfrentada por essa população que ocupa essas áreas. De acordo com Costa (2013):

> O aumento da população e a consequente expansão das cidades não são acompanhados de uma infraestrutura urbana que proporcione qualidade de vida para os habitantes. O crescimento desordenado, sem considerar as características do meio ambiente, resulta em problemas socioambientais, como as ocupações urbanas em áreas de risco, condições precárias de saneamento, desmatamentos, impermeabilização do solo, assoreamentos dos rios etc. (COSTA, p.15, 2013).

Além disso, somam-se os riscos ambientais e a negligência da gestão dos recursos naturais à transformação da paisagem por meio do processo de urbanização acelerado e da falta de políticas públicas eficientes que pautem e minimizem as condições de ocupação irregular, principalmente em áreas próximas a rios e áreas de preservação com o intuito de evitar danos ambientais e sociais irreversíveis.

> Dentre os principais problemas resultantes da urbanização, a impermeabilização do solo desperta atenção especial, uma vez que interfere no ciclo hidrológico, modificando as condições naturais do meio e podendo resultar em inundações ou, indiretamente, na alteração da qualidade das águas e na veiculação de doenças hídricas. No caso das inundações, a possibilidade de gerar danos econômicos e sociais requer uma maior atenção da população e dos gestores (COSTA, p.15, 2013).

Esse contexto socioambiental presente na maioria das cidades brasileiras pode ser contextualizado para o município de João Pessoa, tendo em vista que a mesma apresenta um ritmo de crescimento urbano acelerado e desigual, gerando o surgimento de novas áreas de expansão, principalmente voltadas para as zonas de proteção ambiental e surgimento de novas comunidades.

A cidade de João Pessoa foi fundada em 1585, no qual já nasceu cidade. Surgiu à margem do rio Sanhauá. De acordo com Silva (2019), até a década de 1960, João Pessoa era constituída por seu núcleo original, o qual compõe, atualmente, o centro histórico. Após permanecer por mais de três séculos restrita ao seu núcleo de origem, a malha urbana da cidade, na segunda metade do século XX, avançou para a direção sul, em um acelerado processo de urbanização que se estende até os dias atuais.

As transformações urbanísticas na cidade estão em andamento, principalmente as obras ligadas ao setor público. Empreendimentos como a construção do Polo Turístico Cabo

Branco, a rodovia PB 008 e a obra viária de ligação entre a rodovia PB 008 e o bairro de Mangabeira V, impulsionam o crescimento da zona sul da cidade e, consequentemente, impactam as áreas verdes.

No caso do Polo Turístico Cabo Branco, é uma obra gerenciada pela Companhia de Desenvolvimento da Paraíba (CINEP), no qual atua diretamente na comercialização dos lotes próximos ao parque. O objetivo desse empreendimento é se tornar o maior complexo turístico planejado do Nordeste, segundo a CINEP, abrigando resorts, hotéis, parque aquático e outras construções de grande porte. Com uma área de 654 hectares e os incentivos fiscais, como a redução de 60% de ISS e mais subsídios ao ICMS. Pode-se perceber que a legislação, tanto municipal quanto estadual, foi alterada em favor da implementação do Polo Turístico. Sendo assim, é possível constatar que o governo estadual tinha recursos para elaborar o plano de manejo do parque, mas o interesse ficou restrito à construção do Polo Turístico.

O Parque Estadual das Trilhas já se mostrou importante para a cidade e até mesmo é usado nas propagandas para promover o Pólo Turístico Cabo Branco, mas existe a falta de planejamento e gestão ambiental que priorizem as necessidades naturais de preservação da UC.

Resultados e discussão

A ocupação dentro e no entorno do Parque vem crescendo com o desenvolvimento das comunidades, especialmente do Aratu e do Jacarapé. Para obter essa comprovação do aumento populacional nessas áreas foram utilizadas imagens de satélite, imagens de Reis, (2016) e visitas in loco. Com a aplicação de todas essas ferramentas de análise foi possível observar o aumento das ocupações.

A figura 2 expõe a realidade atual do que seria a nascente do Rio Aratu (-7,179995 -34,81051, equivalente a 7°10’48.07”S 34°48’37.35’’O). Os moradores relataram que não sabiam da existência de uma nascente de um rio naquele local, demonstrando uma deficiência na fiscalização e no manejo dos rios por parte do órgão ambiental responsável. De acordo com (ELMORE; KAUSHAL, 2008 apud FIGUEREDO, 2019), as nascentes formam um amplo conjunto de serviços ecológicos, incluindo o fornecimento de água limpa para população humana e vida aquática. Processam e retém os nutrientes, possibilitando a manutenção da qualidade da água a jusante. O aterramento de uma nascente, como está ocorrendo neste trecho do rio Aratu, pode causar não só a eliminação desses serviços, mas leva a poluição, o aumento da impermeabilização do solo e a canalização dos rios. Além disso, contribui diretamente para o agravamento da vulnerabilidade socioambiental dos moradores da área. Vale ressaltar que há presença de resíduos sólidos, principalmente advindos da construção

civil, que estão sendo descartados de forma inadequada no local. Isso é um fator que demonstra o avanço das construções das casas e a chegada de novos moradores.

Figura 2 - Nascente do rio Aratu em área ocupada por moradias de baixa renda.

Fonte: Os autores (2023).

Em comparação com o crescimento da área, a partir dos dados gerados por Reis (2016), é nítido que as invasões e as ocupações irregulares dentro do Parque Estadual das Trilhas aumentaram de forma acelerada durante os últimos sete anos, no qual já estão em nível alto de degradação, pois não existe mais a presença do trecho da nascente do rio Aratu. Sendo assim, essas invasões e ocupações demonstram o aumento da expansão urbana da cidade e a falta de planejamento ambiental, contribuindo diretamente para o aceleramento da degradação ambiental. Essas ocupações são constituídas por residências de baixo e alto padrão, empresas clandestinas e granjas.

Utilizando a ferramenta Filipéia/SIGWEB, na Figura 3, percebe-se a existência de moradias dentro do parque. A imagem foi retirada de um software livre e de acesso público, no qual demonstra que os órgãos públicos têm acesso a essa informação. Diante dessa problemática, pela falta de fiscalização e plano de manejo pelo poder público, criou-se mais uma questão social e ambiental na cidade.

Figura 3 - Invasões e ocupações irregulares na região da nascente do rio Aratu no Parque Estadual das Trilhas.

Fonte: Filipéia/SIGWEB, 2023.

Uma UC em contexto urbano deveria ser uma prioridade dos órgãos públicos, principalmente em respeito a lei do SNUC (2000). Diante desse cenário, se faz fundamental a responsabilização da negligência advinda do órgão gestor da UC frente aos problemas ambientais que estão sendo constatados, pois a urbanização está acontecendo sem um planejamento da infraestrutura e das políticas habitacionais para as populações de baixa renda. Além de ações degradantes, a exemplo da extração irregular de areia e o lançamento de resíduos sólidos em áreas inadequadas. A bacia hidrográfica do rio Aratu limita-se ao norte com a bacia do rio Cabelo, ao sul com a do Jacarapé, a oeste com a do Cuiá e a leste com o oceano Atlântico, no qual deságua (REIS, 2016). Outro trecho de importante análise é o baixo curso do rio Aratu, no qual apresenta outra realidade. Pois, parte do terreno é de propriedade da CINEP e será destinado para a construção dos hotéis do Polo Turístico.

Ao analisar as imagens da figura 4, percebe-se o aumento do desmatamento na área, mesmo após a criação da UC. Ações paliativas com o intuito de diminuir o assoreamento do

rio e a lixiviação do solo, como reflorestamento em torno do rio Aratu, não foram realizadas e nem planejadas pela SUDEMA. Sem essas ações minimamente paliativas, dificulta a existência de todo um ecossistema que depende do rio. Sem essas ações e, principalmente, sem o plano de manejo, em um cenário futuro pode acontecer o desaparecimento do rio Aratu.

Figura 4 - Entorno do rio Aratu em março de 2023, 20/08/2017 e 09/11/2014, respectivamente.

Fonte: Google Earth.

Também é observado o desmatamento nas proximidades do trecho da rodovia que encontra-se dentro do Parque das Trilhas, todavia o desmatamento é bem perceptível e aumentou consideravelmente após a criação do parque em 2017.

Figura 5 - Trecho da PB 008 em março de 2023, 20/08/2017 e 09/11/2014, respectivamente.

Fonte: Google Earth.

Próximo ao Rio Jacarapé, como pode ser visualizado na figura 5, também encontra-se uma região desmatada que aumentou mesmo após a criação do parque, o que também foi influenciado pelo desenvolvimento de atividades comerciais para atender os banhistas que usufruem da praia do Jacarapé. Vale ressaltar que existe uma Área de Proteção Ambiental da

Praia de Jacarapé (APA), na qual parte dessa área, principalmente na areia, compreende casas de pescadores e de pessoas com outras ocupações, que fazem uso dos serviços turísticos para aumento da sua renda. O rio Jacarapé é envolto pelo Polo Turístico e tem um adensamento populacional maior, pois ainda existe o mercado de turismo que é outro fator que contribui para o aumento desse adensamento na área.

Figura 6 - Área da UC próxima ao Rio Jacarapé em 24/11/2022, 20/08/2017 e 09/11/2014, respectivamente.

Fonte: Google Earth.

Ademais, com a visita in loco pode-se perceber que o desmatamento também foi feito para plantação de espécies invasoras como o coqueiro (Figura 5). A implementação dessa espécie invasora é um retrato da falta de cuidado e na questão de embelezamento da área de construção do resort. Mesmo que a área seja terreno da CINEP, os impactos da construção do resort e da implementação de espécies invasoras serão sentidos diretamente dentro da UC.

Dando ênfase a expansão urbana que ocorreu próximo ao limite do parque nos últimos anos, como é evidenciado na figura 6, é visível que em algumas áreas a exposição do solo vem crescendo, inclusive em regiões que já estão dentro do parque. O espaço urbano está cada vez mais consolidado aos arredores, e aos poucos está adentrando aos limites da UC, a qual já teve sua área reduzida ao longo dos decretos de criação e junção de todos os parques que atualmente formam o Parque das Trilhas.

Sabe-se que isso pode causar impactos diretos e indiretos no ambiente natural, uma vez que o desenvolvimento de comunidades geralmente está relacionada a falta de esgotamento sanitário, que acaba sendo despejado em sua forma bruta em corpos d'água, a impermeabilização do solo nas proximidades que aumenta o escoamento superficial e diminui a infiltração no solo, prejudicando fases do ciclo hidrológico. A perda de pequenas áreas verdes dentro dos meios urbanos com o intuito de pavimentação geral, também afeta o microclima local. Além do aumento da quantidade de resíduos sólidos que são destinados de forma indevida nos limites do parque e nas áreas que têm mais contato com os seres humanos. Na figura 7 podemos observar que o parque é próximo de uma das novas zonas de especulação turística, que seria a área da foz do rio Jacarapé e a praia de Jacarapé, pois com os avanços da obra do Polo Turístico Cabo Branco e a consequentemente construção de novos hotéis, essa área se tornará ambiente turístico, no qual com a intensa atividade antrópica esse ambiente natural poderá ser prejudicado diretamente, principalmente com a disposição de resíduos sólidos inadequadamente.

Figura 7 - Limite do Parque das Trilhas próximo ao Rio Jacarapé em 24/11/2022, 20/08/2017 e 09/11/2014, respectivamente.

Fonte: Google Earth.

Ademais, a poluição na UC vai afetar diversos ecossistemas, principalmente a poluição hídrica que altera a qualidade das águas dos rios presentes no interior da UC. Nas atividades de campo foram identificadas diversas formas de poluição, tanto de resíduos sólidos na área da UC e diretamente nos rios. Principalmente no trecho do rio Cuiá, que sofre impacto direto, como registrado na figura 8. A poluição presente nas águas que correm dentro do Parque Trilhas já se encontra com níveis de alerta de contaminação e a retirada da mata ciliar se torna mais um agravante.

Figura 8: Acúmulo de resíduos sólidos no leito do rio Cuiá na ponte da rodovia PB 008.

Fonte: Autores, 2023.

De igual magnitude de contribuição para a degradação ambiental da UC, as grandes construções que envolvem o desenvolvimento do Polo Turístico Cabo Branco, o Centro de Convenções e a Rodovia PB 008 também geram seus impactos sobre o parque, modificando a paisagem rapidamente. No qual afetam os serviços ecossistêmicos prestados pela Unidade de Conservação. Na figura 9, a construção da via de ligação entre a PB 008 com o bairro Mangabeira V, a qual passará sobre o riacho Sanhavá (afluente da margem esquerda do rio Cuiá), vem evoluindo rapidamente, e acaba criando um corredor que separa duas partes do parque, afetando o habitat e a locomoção de espécies nativas da região. Apesar de estarem sendo feitos investimentos milionários para favorecer a mobilidade urbana e até promover o turismo local, pouca ou nenhuma verba é destinada para a conservação do parque e a regularização fundiária, uma vez que ele não goza de infraestrutura para fomentar o turismo ecológico.

Figura 9 - Obra viária sobre o riacho Sanhavá, afluente da margem esquerda do rio Cuiá.

Fonte: Autores (2023).

No quadro 1 são apresentados os principais impactos ambientais presentes no Parque Estadual das Trilhas. Diante da identificação dos impactos ambientais, é possível agir para a recuperação dos processos naturais formadores deste ambiente. Além disso, foi classificado o tipo da intervenção, no qual os impactos classificados como “direto”, são os precursores da poluição e os “indiretos” são decorrentes dos desdobramentos consequentes dos impactos diretos. Portanto, constatando que a pressão antrópica no Parque Estadual das Trilhas está desenvolvendo impactos ambientais negativos e, consequentemente, a criação de Unidade de Conservação (UC) sem a devida implantação e gestão da área. Não cumprindo com o seu papel, uma vez que o decreto por si só não é suficiente para que ocorra a conservação e a preservação, no qual é necessária a intervenção e o monitoramento por parte do órgão ambiental competente.

Quadro 1- Impactos Ambientais presentes no Parque Estadual das Trilhas.

Natureza do impacto / mudança	**Tipo de intervenção**
Aterramento	Indireto
Resíduos Sólidos	Direto
Poluição Hídrica	Direto
Desmatamento	Indireto
Queimadas	Indireto
Ocupação Indevida	Direto

Considerações Finais

A criação de unidades de conservação não implica em resultados eficazes quando o poder público não se faz atuante. Tanto na gestão ambiental, como também na política habitacional e outras áreas da gestão pública que, caso não sejam conduzidas de maneira satisfatória, acabam por impactar as áreas protegidas.

Também é imprescindível a implementação de atividades de educação ambiental voltadas à população estabelecida localmente, bem como aos empreendimentos do Polo Turístico Cabo Branco, com o intuito de diminuir e evitar a degradação e fomentar o desenvolvimento do turismo ecológico. Uma vez que o ambiente natural consegue agregar um valor econômico em si devido ao turismo, a tendência da população cuidar desse bem, mesmo diante da ineficiência do poder público, é maior. Portanto, a população possui um papel fundamental e deve se apropriar dele para cobrar das instituições públicas um maior comprometimento com as causas ambientais para que as unidades de conservação não sejam diminuídas cada vez mais em prol do desenvolvimento urbano movido por interesses políticos e financeiros, disfarçado de desenvolvimento sustentável.

Agradecimentos

Agradecemos a Fapesq-PB pelos recursos distribuídos ao projeto, no qual possibilitou que essa pesquisa esteja acontecendo. A Universidade Federal da Paraíba e o Laboratório de Planejamento e Gestão Ambiental (LAPLAG), no qual essa junção possibilita a utilização dos laboratórios presentes na universidade e na integração de pesquisadores que fazem parte do LAPLAG. Ademais, agradecemos ao Batalhão Ambiental da Polícia Militar do Estado da Paraíba por nos acompanhar em nossas idas a campo prestando um grande apoio para o desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

ANDRADE, L.M. de. ROMERO, M.A.B. A importância das áreas ambientalmente protegidas nas cidades. In: XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional - ANPUR, 11., 2005, Salvador.

BARBOSA, T.S. Geomorfologia urbana e mapeamento geomorfológico do município de João Pessoa - PB, Brasil. 2015. 116 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.

BARROS, L.S.C. LEUZINGER, M.D. Planos de Manejo: panorama, desafios e perspectivas. Cadernos do Programa de Pós-Graduação Direito/ UFRGS, v. 13, n. 2, p. 281-303, 2018.

BRASIL. M.M.A. SNUC - Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei n° 9.985/2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 01 ago. 2023.

BRASIL. M. D. C. Curso de gestão ambiental em urbanização de assentamentos precários. Brasília – DF, 2007a.

CATOJO, A. M. Z. JESUS, A. C. de. As Unidades de Conservação do Estado de São Paulo - Planos de Manejo e Representatividade. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 15, n. 06, p. 2921- 2934, 2022.

COPQUE, A. C. S. M. et al. Expansão urbana e redução de áreas verdes na localidade do Cabula VI Região do miolo da cidade do Salvador, Bahia. Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto, v. 15, p. 0706-0713, 2011.

COSTA, A. H. A. Simulação dos Impactos da urbanização sobre as inundações urbanas na bacia hidrográfica do rio Cuiá (PB). 2013. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2013.

FERNANDES, V. O.; ANDRADE, T. A urbanização crescente e seus reflexos sobre a Floresta Nacional da Restinga de Cabedelo-PB. In: VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. 2012.

FIGUEREDO, R. R. D. et Al. Expansão urbana e degradação de nascentes: identificando padrões espaço-temporais crônico em Cuiabá, MT. Revista Pesquisas Agrárias e Ambientais, v. 13, n. 4, p. 396-406.

LEMOS, E.M.A. Contextualização do cenário atual e propostas para intervenções no trecho limítrofe dos bairros Valentina e Mangabeira. 2022. 52 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Gestão Ambiental) - Instituto Federal da Paraíba, João Pessoa, 2022.

MORAIS, A.R. et Al. Analyzing temporal and spatial trends in management plans of federal protected areas in Brazil. Oecologia Australis, v. 25, 846-854, 2021.

OLIVEIRA, H. P. S. de. O projeto do Pólo Turístico Cabo Branco e os impactos para o Parque Estadual das Trilhas. 2018. 83 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Ciências Jurídicas) - Universidade Federal da Paraíba, Santa Rita, 2018.

PARAGUASSÚ, L. et Al. Influência da urbanização na qualidade das nascentes de parques municipais em Belo Horizonte - MG. In: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia.

PEIXOTO, M.C.D. Expansão urbana e proteção ambiental: um estudo a partir do caso de Nova Lima/MG. In: XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional - ANPUR, 11., 2005, Salvador.

REIS, A.L.Q. Índice de sustentabilidade em uma bacia ambiental: uma abordagem para a gestão e planejamento da conversação e preservação dos rios urbanos de João Pessoa (PB). 2016. 260 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016.

SILVA, N.L.da. Coalizões de crescimento na produção espaço urbano: o caso do Mangabeira Shopping e do Trevo das Mangabeiras em João Pessoa/PB. In: XVI Simpósio Nacional de Geografia Urbana - SIMPURB, 16., 2019, Vitória - ES.

ZANARDI, B.N. BRANDIMARTE, A.L. Gestão de recursos hídricos em unidades de conservação de proteção integral: Parque Estadual da Cantareira, São Paulo.

Caracterização Morfológica e Usos de Latossolos em Diferentes Feições do Relevo na Microrregião de Imperatriz

Morphological Characterization and Uses of Latosols in Different Relief Features in the Microregion of Imperatriz

Anderson David Martins de Araújo
Mestrando em Geografia – UFMA
https://orcid.org/0000-0003-3211-7230
anderson.martins@discente.ufma.br

Vívian Giovana Costa da Silva
Mestranda em Geografia – UFMA
https://orcid.org/0000-0002-2014-0014
viviandageo@gmail.com

Rony Lunguinho
Doutor em Geografia – UFPB
https://orcid.org/0000-0001-8547-8094
lopes.rony@gmail.com

Resumo: A interação entre solo e relevo é fundamental na ciência do solo, pois o relevo exerce impacto significativo na formação e nas características dos solos. Localizada na mesorregião Oeste do Maranhão, a microrregião de Imperatriz abrange uma área de 86.550 km². Todos esses perfis foram categorizados como Latossolos Vermelho-amarelo Distrófico Típico. Para a análise de dados, as imagens do satélite Sentinel foram processadas através do software QGIS. É relevante destacar que esses Latossolos estão situados predominantemente em áreas dedicadas à atividade agropecuária, o que impacta diretamente nas características do solo. A avaliação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (IVDN) revela maiores índices de biomassa nos perfis 01 e 03, enquanto o perfil 02 demonstra um índice menor. Essa abordagem holística, que engloba várias disciplinas, viabiliza uma análise profunda do ambiente, favorecendo o desenvolvimento de práticas agrícolas e uso sustentável do solo em sintonia com a preservação dos recursos naturais

Palavras-chave: Pedologia; Amazônia maranhense; Geomorfologia; Classificação de solos.

Abstract: The interaction between soil and topography is fundamental in soil science, as topography significantly impacts the formation and characteristics of soils. Located in the Western Mesoregion of Maranhão, the microregion of Imperatriz covers an area of 86,550 square kilometers. All these soil profiles were categorized as Typic Dystrophic Red-Yellow Oxisols. For data analysis, Sentinel satellite images were processed using the QGIS software. It is noteworthy that these Oxisols are predominantly situated in areas dedicated to agricultural and livestock activities, directly influencing soil characteristics. The evaluation of the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) reveals higher biomass indices in profiles 01 and 03, while profile 02 shows a lower index. This holistic approach, encompassing various disciplines, enables a thorough analysis of the environment, promoting the development of agricultural practices and sustainable soil use in harmony with the preservation of natural resources.

Keywords: Pedology; Maranhão Amazon; Geomorphology; Soil Classification.

Introdução

A relação entre solo e relevo é um tema fundamental na ciência do solo, uma vez que o relevo é um dos principais fatores que influenciam na formação e nas características dos solos. Os solos são formados a partir da interação entre os fatores climáticos, biológicos,

geológicos e geomorfológicos, e o relevo desempenha um papel importante nesse processo (LEPSCH, 2016). A morfologia do solo é influenciada pela topografia, que determina as condições de drenagem e a disponibilidade de água no solo. A textura do solo, por sua vez, é influenciada pela velocidade de transporte e deposição dos sedimentos, que são afetados pela inclinação e pela exposição do relevo (FALCÃO SOBRINHO, 2006).

O elo entre geomorfologia e pedologia é um aspecto importante a ser considerado em diversas áreas, como na agricultura, na engenharia florestal e na gestão ambiental. A compreensão dessa relação pode contribuir para o desenvolvimento de práticas de manejo dos solos mais eficientes e sustentáveis (BRITO et al, 2006).

O estudo da relação entre solo e relevo tem sido objeto de pesquisa em diversas regiões do mundo, incluindo o Brasil. Alguns estudos têm mostrado que a variabilidade das propriedades do solo é influenciada pela topografia, com solos mais profundos e menos intemperizados em áreas de maior altitude e solos mais rasos e intemperizados em áreas de menor altitude (FISSORE et al., 2017; SOUZA et al., 2004). Os solos são uma parte importante do ecossistema terrestre e desempenham um papel vital em diversos processos biogeoquímicos. O estudo da geomorfologia e dos usos dos solos é essencial para a compreensão do funcionamento dos ecossistemas e para o desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis.

Os aspectos ambientais do estado do Maranhão são marcados por uma grande variedade, visto que se encontra em uma região de transição de biomas. O Cerrado maranhense, desde suas fitofisionomias mais abertas até as mais fechadas; a Amazônia e a Caatinga, com uma representatividade pequena (SPINELLI-ARAUJO et al, 2016), contribuindo a uma cobertura pedológica diversa, que, segundo Silva (2019), é produto de diferentes litologias, formas de relevo e variação climática, que introduz o estado no âmbito de produção agrícola.

Nesse contexto, a microrregião de Imperatriz, localizada no sul do estado do Maranhão, apresenta uma grande variedade de feições geomorfológicas, como chapadas, colinas, planícies fluviais e terraços, que influenciam significativamente nas características dos solos presentes na região. Os solos predominantes na região são os latossolos, que compõem 35% do território maranhense (JACOMINE et al, 1986), sendo suas principais variações os latossolos amarelos e vermelho-amarelos, no qual suas características e usos dos solos em diferentes feições do relevo na microrregião de Imperatriz é essencial para o desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis e preservação do ambiente. Além disso, esse conhecimento pode contribuir para a elaboração de políticas públicas para a região, como o planejamento territorial e o zoneamento ambiental.

Diante disso, o presente estudo tem como objetivo caracterizar morfologicamente os latossolos presentes em diferentes feições do relevo nos municípios de João Lisboa, Açailândia e Itinga do Maranhão, que estão inseridos na microrregião de Imperatriz, e identificar seus principais usos. A escolha desses municípios justifica-se pela importância no cenário de produção agrícola, em especial, com uso de latossolos, desenvolvendo distintas discussões acerca da proteção da Floresta Amazônica. Diante disto, realizou-se uma caracterização abrangente da microrregião de Imperatriz, das características geológicas, climáticas e ambientais. Observou-se a pedologia, relevos variados e vegetação, destacando a influência das práticas agrícolas.

Portanto, espera-se contribuir para a compreensão da relação entre solo e relevo na região, bem como para o desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis e para a conservação do meio ambiente. Os resultados obtidos serão importantes para o desenvolvimento de estratégias de manejo dos solos na microrregião de Imperatriz, visando à melhoria da produtividade agrícola e à conservação do ambiente. Além disso, contribuirão para a compreensão da dinâmica dos solos em diferentes feições do relevo e para o avanço do conhecimento sobre os solos brasileiros.

Materiais e Métodos

Os materiais utilizados compreendem a caracterização da área de estudo, avaliações pedológicas e análises espaciais por geoprocessamento.

Caracterização da Área de Estudo

A microrregião de Imperatriz encontra-se inserida na mesorregião Oeste do Maranhão, e ocupa uma área de 86.550 km², divididos entre 52 municípios (IBGE, 2010). Situada no sudoeste do estado, possui divisas com o Pará e Tocantins, com população estimada em 550.108 habitantes (IBGE, 2014). O município homônimo é a principal cidade da região, com evidente crescimento nos últimos anos, assumindo o posto de cidade polarizadora (ANDRADE, 2017).

O clima na microrregião é tropical subúmido, segundo a classificação de Köppen, com temperaturas médias anuais entre 24º C e 29ºC. A precipitação pluviométrica possui variações em função dos períodos definidos como chuvoso, com médias mensais superiores aa 208 mm, e seco, correspondente aos meses de maio a outubro, com 6,4 a 85,5 mm (CORREIA FILHO, 2011; DO NASCIMENTO, 2015). A variação térmica nos municípios de Itinga do Maranhão, Açailândia e João Lisboa oscila em média, entre 21,8º a 32,3ºC. A precipitação média anual de 1.750mm, e 1.635mm e 1.542mm, respectivamente.

Os municípios em análise possuem principalmente uma vegetação composta predominantemente por Floresta Ombrófila Densa, com alguns trechos de Floresta Estacional Decidual no caso específico do município de Açailândia (IMESC, 2008). No entanto, infelizmente, a cobertura vegetal nativa encontra-se significativamente devastada na região, principalmente devido à influência da atividade pecuária (CORREIA FILHO, 2011).

Geologicamente, a área de estudo é marcada pela presença da única porção de escudos cristalinos do estado, sendo eles o Cráton São Luís e o Cinturão Gurupi. Segundo Klein et al (2005), as rochas do Cráton possuem idade de 2240 Ma e 2150 Ma, sofrendo uma colisão com um continente arqueano em torno de 2100-2080 Ma, resultando em granitóides, que ocasionou de formação parcial à formação do Cinturão Gurupi. A presença dessas rochas pré-cambrianas possibilita a ocorrência de pedras preciosas e outros minerais de valor econômico, estimulando a prática do extrativismo, principalmente nos municípios de Godofredo Viana, Cândido Mendes, Luís Domingues, Centro Novo do Maranhão e Centro do Guilherme. Entretanto, essa atividade extrativista tem trazido consigo uma série de problemas ambientais e sociais para a região. O uso de mercúrio, condições de trabalho insalubres e, em grande parte, a ilegalidade das operações são algumas das questões destacadas (GONÇALVES; LISBOA; BEZERRA, 2017).

A região em questão apresenta um relevo diversificado, especialmente na zona mais interior, onde adentra a Floresta Amazônica Maranhense (Galvão, 1955). Nessa área, a altitude varia entre 300 e 400 metros, criando uma superfície com movimentações mais acentuadas. Feitosa (2006) também destaca a predominância do que classifica como Planalto Ocidental, constituído por um conjunto de morfoesculturas no Oeste maranhense, com altitudes médias em torno de 350 metros.

A região situada entre as bacias dos rios Tocantins, Açailândia e Pindaré apresenta um relevo caracterizado por terrenos modelados em colinas com grau variável de dissecação. Além disso, são encontradas cristas com cotas elevadas, embora em menor frequência na paisagem (DANTAS, 2019). Essa diversidade de relevo tem influência direta sobre as características ambientais e paisagísticas da região, contribuindo para a delimitação de ecossistemas particulares e para a configuração de diferentes áreas de interesse econômico e ambiental.

No que tange ao histórico da evolução do uso da terra na Microrregião, Waquil e Tatti (2013) explicam que a introdução da pecuária bovina no Maranhão ocorreu em ritmo lento, resultando na transformação da região em grandes campos de pastagem. Porém, essa expansão pecuária trouxe consigo problemas como a expropriação de comunidades de suas terras, desmatamento e queimadas para a criação de novas áreas de pastagem.

Embora as terras dessa região possuam aptidão agrícola adequada para o plantio, elas têm sido amplamente utilizadas para pastagens e pecuária extensiva, e mais recentemente para monoculturas (LUMBRERAS et al., 2015). A crescente pesquisa sobre esses solos é evidência da importância e do interesse na mais nova fronteira agrícola brasileira, o MATOPIBA que reúne os estados do Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia (Donnagemma et al. 2016).

Procedimentos Pedológicos

Para a realização da pesquisa observou-se caracterização de três perfis de solo em diferentes municípios: João Lisboa, Açailândia e Itinga do Maranhão. As coletas foram executadas utilizando tanto maquinário quanto métodos manuais, incluindo o uso de faca e martelo pedológicos para identificar os diferentes horizontes presentes em cada perfil. As amostras foram coletadas em todos os horizontes identificados com o auxílio de ferramentas adequadas, de acordo com os procedimentos estabelecidos no Manual Técnico de Pedologia do IBGE (2015).

O perfil 1 foi escavado no povoado Arapari em 06/07/2019, na Fazenda São Francisco, localizado no município de João Lisboa. A área de coleta apresentava um relevo suave ondulado, e as coordenadas geográficas identificadas 05º 18´ 30'' S e 47º 10' 31.7'' O. O perfil 2 foi escavado em um local de declividade suave ondulado, em patamar, no município de Açailândia no dia 08/07/2019 e as coordenadas geográficas dessa área foram registradas 04º 59' 15.2'' S 47º e 07'13.2'' O. O perfil 3 foi coletado no Horto Florestal do município de Itinga do Maranhão. As coordenadas geográficas foram registradas como 04º21'19.4'' S 47º20'56.1'' O, e a data de coleta foi o dia 09/07/2019, conforme a Figura 1.

As determinações morfológicas foram elaboradas com a observação e descrição da cor, consistência, textura, estrutura e porosidade. Para análise da cor, utilizou-se como padrão a Carta de Munsell, amplamente utilizada para classificar e interpretar os solos. Para a análise granulométrica, foi utilizado o método da pipeta, como dispersante químico da amostra o hidróxido de sódio (NaOH) (1 mol L-1), enquanto a dispersão física foi realizada por meio do agitador elétrico horizontal. As frações de areia grossa e areia fina foram separadas por tamisagem. O silte foi subtraído do total da percentagem das massas de argila e areia (EMBRAPA, 1997).

Procedimentos de Análise Espacial

Para exemplificar as análises geomorfológicas perante as características pedológicas foram utilizados produtos orbitais das imagens de satélite do Sentinel 2, SRTM e dados cartográficos de solo e uso da terra obtidos no MapBiomas.

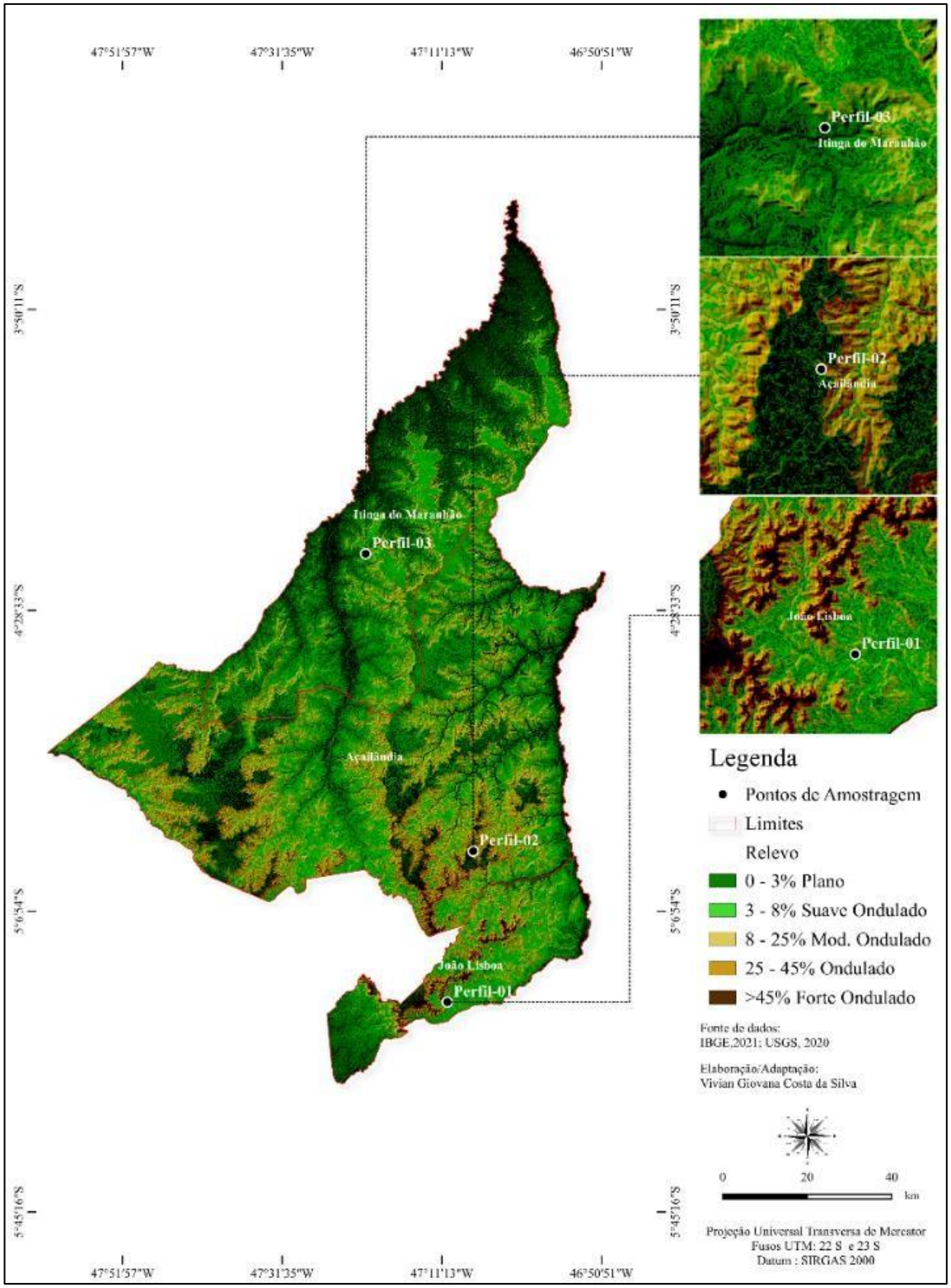
O processamento das imagens de satélite do Sentinel foi executado no software QGIS. Através deste processamento tem-se o produto de IVDN (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada e o relevo através da imagem de radar disponibilizada pelo projeto SRTM. Os dados cartográficos foram provenientes do MapBiomas no qual foram processados no software Google Earth Engine e exportado para análise espacial no QGIS.

Para a averiguação da localização cartográfica adequada da imagem SRTM foram consultadas as cartas topográficas disponíveis no site do Exército Brasileiro por meio das cartas DSG de índice, cujas folhas SRTM são AS-23; Y-C; SD23-V-A; SD23VC; SD22XB, datadas de 1980, com escala de 1:250 000, enquanto a base de limites administrativos, incluindo municípios e microrregiões foram adquiridos junto ao banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Os produtos topográficos da área de estudo foram preparados e processados partir do software SIG QGIS, respeitando a resolução espacial do produto SRTM. Após esse procedimento, a ferramenta de elevação foi empregada para a identificação dos perfis topográficos.

O mapeamento do uso e ocupação do solo foi elaborado através do processamento das imagens raster da coleção 7 do MapBiomas, utilizando a plataforma Google Earth Engine (GEE), com recorte para o estado do Maranhão, no ano de 2021. Posteriormente, foi realizado o processo de poligonização e classificação dos vetores gerados. Em relação aos dados de solos, foram obtidos do banco de dados da EMBRAPA, referentes ao ano de 2021. Foi executado um processo de regionalização dos vetores, visando eliminar limites comuns para uma mesma classe.

Figura 1: Declividade e Localização dos Perfis de Coleta.



Fonte: autores, 2023.

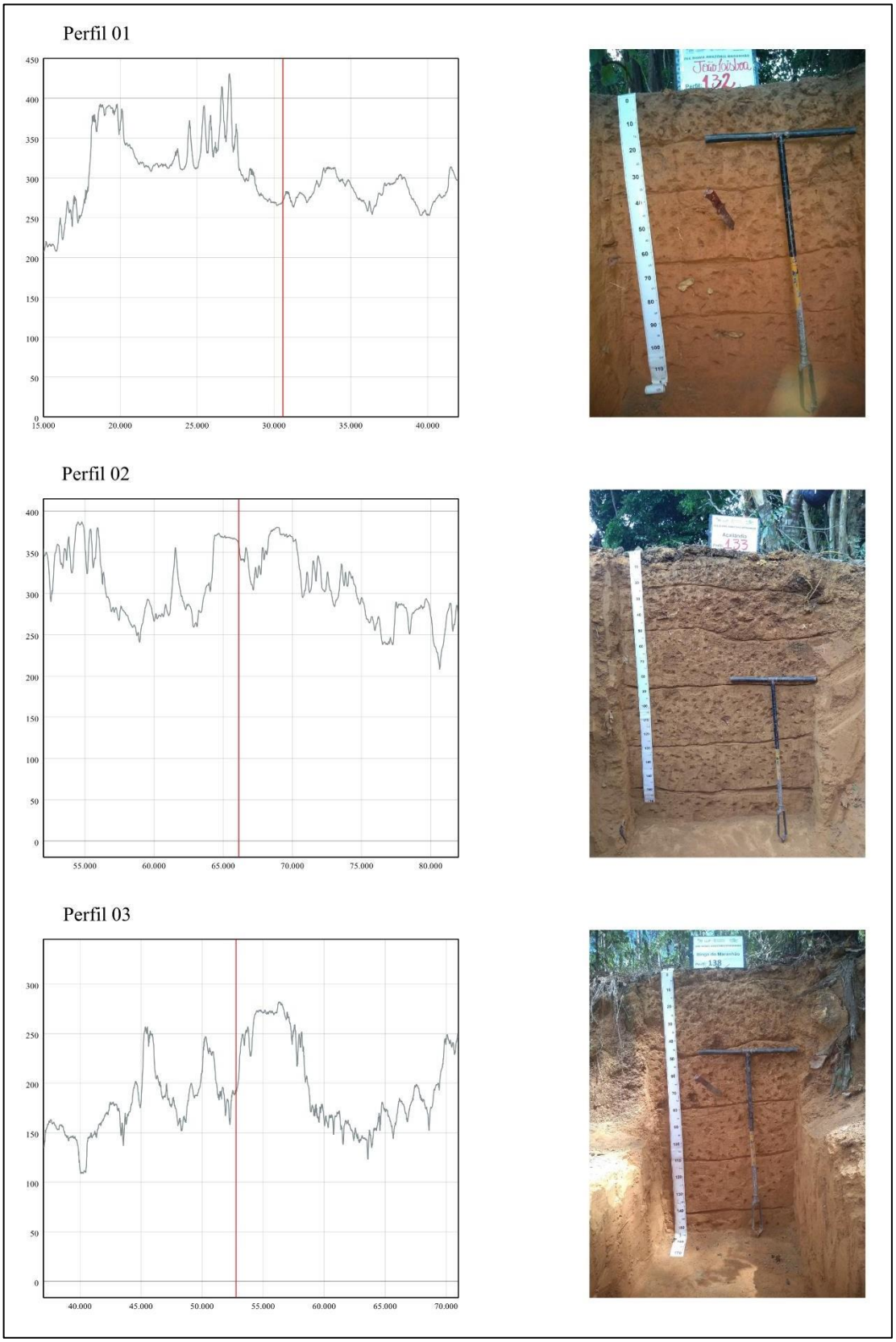
Resultados e Discussões

As variações de relevo auxiliam na condução do escoamento da água proveniente da chuva, no qual sua capacidade de escoar e infiltrar dependerá das condições pedológica e uso e ocupação do solo. Mediante a estes fatores observa-se nas figuras 1 e 2 a caracterização topográfica nos locais onde se situam os perfis pedológicos analisados.

Solos localizados em encostas íngremes tendem a apresentar características diferentes daqueles em terrenos planos, o que pode impactar sua capacidade de retenção de nutrientes e água (SOUZA et al., 2004). A integração desses fatores - altitude, classes de declividade e domínios pedológicos fornece um panorama das condições edafoclimáticas da área de estudo, contribuindo para o estabelecimento de estratégias sustentáveis de manejo e conservação do solo. Quanto aos domínios pedológicos, esses são agrupamentos de solos com características similares de formação, como origem dos materiais parentais, processos de intemperismo e formas de relevo. A identificação dos domínios pedológicos permite entender as tendências espaciais das propriedades do solo na região estudada, auxiliando na tomada de decisões sobre o uso da terra, escolha de culturas adequadas e adoção de práticas de manejo específicas para cada tipo de solo.

Diante disto, os perfis pedológicos levantados apresentam de acordo com a classificação da EMBRAPA, relevos locais de declividade de plano a suave ondulado, sendo favorecido em seu entorno por declividades de moderado a forte ondulado (Figura 1), algo observado nos perfis topográficos apresentado na Figura 2. O perfil 01 localiza-se próximo da base da encosta e uma área que pode estar caracterizada por um vale. Esta condição está sujeita a um escoamento superficial proveniente das encostas o que indica uma absorção maior de água pelo solo. O perfil 02 indica uma área de relevo elevado que apresenta maiores condições de declividade de seu entorno, sendo sujeitas a processos de escoamento superficial, algo adverso no perfil 03 com pouca influência de áreas sinuosas de encosta a qual ele se situa, tendo a possibilidade de menores escoamentos, no qual a partir dos usos agrícolas exercidos pode indicar uma influência nos solos analisado, onde serão observados a seguir.

Figura 2: Perfis Topográficos dos Locais de Estudo.



Fonte: Autores, 2023.

Análise Pedológica

As análises pedológicas consistem em observar as relações características dos Latossolos e o relevo com seus reflexos de uso e ocupação com posterior avaliação morfológica do solo.

Relações Características do Solo e Relevo

Em observação aos aspectos de relevo, característica do solo e levantamento de campo extraindo informações dos horizontes os três perfis analisados classificados como Latossolos tem a presença do Horizonte B Latossólico. Essa classe de solo é amplamente distribuída no Brasil, abrangendo cerca de 58% da cobertura pedológica nacional, juntamente com os Argissolos (EMBRAPA, 2011).

De acordo com as informações de Santos (2018), os Latossolos se caracterizam por apresentarem um horizonte B latossólico abaixo de qualquer horizonte A, com profundidade de 200 cm ou 300 cm quando há um prolongamento do horizonte A de até 150 cm. Esses solos geralmente possuem baixa fertilidade natural e uma concentração predominante de caulinita, resultando em textura argilosa ou muito argilosa, o que pode conferir uma consistência dura ou muito dura quando estão secos (PEREIRA et al., 2010).

Os Latossolos possuem classificações em segundo nível categórico, como Bruno, Amarelo, Vermelho e Vermelho-Amarelo, enquanto no terceiro nível, são classificados pelos caracteres acriférrico, ácrico, alumínico, aluminoférrico, distróficos, distroférrico, distrocoesos, eutróficos e perférricos. Esses solos apresentam uma estrutura de grãos predominantemente franca arenosa ou mais fina e, em muitos casos, essa estrutura é fortemente desenvolvida (SILVA, 2015; SANTOS et al., 2018).

Para ser identificado como horizonte B Latossólico, deve haver um intemperismo de praticamente todos os minerais primários, restando no máximo até 4% ou 6% no caso da muscovita, não devendo existir estratificações finas, saprólito, ou fragmentos de rochas que demonstrem formações de estrutura da rocha original em mais de 5% do volume da massa do horizonte B. No geral, o horizonte B latossólico não apresenta características que o identifique como um horizonte Glei, B textural, B nítico, B plíntico e pode estar abaixo de qualquer horizonte superficial, exceto o Hístico (SANTOS et al, 2018).

Baseados nestas condições e análises realizadas in loco, o perfil 1, apresenta uma declividade de aproximadamente 3%. A área está inserida na Formação Geológica Itapecuru, remontando ao período Cretáceo. O solo desse perfil possui uma textura média, sendo constituído pela presença de arenitos e pelitos.

A região em questão não exibe sinais aparentes de erosão, o que indica um bom estado de conservação do solo. Além disso, o solo é bem drenado, o que favorece a circulação adequada da água e contribui para a manutenção de condições físicas e químicas favoráveis ao desenvolvimento vegetal. Anteriormente, a área possuía vegetação nativa caracterizada como Floresta Equatorial Perenifólia, porém, atualmente, essa vegetação foi substituída por uma formação de capoeira, sendo destinada à função de Reserva Legal.

O perfil 2 corresponde a um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, com textura média e um horizonte A moderado. O perfil se encontra em um patamar, com uma declividade de 2%, classificada como plano localmente e suave ondulado regionalmente. A área possui uma altitude de 362 metros, e a litologia é composta por siltitos e pelitos do Grupo Itapecuru, datados do período Cretáceo. O solo apresenta características físicas de não pedregosidade e não rochosidade. Não foram observados sinais aparentes de erosão na região, e a drenagem é considerada bem drenada. Similarmente ao perfil mencionado anteriormente, o perfil em questão também possuía como vegetação primária a Floresta Equatorial Perenifólia. Entretanto, atualmente, a cobertura vegetal encontra-se alterada e é composta por capoeira em área destinada a Reserva Legal.

O perfil 03 apresenta uma altitude de 204 metros e corresponde ao terço médio de encosta de colina. A litologia é constituída por argilito e pelito, pertencentes ao Grupo Itapecuru, com origem no período Cretáceo, onde este solo é resultado do processo de alteração dessas rochas. Em relação às características físicas do solo, não foram observados elementos de pedregosidade ou rochosidade. A textura do solo apresentou-se como argilosa. Isso significa que o solo possui uma proporção significativa de partículas de argila em sua composição, o que influencia suas propriedades físicas e químicas, como capacidade de retenção de água e nutrientes, bem como sua resistência à erosão. A textura argilosa é comum em Latossolos, como os três perfis classificados anteriormente (Quadro 1).

O relevo local é descrito como ondulado, enquanto o relevo regional é suave ondulado. A declividade da área é de 6%, e foram identificados indícios de ligeira erosão. Quanto à drenagem, o solo é considerado moderadamente drenado. A cobertura vegetal é destinada à silvicultura, com uma cobertura vegetal de eucaliptocultura.

Quadro 1 - Perfis analisados com as respectivas classificações.

Perfil	Classificação	Tipo	Textura	Horizonte A	Vegetação	Declividade
01	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	Distrófico Típico	Média	Moderado	Floresta Equatorial Perenifólia	Suave-Ondulado
02	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	Distrófico Típico	Média	Moderado	Floresta Equatorial Perenifólia	Plano
03	LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO	Distrófico Típico	Argilosa	Antrópico	Floresta Equatorial Perenifólia	Ondulado

Fonte: autores, 2023.

Caracterização Física do Solo

A composição morfológica dos solos é resultado das condições físicas presentes no ambiente em que se desenvolvem, sendo essencial para a compreensão dos processos pedogenéticos que levam à formação dos perfis (Quadro 1). No perfil 1, foi identificada a presença de poros pequenos comuns no horizonte A. Já o perfil 2 apresentou poros médios comuns no horizonte A, poros médios abundantes no AB e poros médios comuns no Bw1 e Bw2. No perfil 3, constatou-se a presença de poucos poros pequenos, concentrados apenas na camada superficial do horizonte A. Importante ressaltar que neste perfil, a compactação do solo ocorreu devido à mecanização intensa com o trânsito de máquinas. A porosidade dos solos é fundamental para funções como aeração, condução e retenção de água, infiltração e ramificação de raízes, sendo um aspecto importante para o desenvolvimento adequado das espécies edáficas, tornando-a relevante para uso agrícola (TOGNON, 1991).

Outra característica relevante é a cor dos solos, que está principalmente relacionada à presença de óxidos de ferro e matéria orgânica, sendo um fator essencial para a classificação. Os perfis foram classificados no segundo nível como Vermelho-Amarelo, não coincidindo exatamente com as classificações de Latossolos Bruno, Vermelho ou Amarelo, embora apresentem cores amarelo-avermelhadas ou vermelho-amareladas (SANTOS et al., 2018). É importante mencionar que a representação cartográfica (Figura 3) inicial classifica os solos dos perfis 2 e 3 como Latossolo Amarelo Distrófico, porém, a análise em campo, seguindo as orientações da Carta de Munsell, revelou características mais específicas.

No terceiro nível categórico, os solos foram classificados como distróficos, devido à saturação por base ser superior a 50% nos primeiros 100 cm do horizonte B, incluindo o BA quando presente (SANTOS et al., 2018). É relevante ressaltar que teores elevados de sódio no solo podem invalidar a classificação como eutrófico, pois altas concentrações desse mineral podem ser prejudiciais à maioria das culturas (IBGE, 2015). No quarto nível categórico, os perfis foram classificados como típicos, indicando que não apresentam características suficientes para se enquadrarem como petroplínticos, plintossólicos,

argissólicos, cambissólicos, espesso-húmicos ou húmicos (SANTOS et al., 2018). Essa classificação como típico agrupa solos que não apresentam semelhanças no quarto nível categórico, mas que compartilham algumas características em um mesmo grupo.

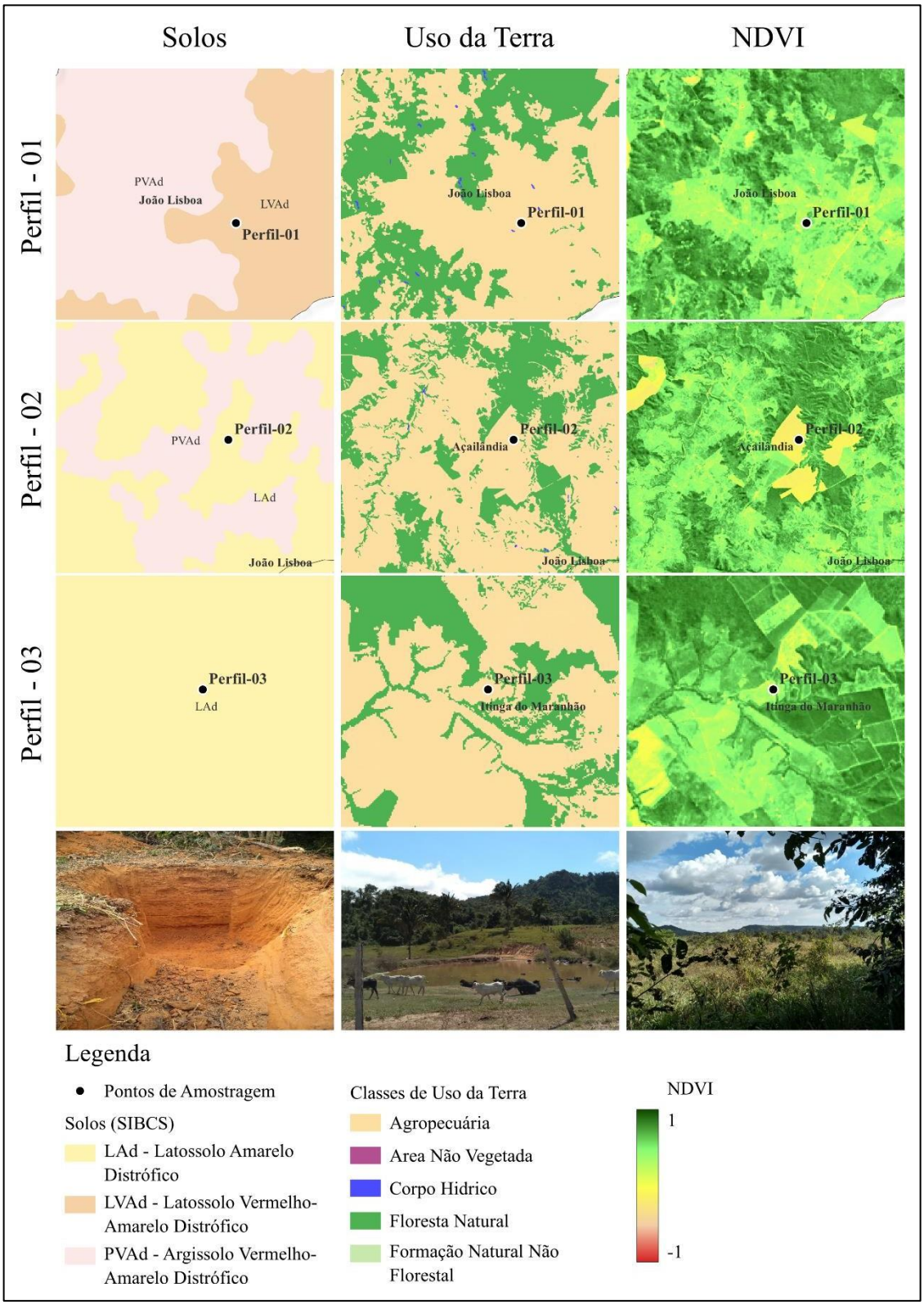
Relações Uso da Terra e Solos

O processo de desenvolvimento do solo que possibilita a sua caracterização está sujeito a dinâmicas exercidas pela atuação do relevo e o uso e ocupação da terra. O uso da terra e cobertura vegetal através de observações de campo e do IVDN, permitiu observar o avanço da agropecuária, sobretudo nas áreas de vegetação natural. Dentre as classes de uso identificadas, a agropecuária e vegetação natural, apresentam ocorrência em áreas com presença da classe dos Argissolos Vermelho-Amarelo Distrófico e Latossolo Amarelo Distrófico majoritariamente presente nos três locais de coleta (Figura 3).

A despeito do que se observou em campo em contraponto ao produto de solos da EMBRAPA expressos na figura 3 tem-se apenas o perfil 01 representado adequadamente como Latossolo Vermelho-Amarelo, enquanto os demais foram representados por Latossolo Amarelo Distróficos. Tal fato pode indicar um amento de predominância pedológica do Latossolo Vermelho-Amarelo, o qual deve ser observada nos próximos levantamentos.

O IVDN proporciona a avaliação do índice de biomassa, no qual reflete a atividade vegetativa em seu potencial de vigor. Os perfis entorno dos Latossolos estão intrinsicamente em uma área de uso agropecuário, o que colabora com influências nas características do solo. Observa-se que o IVDN apresenta um maior índice de biomassa nos perfis 01 e 03 e menor no perfil 02. Considera-se que o período da imagem provavelmente reflete a alta atividade fotossintética devido de maturação das culturas locais expressos no IVDN, algo que não se observa no perfil 02.

Figura 3: Caracterização de Solos, Uso da Terra e NDVI.



Fonte: Autores, 2023.

Considerações Finais

Essa abordagem multidisciplinar e abrangente permite uma análise holística do ambiente, possibilitando a promoção de práticas agrícolas e de uso da terra mais eficientes, resilientes e em harmonia com a preservação dos recursos naturais. Os resultados obtidos são de grande relevância para a sustentabilidade do agronegócio local e para o desenvolvimento socioeconômico da região como um todo.

Observa-se nos perfis analisados uma relação das condições do relevo, uso da terra e características dos Latossolos da microrregião de Imperatriz. O processo de uso da terra pincipalmente dos aspectos agrícolas atuantes na manipulação do solo pode indicar uma mudança nas características sujeitas a estes usos. Os compartimentos geomorfológicos de encosta (perfil 1 e 3) e patamar (perfil 2) contextualizam a influência desta dinâmica nos processos de ocupação das áreas de Latossolos colaborando com o processo produtivo.

Portanto, na microrregião de Imperatriz, localizada no estado do Maranhão, é evidente a expansão territorial motivada pelo avanço comercial em direção às áreas da Amazônia maranhense. Esse processo tem resultado na conversão acelerada de ambientes naturais em pastagens, promovendo assim uma transformação significativa na dinâmica dessas áreas.

Referências

ARAUJO, Anderson David Martins de. Caracterização, classificação e usos de latossolos na Microrregião de Imperatriz / Anderson David Martins de Araújo. – 2020.

BRITO, Liziane de Figueiredo et al. Influência de formas do relevo em atributos físicos de um Latossolo sob cultivo de cana-de-açúcar. Ciência Rural, v. 36, p. 1749-1755, 2006.

CORREIA FILHO, Francisco Lages et al. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Carolina. CPRM, 2011.

DO NASCIMENTO, Francisco das Chagas Araújo et al. Caracterização de eventos secos e chuvosos na microrregião de Imperatriz -MA. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 8, n. 02, p. 325-333, 2015.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, v. 3, 2013

FALCAO SOBRINHO, Jose. O relevo, elemento e âncora, na dinâmica da paisagem do vale, verde e cinza, do Acaraú, no Estado do Ceará. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FISSORE, C. et al. Influence of topography on soil organic carbon dynamics in a Southern California grassland. Catena, v. 149, p. 140-149, 2017.

JACOMINE, P. K. T. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Maranhão. Rio de Janeiro, EMBRAPA. 1986.

LEPSCH, Igo F. Formação e conservação dos solos. Oficina de textos, 2016.

SIRTOLI, Angelo Evaristo et al. Atributos do relevo derivados de modelo digital de elevação e suas relações com solos. Scientia agraria, v. 9, n. 3, p. 317-329, 2008.

SOUZA, ZM de; MARQUES JÚNIOR, J.; PEREIRA, G. T. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo em diferentes formas do relevo sob cultivo de cana-de-açúcar. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 28, p. 937-944, 2004.

Processos erosivos e impactos socioambientais na bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado no município de Floresta-Pernambuco

Erosive processes and socio-environmental impacts in the hydrographic basin of the Carro Carregado creek in the municipality of Floresta-Pernambuco

Maria Eduarda de Godoi Pinto
Universidade de Pernambuco
https://orcid.org/0009-0004-7565-7864
mariaeduarda.pinto@upe.br

Isabel Joályce da Silva Galindo
Universidade de Pernambuco
https://orcid.org/0009-0005-3320-9825
isabel.joalyce@upe.br

Lais Silva Ferreira
Universidade de Pernambuco
https://orcid.org/0009-0000-1718-0763
lais.silvaf@upe.br

Alberlene Ribeiro de Oliveira
Universidade de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-9802-3205
Alberlene.oliveira@upe.br

Kleber Carvalho Lima
Universidade de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-9468-2473
kleber.carvalho@upe.br

Resumo: A erosão dos solos é algo recorrente na superfície terrestre. Entretanto, a pressão das ações antrópicas tem acelerado os processos erosivos e intensificado a degradação do solo que resulta em inúmeros impactos negativos. Nessa perspectiva, o presente estudo tem como objetivo, compreender em escala de detalhe a atuação e os impactos dos processos erosivos na degradação do solo na bacia hidrográfica do Riacho Carro Quebrado em Floresta-PE que está localizada entre os municípios de Floresta e Carnaubeira. Para a realização do estudo foi necessário o mapeamento das erosões no software QGIS e a revisão bibliográfica. Como principais resultados, tem-se que os processos erosivos são intensificados pela ação antrópica que tem deixado a área cada vez mais degradada e susceptíveis ao processo de desertificação. Nesse contexto, aponta-se a necessidade da aplicação de políticas públicas eficazes para recuperação e conservação do solo, além de se sugerir estudos futuros para melhor delimitação de técnicas de manejo mais específicas.

Palavras-chave: Erosão do solo. Degradação ambiental. Impactos socioambientais.

Abstract: Soil erosion is something recurrent on the earth's surface. However, pressure from anthropic actions has accelerated erosion processes and intensified soil degradation, which results in numerous negative impacts. In this perspective, the present study aims to understand in detail the performance and impacts of erosion processes on soil degradation in the watershed of Riacho Carro Quero in Floresta-PE, which is located between the municipalities of Floresta and Carnaubeira. To carry out the study, it was necessary to map the erosions in the QGIS software and to review the literature. As main results, the erosion processes are intensified by the anthropic action that has left the area increasingly degraded and susceptible to the process of desertification. In this context, the need to apply effective public policies for soil recovery and conservation is pointed out, in addition to suggesting future studies for better delimitation of more specific management techniques.

Keywords: Soil erosion. Ambiental degradation. Socio-environmental impacts.

Introdução

Na dinâmica do planeta Terra pode-se observar que que os processos erosivos do solo é um fenômeno natural (JORGE et al., 2013) Entretanto, a pressão das ações antrópicas, como o desmatamento, as práticas agrícolas inadequadas e a expansão urbana, tem acelerado os processos erosivos e intensificado a degradação do solo que resulta em inúmeros impactos negativos que prejudicam o meio ambiente e o próprio desenvolvimento humano. Somado a isso, é possível observar que a retirada da vegetação e o superpastoreio tem gerado um “stress” ambiental que resulta na salinização e esterilização dos solos, erosão acelerada e, em última instância, na desertificação (CONTI, 1997).

De acordo com Guerra (2008, p. 229), a erosão é, para o geógrafo, “a realização de um conjunto de ações que modelam uma paisagem”. Nesse contexto, é possível afirmar que os processos erosivos ocorrem de formas diferentes e são influenciados por agentes distintos – como a ação dá água, do vento e das ações antrópicas – de acordo com a realidade socioambiental de cada local. Por isso, se torna necessário o conhecimento de todos os fatores que interferem na dinâmica de cada local para que se alcance uma total compreensão dos fenômenos vigentes.

Situações de degradação dos solos vêm sendo praticadas em diversas regiões do Planeta, e neste trabalho os autores discutiram sobre estes processos na bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado em Floresta-Pernambuco.

O município de Floresta no estado de Pernambuco é influenciado pela produção pecuária e de agricultura. Porém, a desertificação e a intensificação dos processos erosivos tendem a impactar de forma negativa o seu desenvolvimento socioambiental, podendo-se questionar: como se dá a degradação do solo no riacho Carro Quebrado em Floresta-PE e quais são seus principais impactos ambientais?

Nessa perspectiva, o presente estudo tem como objetivo, compreender em escala de detalhe a atuação e os impactos dos processos erosivos na degradação do solo na bacia hidrográfica do Riacho Carro Quebrado em Floresta-PE, por meio da realização do mapeamento remoto das erosões para compreensão do uso e ocupação do solo. Desse modo, identificará os aspectos de insustentabilidade do solo e as técnicas de manejo para recuperação do mesmo.

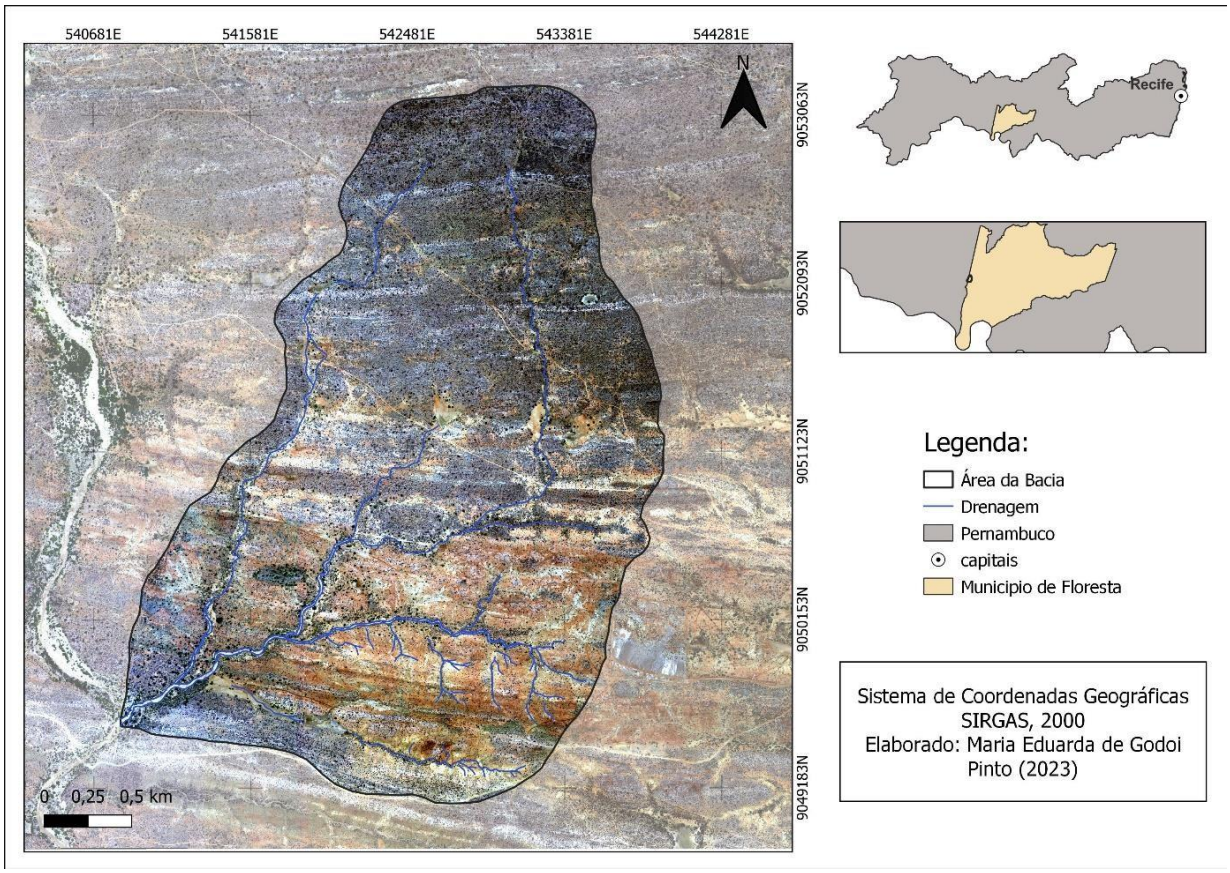
Estudos como esse, que expliquem a dinâmica dos processos erosivos e que apontem soluções viáveis para recuperação de áreas degradadas é fundamental para o desenvolvimento socioambiental efetivo e equilibrado, pois apontam a compreensão sistemática do desenvolvimento dos fenômenos naturais que são intensificados pelas ações antrópicas.

Materiais e Métodos

Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado (figura 01) está inserida em um subsistema do rio Pajeú entre os municípios de Floresta e Carnaubeira da Penha, localizados na mesorregião do São Francisco e microrregião de Itaparica no sertão pernambucano no Núcleo de Desertificação de Cabrobó (SEMAS-PE, 2020). A área da bacia é de 8,5 km2, e encontra-se entre as coordenadas 540681E e 544281E, 9049183N e 9053063N.

Figura 01 – Mapa de localização da bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado.



Fonte – os autores (2023).

De acordo com os parâmetros classificação climática de Koopen (MENDONÇA, 2007), observa-se que a região em que a bacia está situada possui um clima seco quente de esterpe. Já em relação ao tipo de solo, pode-se apontar que seu tipo é o luvissolo crômico, cujas características principais são: desenvolvimento pedológico intermediário, saturação por bases maior que 50% e fertilidade natural alta (SiBCS, 2018).

Tais características se mostram importantes para o estudo, pois indicam agentes naturais com grande influência na taxa das ocorrências e intensidades dos processos erosivos da área. O clima semiárido BSh (clima quente de esterpe) em conjunto com o solo com desenvolvimento intermediário formam um conjunto de agentes erosivos que influenciam na

região em casos como, quando ocorrem altos índices pluviométricos que atingem o solo degradando seus horizontes que não são tão desenvolvidos. Além disso, a ação antrópica a partir das suas atividades contribui de forma significativa nos processos erosivos da área supracitada.

Procedimentos de pesquisa

O método de pesquisa utilizado foi o sistêmico, por se compreender que permite identificar e desvendar as variáveis ambientais, evidenciando os processos morfodinâmicos da paisagem de origem natural e antrópica numa visão integrada e dinâmica, e para análise da paisagem foram utilizadas imagens aéreas feitas in loco por meio da utilização de ARP (aeronave remotamente pilotada).

No tocante a elaboração dos mapas, foi construído o mapa de localização, de declividade e de erosões lineares no software livre QGIS 3.22.7 pelo método de composição dos dados e informações, em escala de detalhe. Foram utilizados dados disponibilizados no site do IBGE como, os limites estaduais do Brasil com limites recortados do estado de Pernambuco e limites municipais de Pernambuco. As drenagens foram delimitadas através das curvas de nível de 1m, junto a ortoimagem coletada na plataforma do PE3D (Pernambuco Tridimensional - PE3D). Já as erosões foram delimitadas utilizando o método de interpretação visual pela composição de dados (ZHANG e LIU, 2019), todas as erosões extraídas foram de acordo com Guerra (2014). E após os dados foram analisados a luz da teoria para a compreensão da realidade do objeto de estudo.

Processos de Desertificação e erosão dos solos

Os processos de desgaste do solo não são raros, apenas ocorrem de forma e intensidade diferentes diante das distintas condições ambientais e da pressão das ações antrópicas. Variáveis como, o tipo de vegetação e a quantidade da cobertura vegetal, o tipo de solo, o regime hídrico, o relevo e o tipo de manejo que a área é destinada para o uso humano, impactam diretamente no desenvolvimento e intensificação dos processos naturais. Dois fenômenos relevantes para o presente estudo são: a desertificação e os processos erosivos.

Para entendê-los de forma completa é necessário estabelecer suas diferenças. Segundo Rodrigues (1992), a desertificação é um aspecto da deterioração generalizada dos ecossistemas sob as pressões combinadas de um clima adverso e flutuante e de uma explosão excessiva, tal processo é frequentemente identificado em regiões de clima semiárido e deve ser analisado de forma complementar com o uso que cada região é destinada.

Ab'Saber (1977) define os processos de desertificação como "todos aqueles pontuais ou aerolares, suficientemente radicais para criar degradações irreversíveis da paisagem e dos tecidos ecológicos" e Vasconcelos-Sobrinho (1978) que concorda, afirmando que os núcleos de desertificação são como "áreas onde a degradação da cobertura vegetal e do solo alcançou uma condição de irreversibilidade, apresentando-se como pequenos desertos já definitivamente implantados dentro do ecossistema primitivo".

A desertificação é hoje em dia, frequentemente induzida por ações antropogênicas por meio do sobrepastoreio, irrigação, desmatamento, minérios e cultivo excessivo, além do sistema de propriedade da terra e da superpopulação (SOARES et al., 2011). Nesse contexto, é possível perceber que "a recuperação do equilíbrio dos sistemas naturais não ocorrerá de forma espontânea devido a exploração exacerbada da natureza, podendo levar ao desequilíbrio ambiental em face ao desencadeamento dos processos de degradação propícia a desertificação" (OLIVEIRA, 2017).

O processo de desertificação está intimamente relacionado com as erosões que ocorrem no solo, dadas pelo transporte de sedimentos em taxas maiores que as de deposição. As erosões são controladas pelos fatores que determinam a taxa de erosão, como, pela erosividade da chuva, propriedades do solo, cobertura vegetal e características das encostas (GUERRA et al., 2022).

Neste interim, os processos de desertificação somados aos intensos processos erosivos demostram suas particularidades nas diferentes regiões, pois um dos núcleos de desertificação que pode ser analisado é o núcleo de desertificação de Cabrobó que possui como principais características principais o predomínio da aridez e da precipitação irregular, além de causas antrópicas, como sobrepastoreio, desmatamento e salinização do solo pela irrigação (SILVA, I. A. S., 2014).

Dessa forma, pode se inferir que os processos erosivos não ocorrem de forma aleatória ou desconexa. Em cada região, existem processos que atuam com mais eficiência que outros, mas de forma geral pode-se perceber que a erosão dos solos é um processo que ocorre em duas fases: pela remoção de partículas e pelo transporte de material realizado pelos agentes erosivos (GUERRA et al., 2022). Nessa perspectiva, é possível afirmar a necessidade de compreensão de tais agentes erosivos para que, de fato, se alcance o pleno entendimento da erosão em sua dinâmica e impactos que geram na sociedade e no meio ambiente.

Os processos erosivos ocorrem em duas fases, sendo elas: a remoção das partículas e do transporte dos materiais. Para se entender tais processos de forma profunda e completa é necessário levar em consideração algumas variáveis, como o escoamento superficial; escoamento subsuperficial; piping; splash. O escoamento superficial, tem alto impacto em

áreas sem a presença de vegetação e se dá pelo transporte de material em eventos de chuvas intensas, pois quando o solo fica saturado a capacidade de armazenamento da água é diminuída, como aponta Guerra.

> A maior parte das observações que comprovam o poder do escoamento superficial está relacionada a regiões semiáridas ou, então, com vegetação esparsa. Isso coloca peso muito grande na cobertura vegetal, como fator controlador do escoamento superficial. A ausência da cobertura vegetal facilita o impacto das gotas de chuva, fazendo com que os agregados se quebrem, crostas sejam formadas na superfície do solo, o que aumenta os efeitos do escoamento superficial, causando maiores taxas de erosão. (GUERRA et al., 2022, p. 170).

Nesse sentido, mostra a importância de se manter o manejo correto do solo nas regiões semiáridas que possuem áreas agrícolas já que nelas esse processo tende a ser mais acentuado devido à diminuição de matéria orgânica e ao empobrecimento do solo.

Outro processo que tem ganhado visibilidade é o escoamento subsuperficial que se dá pelo movimento lateral da água, que controla o intemperismo e afeta diretamente na erodibilidade dos solos, e influenciando no aumento da saturação do solo e acumulação da umidade. O escoamento superficial e subsuperficial podem influenciar na formação de piping (túneis) que são grandes canais abertos responsáveis pelo transporte de grande quantidade de material contribuindo para a formação de voçorocas e para a sua própria ampliação (GUERRA et al., 2022).

Quando se analisa os processos erosivos nas regiões semiáridas, observa-se que há grande presença de erosões causadas, inicialmente, pelo splash que pode ser definido por Guerra (2022, p. 175), ao dizer que a “erosão por splash, também conhecida no Brasil como erosão por salpicamento, ocorre basicamente, com um resultado das forças causadas pelo impacto das gotas da chuva. Uma gota de chuva, quando bate em um solo molhado, remove partículas que estão envolvidas por uma película de água”. Os impactos da erosão por splash podem ser indicados pela dificuldade de infiltração e pela formação de crostas que diminuem ainda mais a infiltração e aumenta o efeito runoff ou, em última instância, torna a superfície do solo extremamente seca e com rachaduras.

Assim, ao se analisar os processos básicos de desertificação e de erosão dos solos se torna evidente a necessidade de aprofundamento teórico para domínio das técnicas de recuperação e conservação das áreas fortemente impactadas por eles. Conhecer as formas de transformação da paisagem do ponto de vista geomorfológico e pedológico se torna indispensável para que as áreas que já estão suscetíveis à degradação não tenham mais impactos negativos gerados pelo manejo inadequado.

Impactos ambientais na bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado

Os problemas ambientais, advindos da erosão dos solos, dizem respeito a uma gama bastante variada. Esses problemas ocorrem tanto nas áreas onde os solos são erodidos, podendo atingir sua degradação comprometendo sua fertilidade natural, como também em áreas afastadas de onde a erosão está se processando (GUERRA et al., 2008, p.190-191).

Neste sentido, o manejo inadequado do solo é um dos principais meios o qual torna o solo suscetível a processos erosivos, onde a camada do solo que é rica em nutrientes contribui para o crescimento das plantas e acaba sendo retirada, e com essa perda de solo e nutrientes há uma redução na capacidade de produção desse solo.

Para GUERRA (2008), existem outras vertentes que abrem caminho para essa problemática, podendo ocorrer de forma natural pela ação dos ventos, do sol, e principalmente pela a ação das chuvas, mas, o uso e ocupação do solo de forma inadequada através de atividades como, o desmatamento, as queimadas, uso em excesso de fertilizantes, e a prática excessiva de pastoreio, acabam acelerando os processos erosivos e trazendo a tona grandes problemas ambientais, ele ainda relata que a perda da fauna endopedônica que é responsável por possibilitar maior aeração aos solos, é causada pelas queimadas.

Outro exemplo são as gotículas de chuvas em solos desnudos durante um evento chuvoso, quando parte da água cai diretamente no solo, o processo de drenagem ocorre de forma mais rápida e apresenta uma perda considerável da superfície do solo, justificando assim, a formação de ravinas e voçorocas (OLIVEIRA et al., 2016, p. 184).

Partindo desse pressuposto, esses sedimentos percorrem por trajetos e podem ser arrastados até áreas de rios e soterrarem a flora que ali se faz presente, impossibilitando o processo de fotossíntese das plantas, se for grandes porções de sedimentos até a fauna pode ser soterrada. Além disso, produtos como adubos e defensivos agrícolas também são propícios a serem levados até os corpos de água, por meio dos sedimentos, causando assim impactos negativos ao meio ambiente.

> "A unidade da paisagem é, portanto, incontestável. Ela resulta da combinação local e única de todos esses fatores (sistema de declive, clima, rocha, manto de decomposição, hidrologia das vertentes) e de uma dinâmica comum (mesma geomorfogênese, pedogênese idêntica, mesma degradação antrópica da vegetação que chega ao paraclimax "lande" podzol ou à turfeira)". (BERTRAND, 2004, p. 146).

Problemas relacionados à degradação ambiental, associados ao clima e a vegetação, estão entre os mais preocupantes. A desertificação, como uma de suas implicações, merece atenção peculiar pela intensidade da deterioração do substrato do solo que repercute na diminuição da capacidade produtiva, sobretudo de alimentos que gera

vulnerabilidade socioambiental, constituindo-se em ação de risco (OLIVEIRA et al., 2016, p. 174).

Tendo em vista que todos esses impactos trazem à tona o desgaste do solo e consequentemente em seguida a desertificação, que é resultante do manuseio inadequado dos recursos naturais, alguns conflitos vão surgindo juntamente, em que no semiárido se fazem presentes com mais frequência. A erosão do topo do solo (topsoil) significa a perda do horizonte A, que contém a maior parte dos nutrientes utilizados pelas plantas, a maioria da matéria orgânica existente nos solos e, além disso, a melhor estrutura para o desenvolvimento das raízes (GUERRA et al., 2008, p. 188).

Desta forma, podemos apontar o êxodo rural como um dos problemas socioambientais provenientes da desertificação, pois com o passar do tempo, determinado solo se torna infértil, dificultando assim, o sustento de algumas famílias, visto que a diminuição da capacidade produtiva do solo é cada vez mais frequente.

Os períodos de estiagens severas é outro fator agravante, o que ocasionará a diminuição do volume hídrico dessas regiões. A ação antrópica tem sido o principal destruidor da paisagem natural, passando a torná-la similar aos desertos, que pode ser denominado por desertificações ecológicas, que procedem das práticas humanas feitas de formas intensas (CONTI, 2002), como ocorre na bacia hidrográfica do Riacho Carro Quebrado onde boa parte do solo é desnudo (figura 02), facilitando assim a degradação por meio das chuvas, que são torrenciais. Devido aos períodos em que a chuva está ausente, o solo fica muito seco o que dificulta a entrada de água no solo fazendo com que ela escoe por sua superfície, dando seguimento as erosões já existentes ou originando novas cabeceiras de erosões.

Figura 02 – imagens aéreas da região da bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado.

Fonte – os autores (2023).

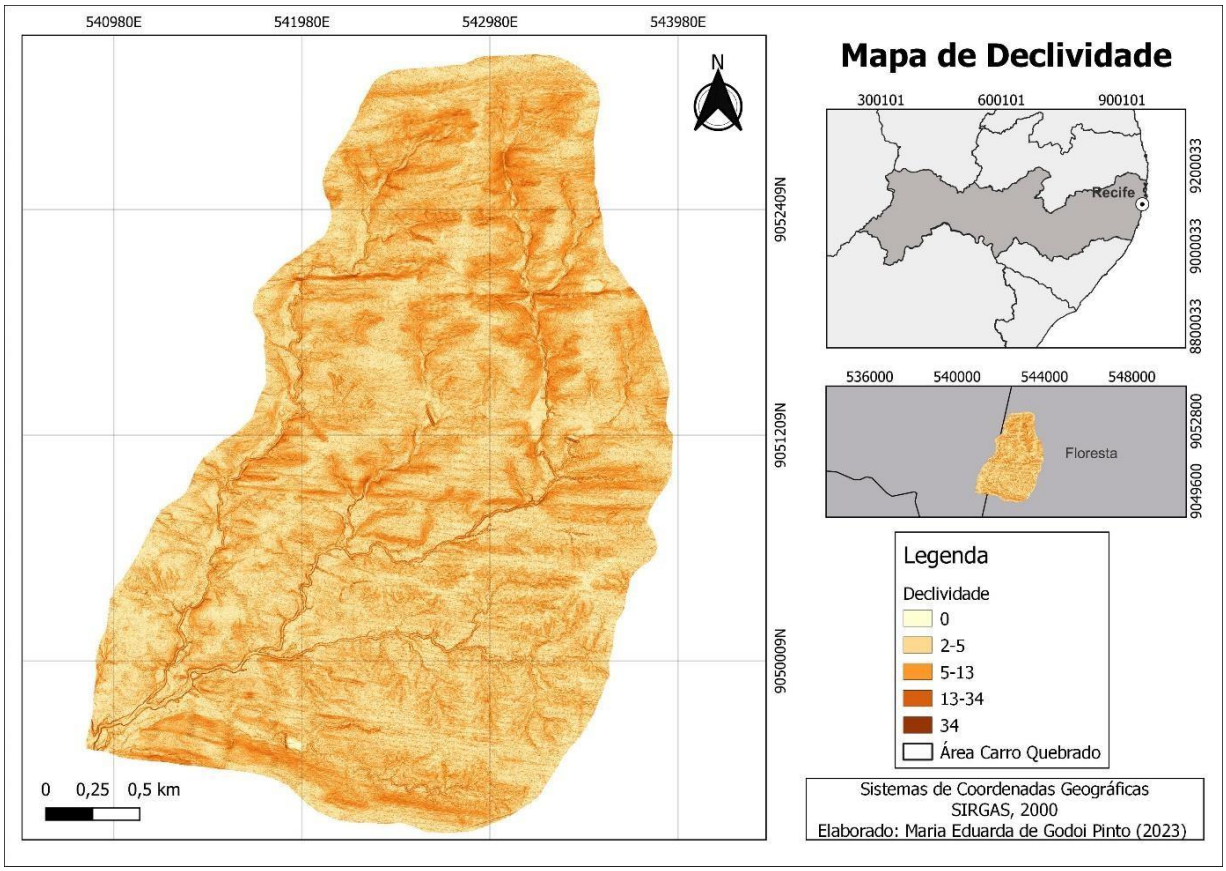
A região de Riacho Carro Quebrado em Floresta-PE está localizada no núcleo de desertificação de Cabrobó-PE que é formado pelos municípios de Belém de São Francisco, Cabrobó, Carnaubeira da Penha, Floresta e Itacuruba (SANTANA, 2007). Nesse núcleo é possível observar que o processo de desertificação e a intensificação dos processos erosivos são resultado da pressão das ações humanas sobre a área.

Sá e Angelotti (2009) apontam, além do sobrepastoreio e da salinização, o desmatamento como uma das principais causas da sua degradação. Nesse contexto, aponta-se inicialmente, que as atividades humanas do passado e do presente tem influência no aceleramento da degradação do solo na região do presente estudo.

Como percebe-se através da figura 03 a área onde está inserida a bacia do riacho do Carro Quebrado é de baixo declive, contribuindo para a forte ação do escoamento superficial formando as erosões lineares e laminares. Entretanto, nessa área pode-se observar que há o manejo inadequado da cobertura do solo decorrente do processo histórico

de degradação que tem intensificado a desertificação por meio da pecuária e do pisoteio do gado, por exemplo. Outro fator que contribui com a erosão acelerada é o regime hídrico de chuvas torrenciais em solo desnudo, além dos impactos decorrentes, da agricultura realizada no passado que construiu para a saturação do solo no cenário atual.

Figura 03 – mapa de declividade da bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado.

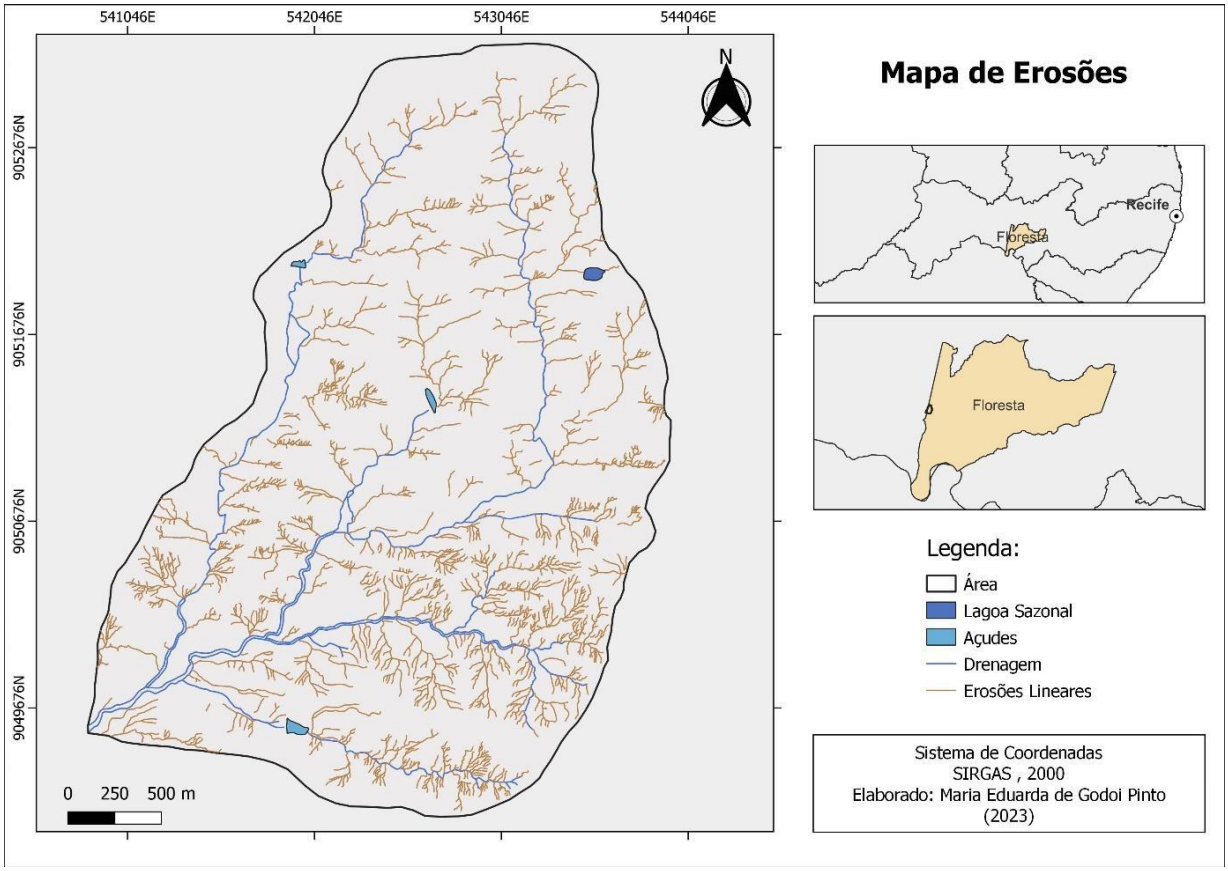


Fonte – os autores (2023).

A declividade da área implica diretamente nas erosões, sejam elas laminares quando o escoamento das águas é difuso e lineares quando o escoamento das águas das chuvas é concentrado. Além disso, pode-se observar que a erosão por escoamento superficial é típica na região, onde as chuvas ocorrem em períodos concentrados e com altos índices pluviométricos que implicam diretamente as erosões para formação de sulcos.

Diante disso, pode-se apontar que a área de estudo possui 2.194 feições erosivas lineares, somado a isso, foram mapeadas apenas 225 feições erosivas conectadas ao canal, 1.926 feições conectadas a outras e 43 desconectadas (figura 04).

Figura 04 – mapa de feições lineares da bacia hidrográfica do riacho Carro Quebrado.



Fonte – os autores (2023).

A partir disso, corrobora-se a ideia de que os estudos das erosões na bacia do riacho Carro Quebrado devem ser analisados diante do contexto socioambiental, já que existem muitas erosões conectadas e influenciadas pelos processos que são intensificados pelas ações antrópicas.

Conservação dos solos em áreas semiáridas susceptíveis a desertificação

A humanidade em toda sua trajetória de evolução necessitou do solo para suprir suas necessidades, desde as mais básicas até às mais sofisticadas como se vê nos dias de hoje, embora tanto se fale e utilize o solo, poucos o conhecem a ponto de haver uma preocupação em conservá-lo e quando há conhecimento, as questões de conservação e manejo apropriado são negadas, tendo em vista que é a partir da sua conservação que se obtém um aporte de benefícios, como uma ciclagem maior de nutrientes e decomposição de matéria orgânica, que ocasionará em um solo mais fértil.

De acordo com Guerra (2022, p. 150), “apesar da importância que os solos têm para a sobrevivência da espécie humana, parece que o homem tem dado pouca atenção a esse recurso, pelo menos no que diz respeito à sua utilização e conservação”. Entretanto, é

necessário enfatizar que o solo além da matéria orgânica, também tem em sua composição organismos vivos, insetos e pequenos mamíferos.

A ação maléfica da erosão ocorre quando é rompida a estabilidade adquirida ao longo do tempo entre o solo, vegetação e os organismos do solo, geralmente pela intervenção do homem (HUNSON, 1995).

De acordo com Lepsch (2011), esses agentes têm papel de suma importância nos solos, trazendo benefícios para o mesmo, auxiliando na entrada de água e ar, e na transferência de nutrientes, o processo denominado por bioturbação também se faz presente. Esses organismos são responsáveis pela porosidade do solo, onde haverá uma facilitação para a entrada da água até que ela encontre uma camada impermeável, tornando assim determinado solo menos propício a erosões, pois, se há presença de infiltração, logo haverá ali um solo poroso e quanto mais poroso o solo tende a ser, melhor será a sua estrutura, ocasionando desta forma menos desgaste ao solo.

Uma das maneiras de manter a fertilidade natural é por meio da colocação de matéria orgânica no solo. Além de melhorar sua coesão e aumentar sua capacidade de retenção de água, promove a formação de uma estrutura com agregados estáveis (GUERRA et al., 2008, p. 192). Existem várias práticas agrícolas que foram desenvolvidas com o objetivo de evitar a degradação, e auxiliar na conservação dos solos, é um conjunto de práticas que agem juntamente para obter-se um resultado de qualidade, mas que é necessário fazer essa utilização a longo prazo, para que as futuras gerações desfrutem de uma terra produtiva.

A matéria orgânica pode ser adicionada ao solo sob várias formas: adubos verdes, restos de colheitas ou, ainda, um tipo de adubo bastante decomposto por alto grau de fermentação. Tudo isso tem dois aspectos favoráveis aos solos: aumenta sua fertilidade e reduz os riscos de erosão. Além disso, os vegetais produzidos nessas condições estão livres da contaminação que os defensivos agrícolas podem causar (GUERRA et al., 2008, p. 193).

Essas técnicas agrícolas de conservação onde o solo é coberto, evitam que o mesmo fique desnudo, tornando-se menos propício a erosões, visto que OLIVEIRA (2016), enfatiza que a vegetação é um elemento importante para que o solo esteja protegido. A técnica posta auxilia no processo de retenção de umidade, onde LEPSCH (2011), ressalta que esse é um ambiente favorável para o desenvolvimento dos microrganismos que se responsabilizam em moldar a matéria orgânica conforme as necessidades das plantas, favorecem também para a produção de nutrientes. Dessa forma se fará cada vez menos necessário o uso de fertilizantes químicos e pesticidas.

Segundo Guerra (2008), com a redução da matéria orgânica nos solos, resultados prejudiciais são obtidos, onde ocorre a perda da fertilidade natural e os processos de erosão são acelerados. Ressalta ainda que a agricultura é responsável pela diminuição da matéria

orgânica no solo, e o meio capaz de mudar essa situação é a estrumação do terreno por meio de húmus ou, fazer a implantação de gramíneas por um período de tempo de dois a cinco anos, para que parte da matéria orgânica que foi perdida por ações agrícolas seja recomposta.

Outra técnica é explicitado por SÁ (2011) que destaca o Manejo Florestal Sustentável como uma ferramenta eficiente no combate à degradação do solo. O manejo garante a cobertura florestal da área, retém a maior parte da diversidade vegetal original e pode ter impactos pequenos sobre a fauna. Neste sentido, então, que o manejo florestal sustentado da caatinga apresenta uma alternativa viável para ser desenvolvida no semiárido nordestino.

O ato de conservar o solo é enfatizado por Guerra (2008), como o meio de recuperação mais viável atualmente, pois os custos para recuperar determinadas áreas através de outras técnicas são altos, contudo, os resultados por conservação têm rendido respostas eficientes.

Ademais, a sociedade futuramente poderá desfrutar de um solo fértil e em equilíbrio, se houver a conscientização e persistência em manter a reposição necessária de nutrientes nos solos, que hoje são fornecedores de alimentos de muitas famílias, desta forma, a desertificação não tomará conta de grandes cenários.

Referências

AB 'SABER, A.N. Problemática da desertificação e da savanizacão no Brasil intertropical. São Paulo: Instituto de Geografia da USP, 1977.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. Revista RA´E GA, Editora UFPR, Curitiba, n. (2004). p.146

CONTI, José Bueno. As consequências de uma relação conflituosa homem x meio: desmatamento e desertificação. In: CONTI, José Bueno. A geografia física e as relações sociedade/natureza no mundo tropical. São Paulo: Humanistas Publicações/USP, 1997. p. 19-22.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, 2018.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista. GEOMORFOLOGIA: uma atualização de bases e conceitos. 16ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022. p. 149-209.

GUERRA, Antonio José Teixeira. Processos erosivos nas encostas. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; CUNHA, Sandra Baptista. GEOMORFOLOGIA: uma atualização de bases e conceitos. 8ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022. p. 149-209.

GUERRA, Antonio José Teixeira. O início do processo erosivo. In: GUERRA, A. J. T; SILVA. A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org.). Erosão e conservação dos solos. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2014. p. 17-55.

GUERRA, Antonio Teixeira, GUERRA, Antonio José Teixeira. Novo dicionário Geológico-Geomorfológico. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

HUDSON, N.W. Soil conservation Iowa State. University Press, 1995. 320 p.

JORGE, Maria do Carmo Oliveira; GUERRA, Antonio José Teixeira. Erosão dos solos e movimentos de massa - recuperação de áreas degradadas com técnicas de bioengenharia e prevenção de acidentes. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira. Processos erosivos e recuperação de áreas degradadas. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. p. 8-30.

LEPSCH, Igo F. 19 lições de pedologia. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

MENDONÇA, Francisco; OLIVEIRA, Inês Moresco Danni. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

OLIVEIRA, Alberlene Ribeiro de. Complexidades da desertificação no alto sertão de Sergipe: vegetação e clima. In: SOUZA, Rosemeri Melo; SANTOS, Sindiany Suelen Caduda; SANTOS, Eline Almeida; KOHLER, Raquel. CENÁRIOS URBANOS riscos e vulnerabilidade na gestão territorial. Aracaju-SE: Criação Editora, 2016. p.169-186.

OLIVEIRA, Alberlene Ribeiro de. A desertificação do alto sertão de Sergipe no contexto geográfico. 2017. 233 p. Tese de doutorado. Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.

RODRIGUES, V. Avaliação do quadro da desertificação no nordeste do Brasil: diagnósticos e perspectivas. INCID, Fortaleza, 1992.

SÁ, Iêdo Bezerra; ANGELOTTI, Francislene. Degradação ambiental e desertificação no semiárido. In: ANGELOTTI, Francislene; SÁ, Iêdo Bezerra; MELO, Roseli Freire de. Mudanças climáticas e desertificação no semiárido brasileiro. Petrolina: Embrapa Semiárido; Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009.

SANTANA, Marcos Oliveira. Atlas das áreas suscetíveis à desertificação do Brasil. Brasília: MMA, 2007.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE DE PERNAMBUCO (SEMAS). Zoneamento das áreas suscetíveis à desertificação do estado de Pernambuco. Recife, 2020.

SOARES, Deivide Benício. Sobre o processo de desertificação. Revista brasileira de Geografia Física, Recife, p. 174-188, ago/2011.

STOCKING, M. A.(1972). Rainfall erosivity in erosion: some problems nas applications. Research discussion paper, 13, University of Edinburgh, Dept. of Geography, 29p.

VASCONCELOS-SOBRINHO, J. Identificação de processos de desertificação no Polígono das Secas do Nordeste Brasileiro. Recife. SUDENE. 1978a.

ZHANG, W.; LIU, Y. Research on visual interpretation and spatial distribution pattern of the erosion gully. In: Luoyugou Watershed of China. Environment and Natural Resources Research, v. 9, n. 3, p. 23-31, 2019.

Análise Temporal do Uso e Cobertura do Solo na APA da Sabiaguaba, Fortaleza, Ceará: Integração de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento

Temporal Analysis of Land Use and Coverage in the APA of Sabiaguaba, Fortaleza, Ceará: Integration of Remote Sensing and Geoprocessing

Sthefanya Phulkerya Lucena de Oliveira
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0009-0006-8454-2641
sthefanya9999@gmail.com

Andrea Oliveira Franco
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0009-0003-8263-7418
andreaoficial7890@gmail.com

Emerson Rodrigues Lima
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-5314-9429
emersonrodrigueslima@hotmail.com

Paulo Jerônimo Lucena de Oliveira
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-7620-5681
paulojeronimo.geo@gmail.com

Maria Lúcia Brito da Cruz
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-2202-923X
mlbcruz@gmail.com

Resumo: Este estudo investiga a relação sociedade-natureza, com foco no uso não planejado da terra na Área de Proteção Ambiental da Sabiaguaba, Ceará, Brasil, e seus impactos ecológicos. Utilizando sensoriamento remoto, geoprocessamento e análise do uso da terra, a metodologia engloba revisão de literatura, trabalho de campo e produção geocartográfica. Os resultados classificam a APA em 7 categorias de uso da terra para 2010, 2016 e 2023. A pesquisa destaca um aumento no uso e cobertura do solo dentro da APA, provocando preocupações sobre a negligência governamental em relação à conservação e a pouca consciência da população de residir dentro de uma zona protegida.

Palavras-chave: Área de Proteção Ambiental. SIG. Geocartografia.

Abstract: This study investigates the society-nature relationship, focusing on unplanned land use in the Sabiaguaba Environmental Protection Area, Ceará, Brazil, and its ecological impacts. Using remote sensing, geoprocessing and land use analysis, the methodology encompasses literature review, field work and geocartographic production. The results classify the APA into 7 land use categories for 2010, 2016 and 2023. The research highlights an increase in land use and land cover within the APA, raising concerns about government neglect of conservation and low public awareness. residing within a protected zone.

Keywords: Environmental Protection area. GIS. Geocartography.

Introdução

A pesquisa trabalha no panorama de que a ciência geográfica se faz necessária para compreender as dinâmicas decorrentes da relação sociedade- natureza, na perspectiva da ocupação desordenada em unidades de conservação de uso direto, cujos impactos pelo uso excessivo ou inadequação desse pode provocar no meio natural.

A criação da Área de Proteção Ambiental (APA) se deu no Brasil em 1981 através da Secretaria Especial do Meio Ambiente, visando o manejo e conciliação da população residente com a conservação de uma área que precisa ser protegida (EUCLYDES, 2006). Apresentando funções para evitar maiores danos ambientais em áreas já ocupadas pelo homem e preservar ainda os recursos naturais que essas áreas apresentam. O Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) (2000) com o intuído de obter informações sobre a efetividade do método das APAS, concluiu que

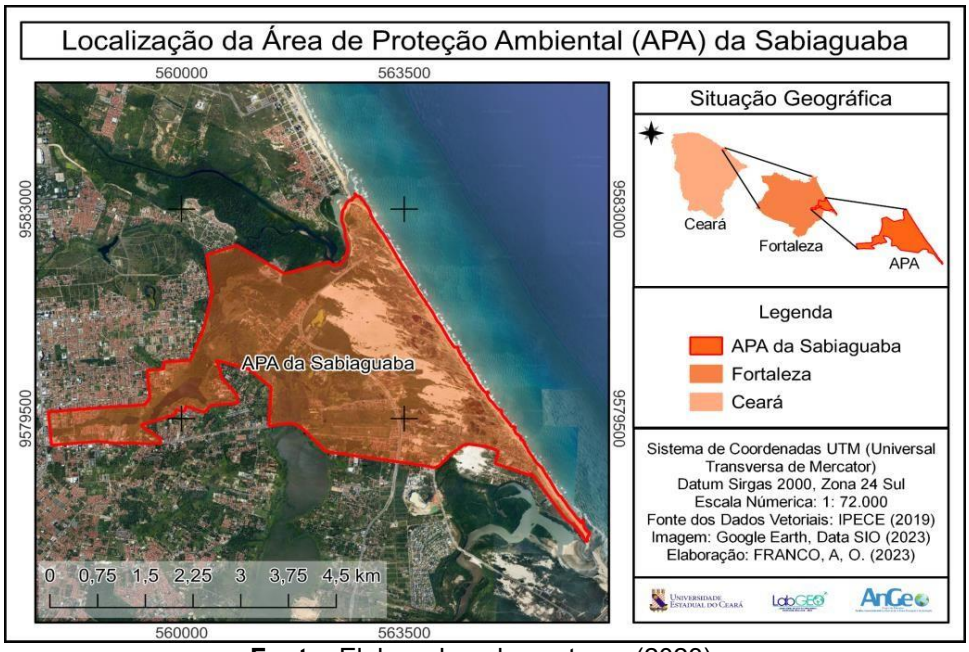
> Nas APAs visitadas, não existe diferença nenhuma entre o estado da natureza dentro delas e nas áreas circundantes; além disso, a maior parte da população residente nas APAs ignora estar morando nelas

Isso permite concluir que a população em alguns casos não sabe que moram em uma APA, sendo que isso não é divulgado amplamente, não há uma consulta popular para instalação de uma unidade, apenas é exigido para elaboração do plano de manejo e, nem sempre é cumprido, gerando um uso e cobertura desenfreado em áreas vulneráveis à ação humana, como acontece na nossa área de estudos, a APA da Sabiaguaba.

Nesse contexto o presente trabalho visa realiza uma análise da evolução espacial das tipologias de uso e ocupação da área de estudos durante os anos de 2010, 2016 e 2023. Para obtenção dos resultados utilizou-se das técnicas de geoprocessamento, na Lima e Mendes (2022) destacam que essa ferramenta surge como facilitadora na identificação e mapeamento do uso e ocupação, sendo indispensável nos estudos da paisagem ao possibilitar estudos com o alto nível de detalhamento e precisão de dados.

A APA da Sabiaguaba está localizada no extremo leste da Fortaleza (Figura 01), com extensão aproximada de 1.009,74 ha, abrangendo os bairros José de Alencar, Sapiranga, Edson Queiroz, Sabiaguaba e uma pequena parte do sudoeste do município do Eusébio. Dentro da APA se encontra o Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba (PNMDS), ambos foram instituídos pelo Poder Público Municipal nos respectivos decretos 11.986 e 11.987 em 20 de fevereiro de 2006. (Plano de Manejo, 2010).

Figura 01 - Carta - Imagem de Localização da Área de Estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Procedimentos Metodológicos

Para o desenvolvimento da presente pesquisa diversas etapas metodológicas foram adotadas com o objetivo de alcançar uma elevada acurácia acerca dos resultados e discussões realizados no presente estudo. Dentre os procedimentos adotados, estão: levantamento de literatura, trabalho de campo e produção geocartográfica.

Na etapa de levantamento de literatura os principais temas adotados foram: Sensoriamento Remoto, Geoprocessamento e Uso e Cobertura, temas que se ligam diretamente à produção e obtenção dos dados da pesquisa.

A etapa seguinte refere-se aos trabalhos de campo realizados no dia 26 de julho e 11 de agosto de 2023 nos quais se fez o reconhecimento da área de estudos, entrevistas informais com agricultores, identificação das formas de uso e perceber as principais problemáticas existentes no local. Realizou-se ainda a aquisição de pontos de GPS e a obtenção de registros fotográficos, com utilização do aplicativo gratuito GPS Map Camera versão 1.8.2.

Na etapa de produção geocartográfica, utilizou-se o software QGIS na versão 3.18 para a elaboração dos dados primários e com o uso das técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto, obteve-se quatro produtos geocartográficos, uma carta-imagem de

localização da área de estudos, e três mapeamento de uso e cobertura evidenciando o crescimento espacial de cada tipologia de uso, como apresentado no quadro 01.

Quadro 01 - Procedimentos Metodológicos da Elaboração Geocartográfica.

Carta-Imagem de Localização da Área de Estudos	
Para a elaboração da carta-imagem de localização da área de estudos utilizou-se dados vetoriais obtidas do IPECE (2019), juntamente com o uso da imagem de satélite do Google Earth, Data SIO (2023), sendo utilizado a escala de representação 1:72.000.	
Mapa de Uso e Cobertura (2010, 2016, 2023)	
2010	Para a elaboração do mapa de Uso e Cobertura utilizou-se duas ortofotos (com 10centímetros de resolução espacial) dos anos de 2010 e 2016 obtidas a partir de umlevantamento aéreo realizado pela Prefeitura de Fortaleza e disponibilizadas ao público pela SEFIN (Secretaria de Finanças). O mapeamento do uso e cobertura da terra por vetorização realizou-se na escala de 1:3.000, posteriormente se fez a categorização das classes mapeadas para chegar no produto.
2016	
2023	Para a elaboração do último mapa temporal se utilizou imagens de satélite do Google Earth, Data SIO (2023) sendo mais recente para a temporalidade correta de Uso e Cobertura. O mapeamento do uso e cobertura da terra por vetorização realizou-se na escala 1:3.000, buscando padronizar com os mapas dos anos anteriores.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Resultados e Discussões

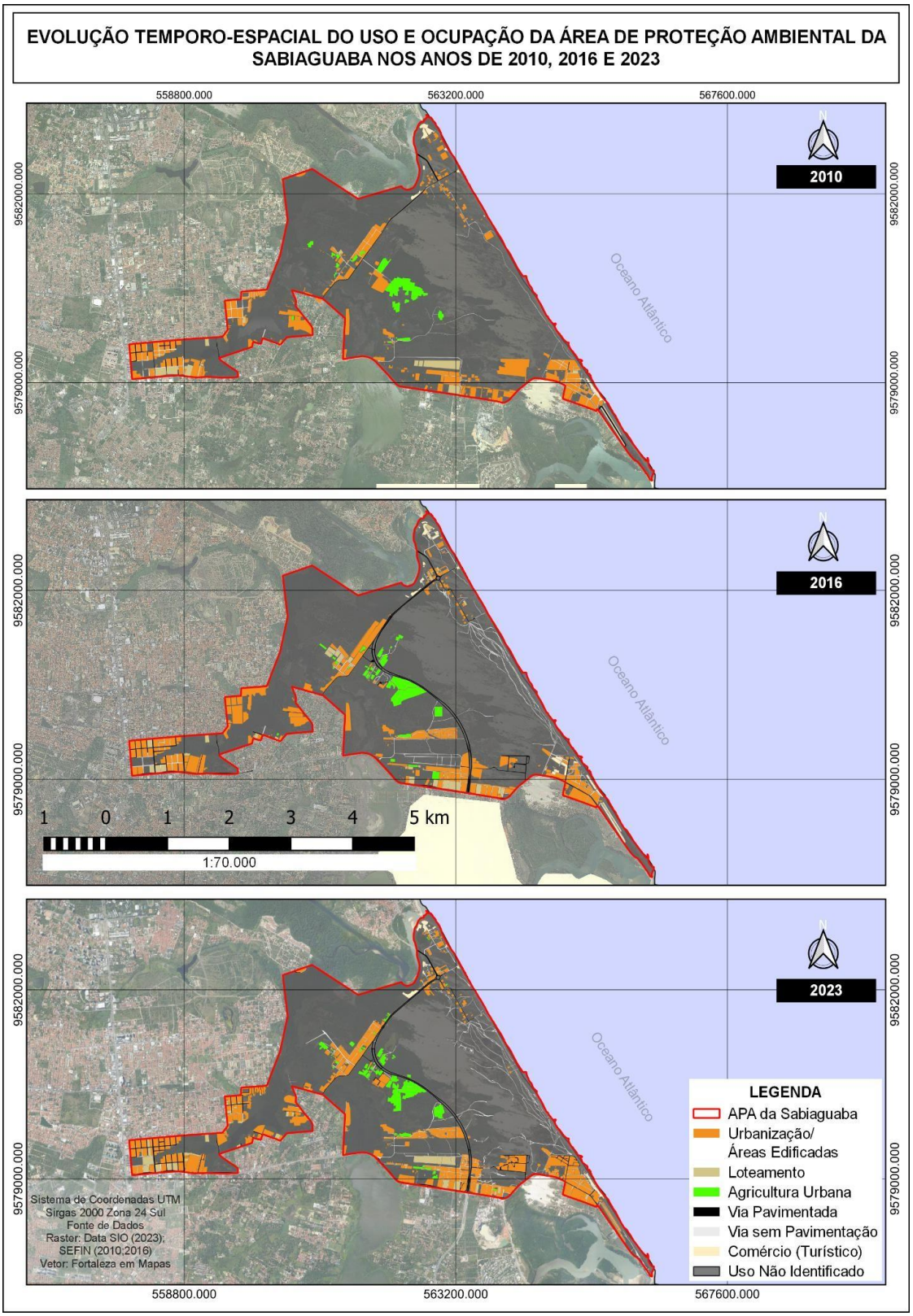
A área de estudo se trata de uma unidade de conservação, caracterizada pela categoria de uso sustentável. No entanto, é importante destacar que as permissões de uso são restritas, com ênfase na preservação dos componentes naturais dentro dos limites estabelecidos pela Área de Proteção Ambiental.

A APA da Sabiaguaba é um ambiente que sofre constantemente com as diferentes formas de exploração humana e o mal uso da mesma, o que ocasiona mudanças nos aspectos naturais que ali se apresentam, isso ocorre devido à falta de fiscalização do poder público, falta de reconhecimento quanto a importância e até por desconhecimento total da existência de uma unidade de conservação, observa-se ainda que ao decorrer dos anos novos usos se desenvolvem na APA.

Para a classificação das áreas do uso do solo foram delimitadas 7 classes na área de estudos, tornando possível avaliar e quantificar a sua dinâmica espacial nos três anos analisados.

A Figura 2 apresenta de maneira visual a evolução espacial das formas de uso ao longo dos anos de 2010, 2016 e 2023, dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental (APA) da Sabiaguaba. O mapa destaca as áreas ocupadas, oferecendo uma representação clara das mudanças que ocorreram no uso da terra ao longo desse período.

Figura 2 - Evolução temporal das formas de uso na APA da Sabiaguaba.



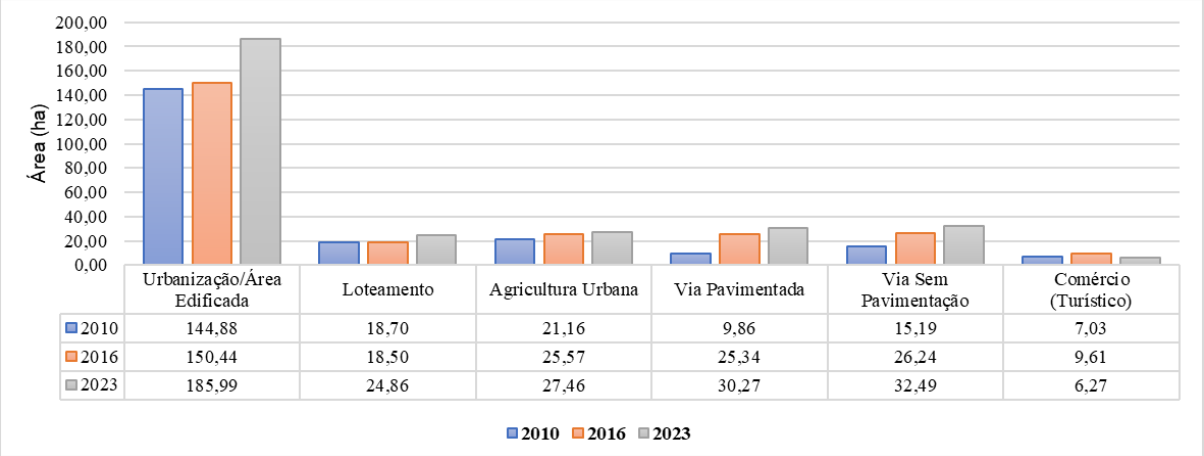
Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Através da análise deste mapa, é possível observar a tendência de aumento gradual da ocupação das terras dentro da APA. O mapa é uma ferramenta valiosa para embasar a análise das mudanças no uso da terra dentro da APA da Sabiaguaba, permitindo uma avaliação mais completa dos impactos das atividades humanas na área de conservação. A evolução espacial apresentada no mapa é um ponto de partida crucial para a discussão das implicações ambientais e políticas relacionadas à gestão da APA.

Resultante do mapeamento realizado, o gráfico 1 apresenta a evolução em hectares de cada tipologia nos anos mapeados. Cada tipologia é representada por uma barra que indica a quantidade de hectares ocupados por essa tipologia específica em cada ano. A altura das barras reflete a variação na ocupação ao longo do tempo, permitindo uma compreensão visual imediata das mudanças ocorridas em cada categoria.

A análise do gráfico revela os padrões de crescimento, declínio ou estabilidade de cada tipologia dentro da Área de Proteção Ambiental (APA) da Sabiaguaba nos anos selecionados. Isso oferece informações cruciais para avaliar a dinâmica do uso da terra na área, contribuindo para a tomada de decisões informadas e estratégias de gestão sustentável.

Gráfico 1 - Crescimento espacial (ha) das tipologias de uso.



	Urbanização/Área Edificada	Loteamento	Agricultura Urbana	Via Pavimentada	Via Sem Pavimentação	Comércio (Turístico)
2010	144,88	18,70	21,16	9,86	15,19	7,03
2016	150,44	18,50	25,57	25,34	26,24	9,61
2023	185,99	24,86	27,46	30,27	32,49	6,27

Fonte: Os autores (2023).

Urbanização/Área Edificada

A figura 3 representa áreas que possuem construções realizadas pelo homem, que podem se manifestar na forma de edifícios, estruturas, residências e prédios. O Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), em seu artigo 15, estabelece que as áreas de proteção ambiental têm o propósito de salvaguardar a diversidade biológica da região e também regulamentar o processo de ocupação humana (SNUC, 2000).

Isso significa que, desde que observados os limites, regulamentos e restrições definidos, é possível haver edificações dentro da Área de Proteção Ambiental (APA). A

presença de tais construções, quando compatíveis com as diretrizes de conservação, pode coexistir harmoniosamente com os objetivos de proteção e gestão da área.

Figura 3 - Edificações que se apresentam já no começo da APA.

Fonte: Autores (2023).

Ao analisarmos os hectares mapeados em cada ano, notamos um crescimento progressivo das áreas em estudo. Em 2010, a extensão mapeada era de 144,88 hectares. Essa área expandiu para 150,44 hectares em 2016 e, posteriormente, para 185,99 hectares em 2023.

Esses números demonstram um aumento constante nas áreas mapeadas ao longo dos anos, indicando um crescimento percentual no uso da terra. Em relação ao ano de 2010, houve um aumento de aproximadamente 3,83% em 2016 e um crescimento adicional de cerca de 23,26% até 2023.

Essa tendência de crescimento percentual ilustra a evolução das áreas mapeadas nos diferentes momentos temporais, proporcionando melhor análise sobre as transformações ocorridas na paisagem da Área de Proteção Ambiental (APA) da Sabiaguaba.

Agricultura Urbana

A prática da agricultura urbana (figura 4) tem apresentado um crescimento constante ao longo do tempo. Inicialmente, em 2010, abrangia uma extensão de 21,16 hectares, que aumentou para 25,57 hectares em 2016 e continuou a expandir-se para 27,16 hectares em 2023. Esse aumento reflete um interesse crescente na produção de alimentos em ambientes urbanos, possivelmente impulsionado por uma maior conscientização sobre a sustentabilidade, a segurança alimentar e a utilização eficiente de espaços disponíveis nas cidades.

Figura 4 - Agricultura Urbana.

Fonte: Autores (2023).

A APA apresenta diversas áreas que possuem o uso de solo voltados para plantações, na área da imagem em questão foi realizada uma entrevista informal com o funcionário que se encontrava na horta.

Entrevistado: O que é plantado no local?

Funcionário: Verduras, como cheiro verde e salsinha, e ervas como alecrim, manjericão e erva-doce.

Entrevistado: Qual a destinação do que está sendo plantado? Para a comunidade ou para grandes comércios de fora?

Funcionário: Na comunidade mesmo não fica, não sei informar para onde vai, pois fazemos o trabalho braçal e depois é passado para o atravessador, ele que sabe a destinação.

Se tratou de uma entrevista informal, no momento o funcionário estava realizando a colheita de parte da plantação. Conseguimos observar que é utilizado o tipo de irrigação por aspersão.

Loteamento

Dentro da APA foi identificada a presença de vários lotes (Figura 05). O lote pode ser entendido como uma fração de território que é ligada a uma rede de infra- estrutura urbana e tem como finalidade a construção de uma edificação. Seguindo o zoneamento de Fortaleza, os lotes são classificados em loteamento residencial, que são aqueles utilizados para fins de moradia e seus serviços de apoio. Há também o loteamento de interesse social, que tem como objetivo a construção de habitação para a população de baixa renda e destinado ao reassentamento popular. E por fim há o loteamento industrial, que é utilizado para construção de indústrias e para atender as necessidades delas.

Figura 5 - Loteamentos.

Fonte: Autores (2023).

Durante o período entre 2010 e 2023, os tamanhos dos loteamentos apresentaram flutuações. Inicialmente diminuindo ligeiramente de 18,70 hectares em 2010 para 18,50 hectares em 2016, houve posteriormente um notável crescimento, atingindo 24,84 hectares em 2023. Esse aumento pode indicar uma demanda crescente por espaços residenciais ou comerciais, possivelmente impulsionada por fatores econômicos, demográficos e de desenvolvimento urbano na região.

Comércios Turísticos

Os comércios turísticos apresentaram variações no tamanho ao longo do tempo: aumentando de 7,03 hectares em 2010 para 9,61 hectares em 2016, seguido por uma redução para 6,27 hectares em 2023, quando um complexo gastronômico foi introduzido, reunindo diversos empreendimentos em um único local. O complexo buscou centralizar opções de restaurantes e bares, possivelmente visando oferecer uma experiência conveniente e diversificada para moradores locais e turistas. Essas mudanças podem refletir influências econômicas, demanda turística e estratégias de mercado.

Barracas de Praia

Barracas de praia são estabelecimentos comerciais presentes principalmente em áreas litorâneas, como praias, oferecendo serviços como alimentos, bebidas e aluguel de equipamentos. Essas barracas agregam comodidade e entretenimento aos visitantes, fazendo parte da paisagem costeira e contribuindo para a atmosfera descontraída e turística das praias.

Figura 6 - Comércios de Praia.

Fonte: Autores (2023).

Complexo Gastronômico

Área em que está localizado o Complexo Ambiental e Gastronômico da Sabiaguaba, novo empreendimento turístico. Inaugurado no dia 29 de março de 2022, o complexo se localiza às margens do Rio Cocó, obtendo uma areas com cerca de 2,5 hectares, contando com um píer de 17 quiosques que são geridos pelos antigos donos das barracas que se localizavam na área (G1, 2023).

Figura 7 - Complexo Gastronômico da Sabiaguaba.

Fonte: Autores (2023).

O complexo surge como um forte atrativo turístico dentro da APA, com atrações locais e comida típica e promover a economia local, mas além de se localizar às margens do Rio Cocó, localizado perto do Parque Natural Municipal das Dunas de Sabiaguaba (PNMDS) (Figura 08), local que é bastante visada pelas pessoas que sobem nas dunas para ver o pôr do sol e alguns para o pratica de atividades como Skibunda, a consequência de tal ato é a possível diminuição que o volume de pessoas pode causar as dunas, assim como está ocorrendo nas dunas de jericoacoara, o seu desaparecimento como consequência das ações desordenadas e crescendo do homem.

Figura 8 - Dunas.

Fonte: Autores (2023).

Em fevereiro de 2006 foram criadas as duas unidades de conservação discutidas neste estudo. São elas a Área de Proteção Ambiental da Sabiaguaba e o Parque Municipal das Dunas da Sabiaguaba com o objetivo de mitigar os danos existentes e futuros nesse ecossistema. As dunas da Sabiaguabas são compostas por dunas fixas, semifixas e dunas móveis. Elas são de grande importância para fauna e flora da região em que se encontram.

Vias pavimentadas

Ao longo dos anos, observou-se um aumento notável no tamanho das vias pavimentadas. Inicialmente, em 2010, a extensão era de 9,86 hectares, e esse valor cresceu para 25,4 hectares em 2016. No entanto, o aumento mais substancial ocorreu em 2023, atingindo 30,27 hectares. Esse crescimento pode ser diretamente atribuído à inauguração da rodovia CE-010 em 2018, a qual atravessa uma Área de Proteção Ambiental (APA). A introdução dessa nova via destaca a interseção entre o desenvolvimento da infraestrutura viária e as considerações ambientais, destacando a importância de equilibrar o progresso com a preservação dos recursos naturais e da biodiversidade.

Figura 9 - Vias Pavimentadas caracterizando a infraestrutura recém implantada na área (CE - 010).

Fonte: Autores (2023).

Vias Não Pavimentadas

Vias sem pavimentação (Figura 10) são estradas que não possuem uma superfície asfaltada ou concretada. Em vez disso, são constituídas por uma camada de terra compactada, cascalho ou outros materiais naturais.

Essas vias estão muito presentes na área de estudos, pode-se observar no mapeamento que o seu uso se destina principalmente nas áreas próximas à faixa de praia ao dar acesso à praia e as barracas, e também se observa grandes áreas de vias não pavimentadas às margens das áreas de agricultura urbana, destinando-se ao transporte da produção de agricultura. Ao longo do período analisado, houve um notável crescimento nas vias não pavimentadas, começando em 15,19 hectares em 2010, subindo para 26,24 hectares em 2016 e atingindo 32,49 hectares em 2023.

Figura 10 - Vias Não Pavimentadas

Fonte: Autores (2023).

Considerações Finais

As análises apresentadas sobre a evolução das formas de uso na Área de Proteção Ambiental da Sabiaguaba revelam uma tendência de crescimento gradual da ocupação das

terras ao longo dos anos. A representação visual por meio de mapas e gráficos proporciona uma compreensão mais clara das mudanças ocorridas no uso da terra na região e suas implicações ambientais e políticas.

A urbanização e a presença de edificações têm aumentado dentro da APA, acompanhadas pelo crescimento da agricultura urbana, indicando um interesse crescente na produção de alimentos em ambientes urbanos. O aumento de loteamentos e comércios turísticos também sugere um crescimento econômico e demográfico na região. Além disso, a introdução de um Complexo Gastronômico mostra uma tentativa de equilibrar o desenvolvimento econômico com a preservação dos recursos naturais.

A expansão das vias pavimentadas e não pavimentadas destaca a interseção entre a infraestrutura viária e as considerações ambientais. O crescimento dessas vias pode ser atribuído a fatores como a inauguração de rodovias e à necessidade de acesso a áreas de agricultura e lazer, como praias e barracas.

Por fim, é evidente que a dinâmica do uso da terra na APA da Sabiaguaba está em constante mudança, impulsionada por fatores econômicos, demográficos, turísticos e de desenvolvimento urbano. A análise detalhada das diferentes tipologias de uso oferece uma base sólida para tomadas de decisão informadas e estratégias de gestão sustentável, visando a preservação dos componentes naturais e a harmonização entre desenvolvimento humano e conservação ambiental.

Referências

DAMBRÓS, Gabriela. Qual o papel das geotecnologias na estruturação de um novo paradigma da Geografia?. Caderno de Geografia, v. 30, n. 60, p. 163-171, 2020.

DELGADO, J. M. Areas de Protección Ambiental financiadas por el BID (período 1990-2000): informe de consultoria. Brasília: BID, 2000.

Estrutura do polo gastronômico da Sabiaguaba é inaugurada às margens do Rio Cocó. G1, 2022. Disponível em:<https://g1.globo.com/ce/ceara/noticia/2022/03/29/estrutura-do-polo-gastronomico- da-sabiaguaba-e-inaugurada-as-margens-do-rio-coco.ghtml>. Acesso em: 03, Ago e 2023.

EUCLYDES, A. C. P.; MAGALHÃES, S. R. A. A Área de Proteção Ambiental (APA) e o ICMS Ecológico em Minas Gerais: algumas reflexões. Revista Geografias, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 39–55, 2006.

FORTALEZA, Prefeitura Municipal de. Secretário de Meio Ambiente e Controle Urbano – SEMAM. Plano De Manejo: Parque Natural Municipal Das Dunas De Sabiaguaba Área De Proteção Ambiental De Sabiaguaba. Fortaleza, 2010.

LEI No 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000. Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm>. Acesso em: 03, Ago e 2023.

LIMA, E. R.; MENDES, L. M. S.. Análise das Formas de Uso e Ocupação do Estuário do Rio Pirangi Beberibe/Fortim-Ceará. Sociedade e Território, v. 34, n. 3, p. 33-52, 2022.

VAEZA, Rafael Franco et al. Uso e ocupação do solo em bacia hidrográfica urbana a partir de imagens orbitais de alta resolução. Floresta e Ambiente, v. 17, n. 1, p. 23- 29, 2012.

Efeito das rodovias na fragmentação da paisagem semiárida de Quixadá – CE, Brasil

The effect of road on the fragmentation of the semi-arid landscape in Quixadá – CE, Brazil

Luiza Teixeira de Almeida
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
0000-0001-5821-240X
lutebio2009@gmail.com

João Luís Sampaio Olímpio
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
0000-0002-7152-1968
joao.olimpio@ifce.edu.br

Resumo: A fragmentação de paisagem resulta da conversão de área em manchas de vegetação de variados tamanhos e conectividades, dependendo da intensidade de uso do solo. As rodovias são responsáveis pela remoção de cobertura vegetal original próximo as áreas urbanas, e alteram a função e a estrutura da paisagem. Caracterizamos e estabelecemos o grau de conservação da paisagem e os aspectos gerais de fragmentação causada pela densidade de rodovias no semiárido cearense. Dessa forma, caracterizamos a cobertura vegetal das rodovias e determinamos duas faixas de influência: uma de 200 m e outra de 1200 m da rodovia. Há o predomínio de fragmentos de menor tamanho em ambas as zonas de influência e a formação savânica é predominante e apenas 1 a 3% da formação florestal e campestre.

Palavras-chave: Ecologia de estradas, Influência ecológica, Fragmentos.

Abstract: Landscape fragmentation results from the conversion of areas into patches of vegetation of varying sizes and connectivity, depending on the intensity of land use. Highways are responsible for removing the original vegetation cover near urban areas and altering the function and structure of the landscape. We characterized and established the degree of conservation of the landscape and the general aspects of fragmentation caused by the density of roads in the semi-arid region of Ceará. In this way, we characterized the vegetation cover of the roads and determined two zones of influence: one 200 m and the other 1200 m from the road. There is a predominance of smaller fragments in both zones of influence and the savannah formation is predominant and only 1 to 3% of the forest and grassland formation.

Keywords: Road ecology, Ecological influence, Patches.

Introdução

As infraestruturas viárias contribuem para a conectividade de centros urbanos, e auxilia no escoamento dos produtos agropecuários (Formam *et al*, 2003) e industriais. A interação das rodovias com as paisagens onde estão inseridas determinam a forma, o tamanho das redes viárias que irão se formar nessa região. Além disso, a densidade de rodovias atua direta e indiretamente na fragmentação da paisagem com consequente perda de hábitat, diminuindo assim, a persistência de populações de espécies da biodiversidade local, pois contribui com a erosão genética dessas populações a partir do efeito barreira ocasionado pelas construções de novas rodovias, e mortalidade dos indivíduos dessas populações durante a operação das rodovias (Formam; Alexander, 1998).

Dessa forma, as rodovias são responsáveis pela remoção de cobertura vegetal original próximo as áreas urbanas, e alteram a função e a estrutura da paisagem (Forman; Deblinger, 2000). Em paisagens fragmentadas é necessário incluir a distância das estradas em relação ao fragmento de habitat ou quanto a sua densidade na paisagem ou no entorno do fragmento.

A fragmentação de paisagem resulta da conversão de área em manchas de vegetação de variados tamanhos e conectividades, dependendo da intensidade de uso e ocupação do solo (Forman, 1995). Com a fragmentação são formados segmentos de habitats que podem estar mais ou menos conectados, dependendo do tipo de uso dessas áreas. Esse isolamento pode funcionar como barreira para diversas espécies animais. Investigar a relação entre a estrutura e as funções das paisagens fragmentadas ajuda a ampliar o entendimento de como os padrões de paisagem e os processos ecológicos estão correlacionados (Forman; Godron 1986).

A Ecologia de Paisagens está relacionada com a compreensão desses padrões da paisagem, incluindo a sua função e dinâmica, percebendo-a como áreas heterogêneas, compostas por ecossistemas interativos (Metzger, 2001). A heterogeneidade das paisagens pode demonstrar uma fragmentação “natural”, no entanto, quando a intensificação do uso do solo acarreta perda de área de vida, distribuição das espécies e diminui a mobilidade e a persistência de populações, os habitats tornam-se menos resilientes (Bender *et al.*, 2003). Esse somatório de processos de transformação espacial torna esses fragmentos mais vulneráveis a pressões antrópicas (Jaeger, 2000).

Esse cenário ocorre com a vegetação caatinga no semiárido nordestino, que sofre processo de fragmentação intensa com a urbanização e o crescimento dos conglomerados urbanos e o aumento da malha rodoviária que permanece em expansão (Moro *et al.*, 2015). A caatinga abrange 70% do território cearense (Souza, 1988). A peculiaridade do semiárido nordestino com pluviosidade em média de 700 mm o déficit hídrico anual, torna o ambiente mais vulnerável a fragmentação e intensificação do uso do solo. A compreensão das relações entre as estradas e a paisagem pode ser uma ferramenta para a tomada de decisão em planejamento ambiental e de transportes (Dramstad *et al.*, 1996; Forman, 2004).

A partir do exposto, o objetivo desse estudo foi caracterizar e estabelecer o grau de conservação da paisagem e os aspectos gerais de fragmentação causada pela densidade de rodovias, a partir do tamanho das manchas da vegetação caatinga presente na região em diferentes zonas de efeitos das rodovias selecionadas.

Área de estudo

Este estudo foi realizado no sertão central cearense. A área demarcada está inserida na unidade conservação integral MONA, denominada, Monumento Natural Os monólitos de Quixadá.

A área de estudo está inserida no contexto do semiárido nordestino, no território cearense. Em virtude das condições climáticas dominantes, o Ceará é considerado como um dos estados mais secos do país (Zanella *et al*., 2005). Também é característica da região a sazonalidade provocada pela compartimentação de dois períodos bem distintos: uma estação chuvosa que se inicia em dezembro e diminui em maio e uma estação seca no restante do ano.

Quanto às unidades fitoecológicas locais estão presentes a depressão sertaneja (caatinga sobre embasamento cristalino), a planície fluvial (mata ciliar com carnaúba) e os ambientes especiais (vegetação rupícola e vegetação aquática) (Moro *et al*., 2015).

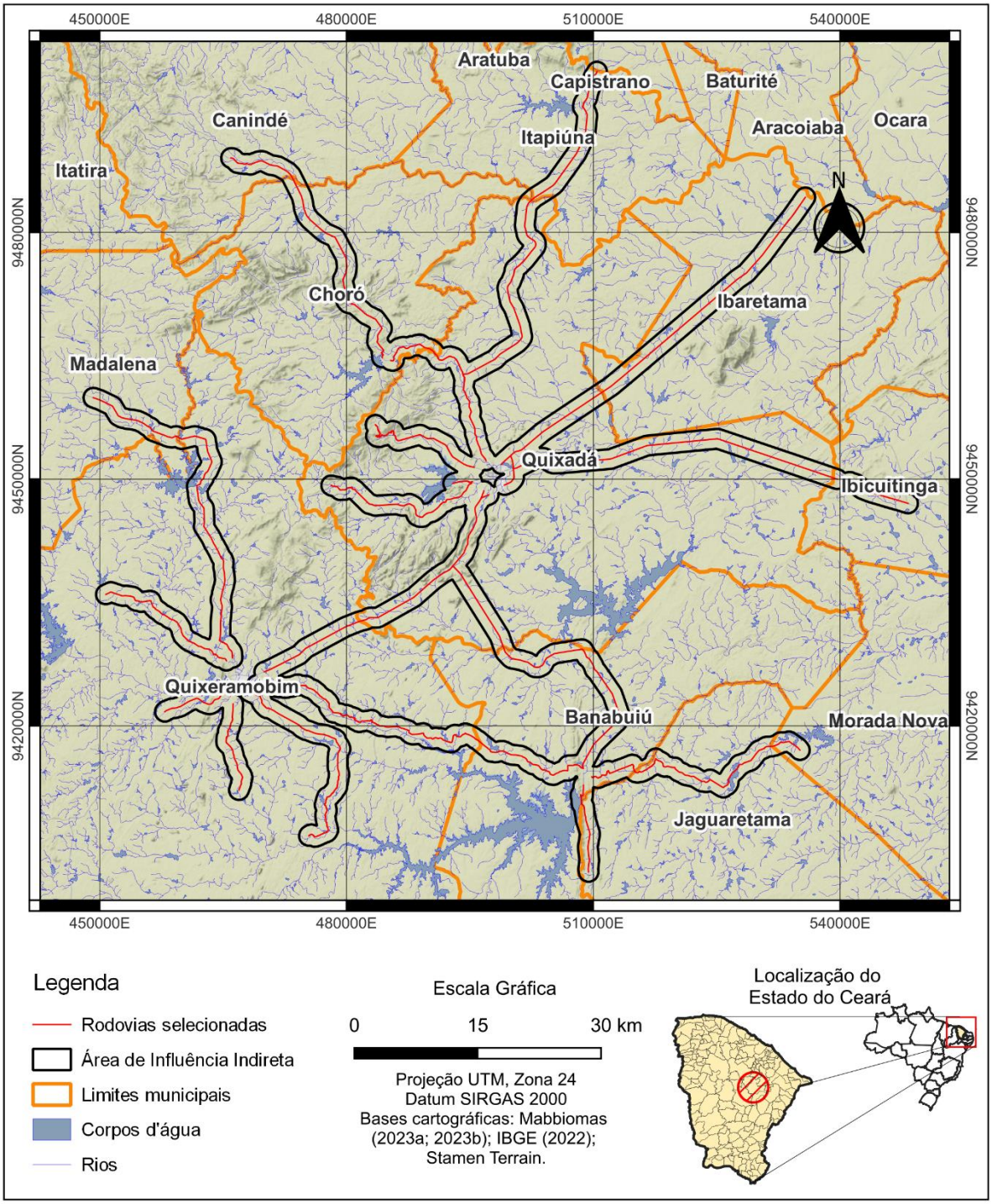
Além das referidas unidades fitoecológicas presentes, o aspecto fisionômico da Caatinga é heterogêneo tanto do ponto de vista vegetacional, como em relação ao uso antrópico. Do ponto de vista vegetacional, o entorno das rodovias varia entre a Caatinga florestal e savânica. Quanto ao uso do solo, há presença de plantações de milho, pastos, fazendas de criação de animais, pequenas comunidades, trechos urbanos e áreas de mineração.

Metodologia

Produção cartográfica e Caracterização da paisagem

Foram demarcadas todas as rodovias pavimentadas, com exceção das rodovias presentes em áreas totalmente urbanas, em um *buffer* de 50 km a partir do centro do município de Quixadá, Ce. (Figura 1). As rodovias da região dão acesso as cidades de pequeno e médio porte, como os municípios de Madalena, Chorozinho, Ibaretama, Quixeramobim, além da capital do estado, Fortaleza.

Figura 1 – *Buffer* de 50 km com as rodovias pavimentadas selecionadas com suas respectivas áreas de influência indireta.



Fonte: Os autores (2023).

Estimamos a área de influência direta e indireta das rodovias de acordo com a metodologia indicada em Forman e Deblinger (2000), que considera diversas distâncias do entorno das rodovias como potenciais zonas de efeito ecológico dessas rodovias. Para determinar a zona de efeito ecológico em relação a paisagem em geral, e possivelmente para animais de pequeno porte presente na região, determinamos a faixa de influência direta de

200 m para rodovias pavimentadas de mão dupla, que predominam na região. Após estabelecer a área com influência direta, estabelecemos a área de influência indireta, com distância de 1.200 m de cada rodovia. Destacamos que, com essas faixas de influência não há como prever o nível do efeito da fragmentação em relação a outros tipos de impactos, como caça, área de vida de mamíferos de grande porte, efeitos que extrapolam a distância de 10 km das rodovias. Com a faixa de 200 e 1200m podemos inferir potenciais efeitos das rodovias sobre a migração de anfíbios e a proliferação de plantas invasoras, por exemplo (Formam; Deblinger, 2000). Dentro de ambas as áreas, caracterizamos a cobertura do solo e a vegetação, seguindo a nomenclatura sugerida pelo projeto MapBiomas (2023) (Quadro 1).

Quadro 1 –Tipos vegetacionais e o uso da terra presentes no buffer de 50 km, a partir do centro do município de Quixadá – Ce. Entorno das rodovias pavimentadas de mão dupla.

Cobertura do solo e vegetação	**Descrição**
Formação florestal	Tipos de vegetação com predomínio de dossel contínuo - Florestada, Floresta Estacional Semi-Decidual e Decidual.
Formação savânica	Tipos de vegetação com predomínio de espécies de dossel semi-contínuo -Savana Arborizada.
Formação campestre	Tipos de vegetação com predomínio de espécies herbáceas
Pastagem	Área de pastagem, predominantemente plantadas, vinculadas a atividade agropecuária
Mosaico de Usos	Áreas de uso agropecuário onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura.
Área Urbanizada	Áreas com significativa densidade de edificações e vias, incluindo áreas livres de construções e infraestrutura
Áreas não vegetadas	Áreas de superfícies não permeáveis (infra-estrutura, expansão urbana ou mineração) não mapeadas em suas classes.
Mineração	Áreas referentes a extração mineral de porte industrial ou artesanal (garimpos), havendo clara exposição do solo por ação por ação antrópica.
Rio, Lagos	Rios, lagos, represas, reservatórios e outros corpos d'água.

Fonte: Projeto MapBiomas – Descrição da legenda,coleção 7.0.

A distribuição espacial da cobertura vegetal e usos da terra foi realizada por meio de uma imagem de alta resolução espacial (10,0 metros) processada pelo Mapbiomas (2023), a

partir de conjunto de imagens do satélite Sentinel-2. Os dados são referentes ao ano de 2022. Foi utilizado o *software* QGIS para produção cartográfica.

A partir do número, tamanho e percentual de área coberta por formação florestal, savânica e campestre estabelecemos a fragmentação do entorno das rodovias, comparando o cenário da área de influência direta dessas rodovias (AID – 200m) com a área de influência indireta (AII -1200m). Para tal, dividimos os fragmentos em 12 classes de tamanhos que variaram de 0,01 ha a fragmentos maiores de 1000 ha.

Resultados e Discussão

A área total do *buffer* é 7860,1 km², a área amostrada foi de 1.284 km² (128.444,3 hectares), dessa área amostrada, 530 km correspondem as rodovias pavimentadas de mão dupla. A densidade de rodovias nesse *buffer* é de aproximadamente 14,8 km de rodovia a cada 1 km². A caracterização da cobertura do solo revelou que há quase seis mil fragmentos com mosaico de usos (agropecuária, pastagem) tanto na AID como na AII, o que corresponde a aproximadamente 20% tanto da AID como da AII. Já as formações florestal e campestre variam entre 1% e 3% da AID e AII, enquanto a formação savânica possui cobertura de aproximadamente 50% e 60%, da AID e AII, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização da cobertura do solo de acordo com o número de fragmentos e sua composição total na área de influência indireta (1200 m) das rodovias pavimentadas.

Cobertura do solo e vegetação	Nº de fragmentos		Área (ha)		Área (%)	
	AID	AII	AID	AII	AID	AII
Formação Florestal	1423	7425	242,03	1439	1,14	1
Formação Savânica	4466	17810	11145,27	80289	52,36	63
Formação Campestre	2261	11634	560,11	3609	2,63	3
Pastagem	2394	8927	2502,51	11705	11,76	9
Mosaico de Usos	5866	28400	5889,78	27309	27,67	21
Área Urbanizada	174	346	476,98	1886	2,24	1
Áreas não vegetadas	1186	3764	366,58	1320	1,72	1
Mineração	15	52	11,21	78	0,05	0
Rio, Lagos	115	464	91,44	801	0,43	1
Total	17900	78822	21285,92	128438	100	100

Fonte: Os autores. Informações coletadas da imagem disponível no Projeto MapBiomas através do https://mapbiomas.org/mapbiomas-publica-primeira-colecao-de-mapas-de-cobertura-e-uso-da-terra--com-resolucao-espacial-de-10-metros (2023). *AID: Área de Influência Direta; **AII: Área de Influência Indireta.

Esses resultados revelam o intenso uso do solo, e o predomínio de uma paisagem extremamente heterogênea. A influência ecológica das rodovias afeta de maneira semelhante - observando apenas o tipo de uso do solo - tanto a poucos metros da rodovia e até mesmo

com 1 km de distância, o efeito relacionado ao tipo de uso e o tipo de cobertura vegetal não se altera.

Quanto a fragmentação dessas áreas, as formações florestal, savânica e campestre possuem resultados diferentes em relação a AID e AII. A formação florestal da caatinga na área de 200 m de distância (AID) das rodovias possui apenas um tipo de classe de fragmento (0,01 -9,99), enquanto há 1200m (AII) há fragmento florestal de três classes de tamanho, variando de fragmentos 0,01 até 40 ha. No entanto, os fragmentos da primeira classe (menores) também predominam há 1200 m (AII) da rodovia (Tabela 2).

Tabela 2 - Caracterização das AID e AII quanto ao número de fragmentos de cada classe de vegetação nativa e o percentual de cobertura vegetal desses fragmentos na AID e AII.

Fragmentos	Formação florestal				Formação Savânica				Formação Campestre			
	Nº		Área (ha)		Nº		Área (ha)		Nº		Área (ha)	
	AID	AII	AID	AII	AID	AII	AID	AII	AID	AII	AID	AII
0,01 - 9,99	1423	7421	242,03	1.351,183	4377	17491	186.9426	710.5043	2261	11633	560111	3596,54
10 - 19,99	0	122	0	27,2	29	122	420.097	1711118	0	1	0	12827
20 - 29,99	0	36	0	22,45	11	36	267,85	880,28	0	0	0	0
30 - 39,99	0	1	0	38,49	11	21	381,91	694,94	0	0	0	0
40 - 49,99	0	0	0	0	8	12	377,16	550,17	0	0	0	0
50 - 59,99	0	0	0	0	3	11	157,08	608,6	0	0	0	0
60 - 69,99	0	0	0	0	4	3	259,67	190,47	0	0	0	0
70 - 79,99	0	0	0	0	2	6	147,95	444,07	0	0	0	0
80 - 89,99	0	0	0	0	1	8	83,16	673,63	0	0	0	0
90 - 99,99	0	0	0	0	3	5	284,22	482,1	0	0	0	0
100 - 999,99	0	0	0	0	15	82	4358,88	21883,73	0	0	0	0
≥1000	0	0	0	0	2	13	2537,88	45065,06	0	0	0	0

Fonte: Os autores (2023). *AID: Área de Influência Direta; **AII: Área de Influência Indireta.

Os fragmentos maiores são essenciais à manutenção e ampliação da biodiversidade do ecossistema, pois são capazes de manter sua estrutura interna e a estabilidade florestal (VALENTE, 2001). Com efeito, quando mais subdividida for a paisagem, mais ela é suscetível às perturbações antrópicas ou naturais e, consequentemente, a estabilidade ecológica e a oportunidade de coexistência entre as espécimes tornam-se mais instáveis. Contudo, estes fragmentos estão contíguos aos usos que se constituem enquanto vetores de intervenção aos ecossistemas, como as áreas de risco e aquelas dedicadas à agropecuária.

Não há fragmentos florestais maiores que 40 ha em nenhuma das duas áreas (AID e AII). A formação savânica predomina na região. Ambas as áreas possuem fragmentos de todas as classes de tamanho, com fragmentos maiores se estendendo por mais 1000 ha. É importante compreender que as áreas consideradas savânicas, para Coutinho (2016) seria uma caatinga arbustiva aberta, com alguns indivíduos arbóreos. Essas áreas se estendem por toda a área do entorno das rodovias, já os fragmentos florestais correspondem a caatinga arbórea contínua que corresponde apenas a 1% do entorno das rodovias amostradas. Os fragmentos savânicos favorecem o uso mais extensivo do solo, como criação de caprinos, intercalado com pastagem, além de abrigar pequenos reservatórios de água no período chuvoso.

Além disso, um grande percentual de fragmentos de tamanho reduzido implica que estes estão mais sujeitos aos efeitos de borda. É possível haver diferenciação na utilização de bordas entre as espécies ou as bordas podem ter propriedades seletivas, inibindo a dispersão de algumas espécies e facilitando de outras (Hermann; Rodrigues; Lima, 2005).

A predominância de fragmentos menores tanto na AID (200 m) como na AII (1200 m) (Tabela 2) indica que a zona de influência das rodovias para formações savânicas é semelhante para ambas as zonas de influência, no entanto a classe e tamanho entre 100 a 1000 ha se destaca em número (82 fragmentos) na AII, enquanto há apenas 15 desses fragmentos na AID. Há um predomínio de fragmentos maiores há uma distância de 1200 m em relação a AID, mais próxima a rodovia. Em estudos em florestas tropicais, em área suburbanas e em áreas protegidas demostram que a zona de efeito das rodovias é de 0,1 km e chega a 50 km (Laurance, 2000, Forman; Deblinger, 2000). Na Amazônia, Laurance *et al.* (2001) em regiões onde há rodovia e vias expressas há perda de pelo menos 30% de floresta em uma zona de 0 a 10 km de distância das rodovias. Nossos resultados indicam que aparentemente, as rodovias tendem a causar perda desflorestamento mais localizados. Ao avaliar a fragmentação em uma região da caatinga Santos e Tabarelli (2001) propõem que a zona de efeito das rodovias para regiões de caatinga são de 12 a 15 km.

Há maior número de fragmentos na classe de menor tamanho de formação savânica tanto na AID como na AII (4.377; 17.491, respectivamente), em ambas as áreas há 98% de fragmentos de menor tamanho (0,01 – 9,99), fragmentos pequenos interferem na migração de anfíbios e favorecem a proliferação de plantas invasoras no entorno da rodovia, já que a formação savânica já é naturalmente heterogênea e possui espaçamento arbustivo e arbóreo intercalado com herbáceas, esses pequenos fragmentos são intercalados com pastagem, áreas não vegetadas e pequenos reservatório de água para dessedentação animal.

Entre 1990 e 2010, a caatinga perdeu mais de 80.000 km² de sua vegetação lenhosa natural, há 13 anos atrás restavam apenas 63% da vegetação original (Coutinho, 2016). Com

a constante expansão da malha viária, a perda florestal é gradativa. Nossos resultados sugerem que a expansão viária no interior do Monumento Natural Monólitos de Quixadá está diminuindo a conectividade entre habitats, dificultando a migração de espécies de pequeno porte como anfíbios e provocando o atropelamento desses animais ao utilizar a rodovia como corredor entre os hábitats (Almeida, 2019).

Conclusão

Não encontramos diferença, proporcionalmente, no número de fragmentos e tamanhos entre as duas zonas de efeitos das rodovias estudadas (200m e 1200 m). O estabelecimento da gestão e controle da expansão viária da região é urgente para mitigar o efeito da fragmentação nas imediações das rodovias pavimentadas de mão dupla.

Observa-se um ambiente submetido aos processos de fragmentação e com os efeitos de borda, denotando um potencial para o declínio da diversidade genética e à escassez de recursos necessários à sobrevivência das espécies.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico Tecnológico (CNPq) pelo financiamento da pesquisa.

Referências

ALMEIDA, Luiza Teixeira de. Fatores socioambientais indutores de atropelamento da fauna silvestre. 2019. 112 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza,2019.

BENDER, D. J.; TISCHENDORF, L.; FAHRIG, L. Using patch isolation metrics to predict animal movement in binary landscapes. **Landscape Ecology**, v. 18, p. 17–39, 2003.

DRAMSTAD, W. E.; OLSON, J. D.; FORMAN, R. T. T. Landscape ecology principles in landscape architecture and land-use planning. Washigton: Island Press, 80 p., 1996

FORMAN, R. T. T.; GODRON, M. **Landscape Ecology**. John Wiley & Sons Inc., New York, NY, 620 pp.,1986.

FORMAN, R. T. T.; ALEXANDER, L. E. Roads and their major ecological effects. **Annual Reviews in Ecology & Systematics**, v. 29, p. 207-231, 1998.

FORMAN, R. T. T.; DEBLINGER, R. D. **The ecological road effect zone of a Massachusetts (USA) suburban highway. Conservation Biology**: San Francisco, v. 14, p. 36 46, 2000.

FORMAN, R. T. T. **Road ecology's promise**: What's around the bend? Environment, v. 46, n. 3, p. 8-21, 2004.

FREITAS, S. R; METZGER, J. P. Relação entre a densidade e a conectividade das estradas, e o relevo em uma paisagem fragmentada da Mata Atlântica (Planalto de Ibiúna, SP). In: SIMPÓSIO, 2007.

HERMANN, B. C; RODRIGUES, E; LIMA, A. A paisagem como condicionadora de bordas de fragmentos florestais. Floresta, Curitiba, PR, v.35, n. 1, 2005.

JAEGER, J. A. G. Landscape division, splitting index, and effective mesh size: New measures of landscape fragmentation. **Landscape Ecology**, v. 15, n. 2, p. 115–130, 2000.

LAURANCE, W. F., Mega-development trends in the Amazon: Implications for global change. **Environ. Monit. Asses.**, 61: 113-122, 2000.

LAURANCE, W. F., COCHRANE, M. A., BERGEN, S., FEARNSIDE, P. M., DELAMÔNICA, P., BARBER, C., D'ANGELO, S. & FERNANDES, T. The Future of the Brazilian Amazon. **Science**, 291: 438, 2001.

METZGER, J.P. O que é ecologia de paisagem? **Biota Neotropica**, 1(1/2): 1-9, 2001.

MORO, M. M.; MOURA-FÉ, M.; FARIAS, S M.; COSTA, R. (2015). Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**. 66. 717-743. 10.1590/2175-7860201566305.

PROJETO MAPBIOMAS – Coleção Beta de Mapas Anuais de Cobertura e Uso da Terra do Brasil com 10 metros de resolução espacial. Disponível: https://mapbiomas.org/mapbiomas-beta-10m. Acesso em 19 de ago. de 2023.
SOUZA, M.J.N. Contribuição ao estudo das unidades morfo-estruturais do estado do Ceará. **Revista de Geologia** 1: 73-911,1988.

TABARELLI, M; SANTOS, A. M. Distance from roads and cities as a predictor of habitat loss and fragmentation in the caatinga vegetation of Brazil. Braz. J. Biol, v. 62, p. 897-905, 2002.

VALENTE, R. O. A. Análise da estrutura da paisagem na bacia do Rio Corumbataí, SP. Piracicaba. 161 f. Dissertação de Mestrado em Recursos Florestais – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 2001.

ZANELLA, M.E. As características climáticas e os recursos hídricos do Estado do Ceará. In: SILVA, J.B; CAVALCANTE, T.C.; DANTAS, E.W.C. (eds.). **Ceará**: um novo olhar geográfico. Edições Demócrito Rocha, Fortaleza. 480p, 2005.

Vista das Incompatibilidades de Uso e Ocupação frente ao Zoneamento Ambiental previsto no Plano Diretor da Cidade de Fortaleza, Ceará

View of Incompatibilities of Use and Occupation in relation to the Environmental Zoning provided for in the Master Plan of the City of Fortaleza, Ceará

Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra
Secretaria da Educação do Estado do Ceará – SEDUC
https://orcid.org/0000-0002-8147-8000
otavio.barra@prof.ce.gov.br

Fábio Perdigão Vasconcelos
Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0000-0002-0388-4628
fabioperdigao@gmail.com

Cristiano da Silva Rocha
Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0000-0001-9206-9360
cris1989srocha@gmail.com

José Lucas Marques Albuquerque
Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0009-0000-2363-3052
lucasmarques.lm922@gmail.com

Maryane Andrade Ribeiro
Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0000-0002-8986-8986
maryandrade_90@hotmail.com

Resumo: Este trabalho analisa as incompatibilidades relacionadas às formas de uso e ocupação em zonas ambientais previstas no Plano Diretor de Fortaleza (Lei Complementar nº 062/2009). Além da revisão documental do documento citado, foram utilizados para mapeamento, arquivos shapefiles e imagens de satélite, bem como a realização de trabalhos de campo em campanhas no ano de 2022. Os resultados demonstraram diversas incompatibilidades relacionadas ao uso e ocupação em sistemas ambientais frágeis e áreas protegidas, o que impele à necessidade de revisão do Plano Diretor por parte do Poder Público municipal de Fortaleza.

Palavras-chave: Zoneamento Ambiental. Plano Diretor de Fortaleza. Incompatibilidades.

Abstract: This work analyzes the incompatibilities related to the forms of use and occupation in environmental zones foreseen in the Master Plan of Fortaleza (Complementary Law Nº 062/2009). In addition to the documentary review of the cited document, shapefiles and satellite images were used for mapping, as well as carrying out field work in campaigns in the year 2022. The results showed several incompatibilities related to the use and occupation in fragile environmental systems and protected areas, which leads to the need for the Master Plan to be revised by the municipal government of Fortaleza.

Keywords: Environmental Zoning. Fortaleza Master Plan. Incompatibilities.

Introdução

O Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) “estabelece normas de ordem pública e interesse social que regulam o uso da propriedade urbana em prol do bem coletivo, da

segurança e do bem-estar dos cidadãos, bem como do equilíbrio ambiental" (Art. 1º/Parágrafo Único). Em seu Art. 40, o referido Estatuto estabelece que o Plano Diretor, aprovado por lei municipal, é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana.

Para Pereira Júnior, Oliveira e Pereira (2015, p. 2459) "planejar o desenvolvimento da cidade é uma maneira de evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus impactos sobre o meio ambiente".

Embora possua a função de regulação socioambiental do espaço urbano, os Planos Diretores (PD's), em geral, não expressam uma abordagem integrada para questões ambientais e demais políticas setoriais, as quais continuam sendo tratadas de maneira segmentada e muitas vezes conflitante, sem mecanismos efetivos de compatibilização (COSTA, CAMPANTE e ARAÚJO, 2011). Ademais, quando instituída, a maioria de mecanismos e instrumentos favoráveis à consolidação de uma nova política ambiental fora adiada para leis complementares. Deste modo, tentativas de convergência entre os Planos e a questão ambiental mostram-se relativamente recentes e, em muitos casos, ainda frágeis (idem, p.176).

Ainda segundo os autores, a questão ambiental presente nos planos diretores municipais restringe-se basicamente ao estabelecimento de zonas específicas. O zoneamento ambiental proposto em diversos planos é a maior aproximação com a realidade territorial. Porém, ao não se estabelecerem critérios de ocupação e uso claramente diferenciados para as zonas de interesse ambiental, os objetivos definidos de forma geral nos Planos Diretores perdem-se na efetividade da política de uso e ocupação do solo (COSTA, CAMPANTE e ARAÚJO, 2011).

Diante disso, este trabalho tem como principal objetivo analisar as potenciais incompatibilidades frente ao zoneamento ambiental proposto no Plano Diretor do Município de Fortaleza/Ceará (Lei Complementar nº 062/2009) com ênfase nas tipologias de uso e ocupação em ecossistemas frágeis e áreas protegidas. As unidades ambientais contidas nessas macrozonas constituem-se em locais de permanentes conflitos socioambientais.

Metodologia

Enquanto procedimentos metodológicos foi feita uma Revisão Documental no Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) e no Plano Diretor de Fortaleza (Lei Complementar nº 062/2009) especificamente nas seções que remetem ao zoneamento ambiental da cidade.

Para mapeamento das potenciais incompatibilidades frente ao zoneamento ambiental do Plano Diretor, foram utilizados arquivos shapefiles de uso e ocupação e imagens de satélite da extensão do Qgis (*QuickMapServices*, imagens do Bing Satélite). Foram também usados arquivos shapefiles de sistemas ambientais frágeis de acordo com os critérios

estabelecidos pelos Planos Diretores do município, comparando com arquivos (shapes) de áreas protegidas estabelecidas no Zoneamento Ecológico Econômico – ZEE[8]. A escala utilizada neste mapa foi de 1: 580.000.

Durante o ano de 2022 realizaram-se trabalhos de campo nos pontos analisados, para fins de constatação das possíveis incompatibilidades verificadas, até então, pelas imagens de satélite.

Resultados e Discussão

Pereira Júnior et al. (2015) ressaltam que, na busca de se corrigir as distorções apresentadas, a Carta Magna Brasileira (BRASIL, 1988) e o Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001) preveem que o Plano Diretor Participativo (PDP) seja um instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana que deve promover a organização territorial das cidades. Inclui-se, dessa forma, no planejamento de um município, a necessidade de se reduzir os impactos sobre o meio ambiente.

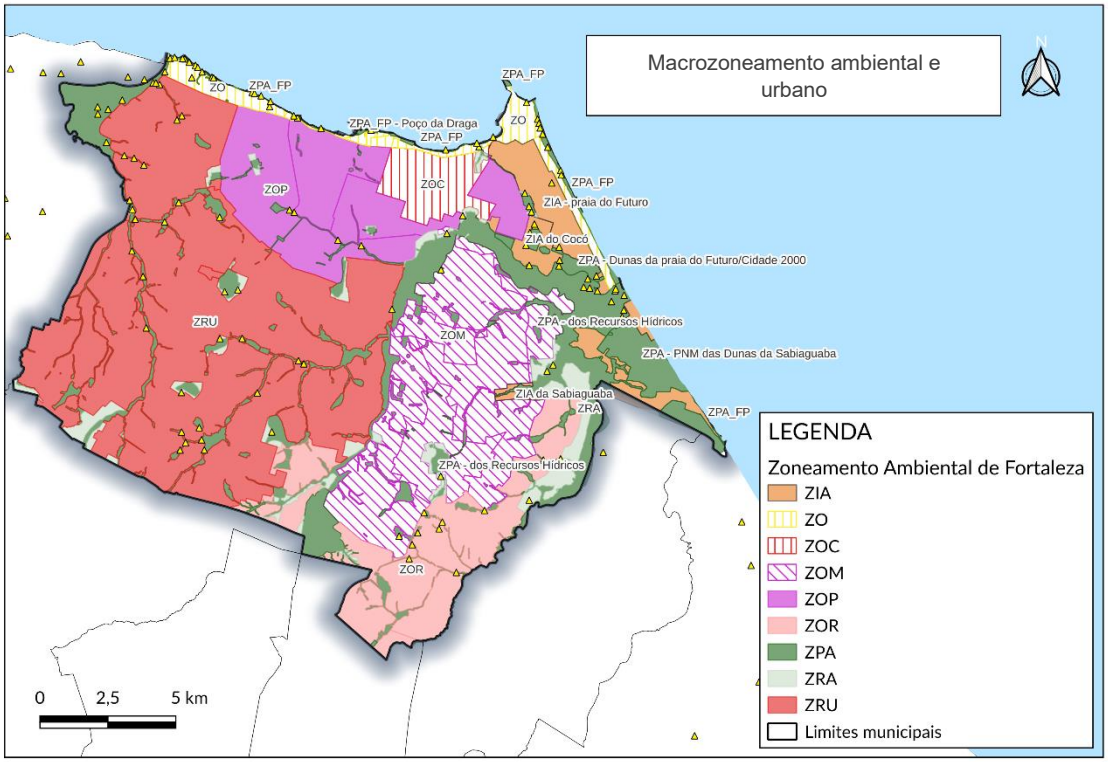
O macrozoneamento do PD de Fortaleza subdivide o território do Município na macrozona de ocupação urbana e na macrozona de proteção ambiental, conforme se observa na Figura 1. Conforme o PD de Fortaleza (Artigo 58), esse macrozoneamento considera os seguintes elementos:

> I - os sistemas ambientais constituídos pela rede hídrica, orla marítima, maciços vegetais, remanescentes de vegetação, manguezais, matas ciliares, dunas e de áreas de preservação permanente;
> II - as características morfológicas e tipológicas do ambiente construído;
> III - os sistemas de saneamento ambiental, instalados e projetados;
> IV - o sistema de mobilidade;
> V - as áreas de comércio, serviços e indústria;
> VI - as áreas públicas, verdes e de lazer;
> VII - a infraestrutura urbana e os equipamentos públicos;
> VIII - as áreas destinadas à habitação.

A macrozona de ocupação urbana corresponde às porções do território caracterizadas pela significativa presença do ambiente construído, a partir da diversidade das formas de uso e ocupação do solo.

[8] Disponibilizado pela Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE.

Figura 1 – Macrozoneamento de Fortaleza a partir do Plano Diretor



Fonte: Barra (2023) a partir do PD de Fortaleza (2009).

Para o macrozoneamento urbano, as zonas propostas são: Zona da Orla (ZO); Zona de Ocupação Consolidada (ZOC); Zona de Ocupação Moderada (ZOM); Zona de Ocupação Preferencial (ZOP); Zona de Ocupação Restrita (ZOR); Zona de Requalificação Urbana (ZRU).

Como já pontuado, em se referindo às questões ambientais do município, a maioria dos Planos se reduz à proposição do macrozoneamento, no qual zonas de especial interesse ambiental e unidades de conservação são definidas (COSTA, CAMPANTE e ARAÚJO, 2011).

A macrozona de proteção ambiental é composta por ecossistemas de interesse ambiental, bem como por áreas destinadas à proteção, preservação, recuperação ambiental e ao desenvolvimento de usos e atividades sustentáveis (Art.59) e se subdivide nas seguintes zonas: ZPA (Zona de Proteção Ambiental); ZRA (Zona de Recuperação Ambiental) e ZIA (Zona de Interesse Ambiental).

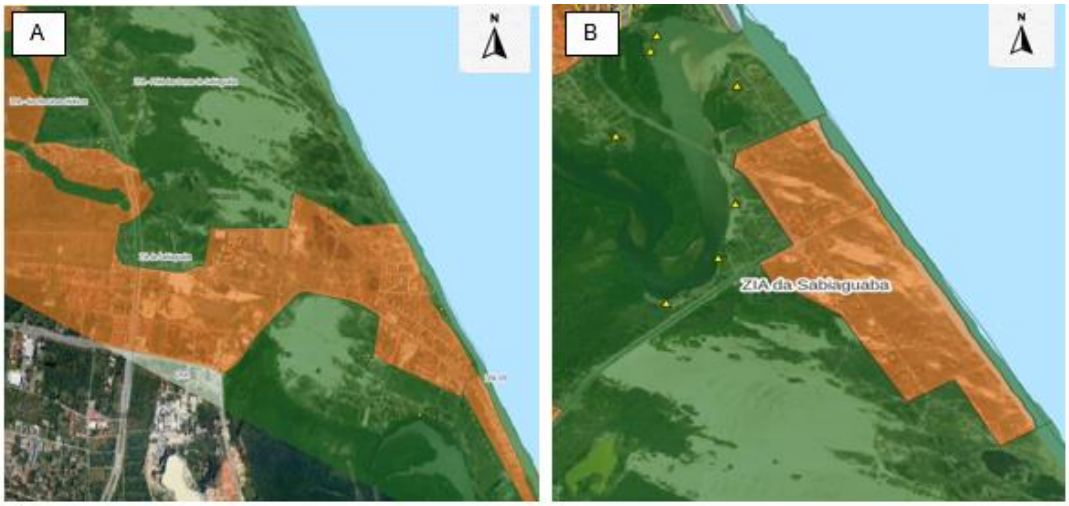
Principais incompatibilidades relacionadas a formas de uso e ocupação

ZPA – PNM das Dunas de Sabiaguaba / ZIA da Sabiaguaba

A imagem de satélite a seguir (Figura 2) destaca a ZPA – PNM (Parque Natural Municipal das Dunas da Sabiaguaba) em tonalidade verde. Em laranja, a Zona de Interesse Ambiental da Sabiaguaba (ZIA). Observa-se o avanço de construções na área de dunas, nas

proximidades do limite entre Fortaleza e Aquiraz, próximo ao rio Pacoti (Figura 3). A Figura 2A apresenta tanto a ZPA – PNM, como a ZIA no estuário do rio Cocó. O polígono da ZIA de Interesse Ambiental da Sabiaguaba (Figura 2B) não é contínuo, mas divide-se em partes.

Figura 2 – (A) ZPA PNM; (B) ZIA Sabiaguaba



Fonte: Barra (2023).

Figura 3 – (A) Planície fluviomarinha do rio Pacoti e campo de dunas;
(B) Estação de tratamento de esgoto próximo à APA do rio homônimo

Fonte: Os autores (2022).

ZPA dos Recursos Hídricos

Área também representada pela cor verde, a ZPA dos Recursos Hídricos está presente em áreas de APP's de lagoas, rios e estuários. Destaca-se abaixo (Figura 4), o estuário do rio Ceará (Figura 5) e seu afluente Maranguapinho.

Figura 4 – Estuário do rio Ceará e seu afluente Maranguapinho

Fonte: Barra (2023).

Figura 5 – Estaleiro instalado na planície fluviomarinha do rio Ceará

Fonte: Os autores (2023).

Sequenciando a análise (Figura 6), se observa a ocupação urbana que segue em direção ao complexo fluviomarinho; bem como, a região do Parque do Cocó, onde a área em verde representa a ZPA dos Recursos Hídricos; no caso do rio Cocó, a área em verde claro representa a ZRA – Zona de Recuperação Ambiental, onde a especulação imobiliária avança e estão localizadas as infraestruturas do Parque. Em laranja, a ZIA do Cocó.

A hachura em vermelho na imagem representa a ZRU – Zona de Requalificação Urbana. A ZOP – Zona de Ocupação Preferencial está apresentada pela cor lilás. A área em

verde representa a ZPA dos Recursos Hídricos. A área em verde claro, a ZRA – Zona de Recuperação Ambiental. Em laranja, a ZIA do Cocó.

Figura 6 – Ocupação urbana que segue em direção ao complexo fluviomarinho

Fonte: Barra (2023).

ZPA das Dunas da Praia do Futuro/Cidade 2000 / ZIA Do Cocó / ZIA Da Praia Do Futuro

A ZPA das Dunas da Praia do Futuro (Figura 7) apresenta-se com poucos pontos de incompatibilidade; já a ZIA do Cocó e da Praia do Futuro (Figura 8) mostram-se como área de interesse à especulação imobiliária, sobrepujando sua configuração de Zona de Interesse Ambiental, pois o adensamento urbano cresce em direção ao Parque do Cocó.

Figura 7 – ZPA Dunas da Praia do Futuro/Cidade 2000 / ZIA do Cocó / ZIA da Praia do Futuro.

Fonte: Barra (2023).

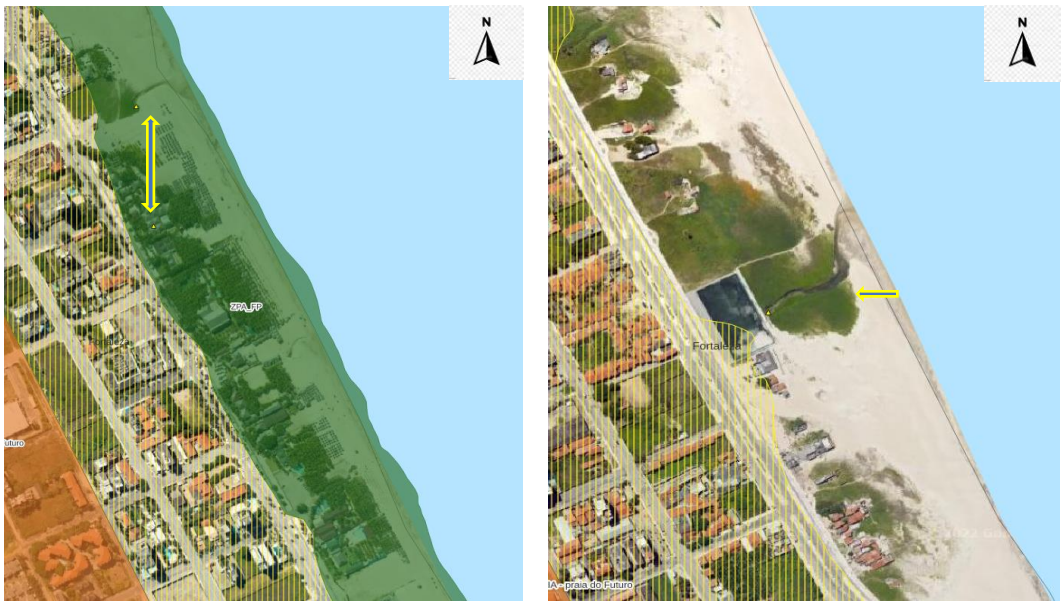
Figura 8 – Vista da ZIA da Praia do Futuro.

Fonte: Os autores (2022).

ZPA – Faixa de Praia

Representada pela hachura amarela na (Figura 9), notam-se nela, possíveis galerias de esgoto (Figura 10), além de construções e grandes infraestruturas.

Figura 9 – ZPA Faixa de Praia (em verde) e apontamento de galeria.



Fonte: Os autores (2023).

Figura 10 – Galeria presente em trecho da Praia do Futuro

Fonte: Os autores (2022).

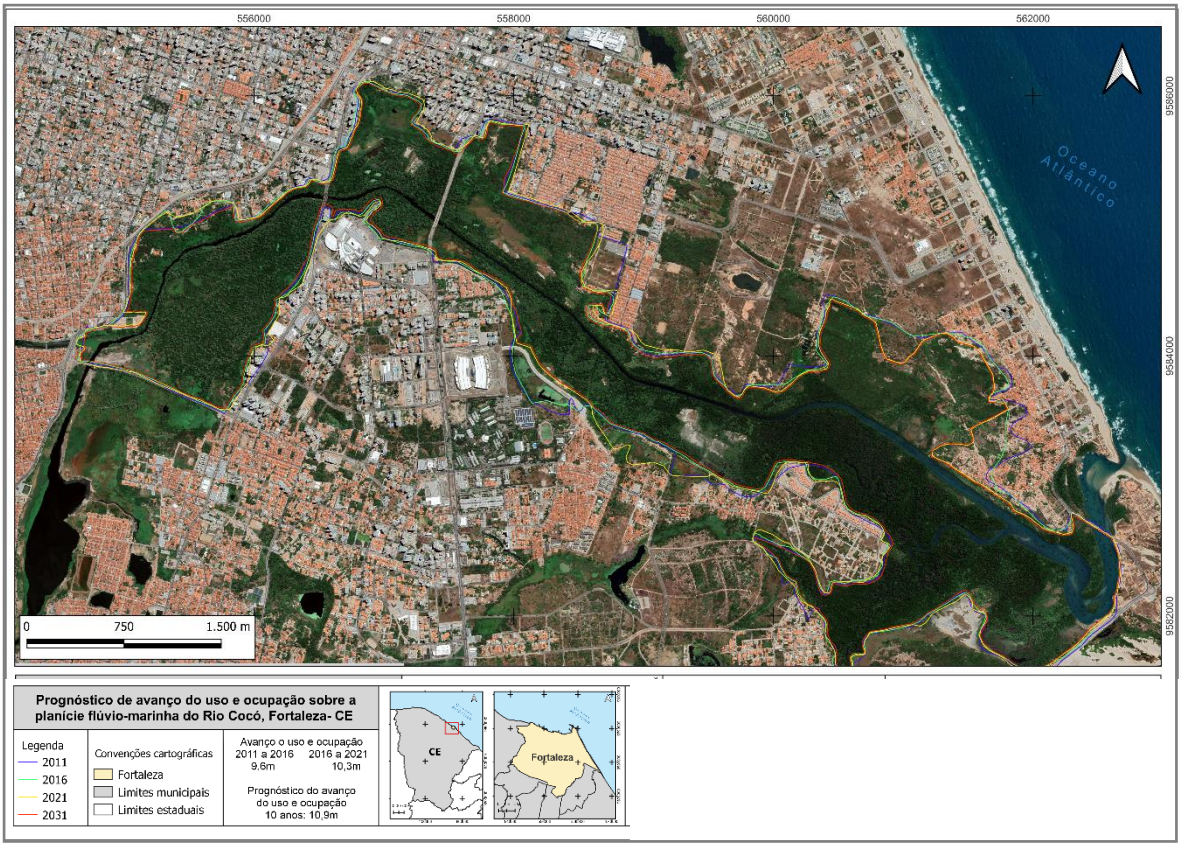
Macrozoneamento por prognósticos

A delimitação de zonas ambientais deve considerar não apenas o diagnóstico atual dos sistemas ambientais, sobretudo quando se considera a expansão das formas de uso e ocupação. É nesse contexto que devem ser realizados prognósticos ambientais da área a ser zoneada. Os prognósticos são importantes, uma vez que auxiliam na construção de cenários.

A realização de cenários simulados possui a vantagem de tornar claros os processos que, eventualmente, geram os serviços ecossistêmicos e as relações de causa e efeitos em relação a sua origem e a sua manutenção, sendo estas últimas fundamentais para identificar possíveis processos ou “espaços” de interferência ou gestão dos serviços de interesse (ASMUS *et.al.*, 2018).

A Figura 11 representa o prognóstico de uso e ocupação para a planície fluviomarinha do rio Cocó, localizada em zona de proteção e interesse ambiental.

Figura 11 – Avanço do uso e ocupação sobre a planície fluviomarinha do rio Cocó



Fonte: Os autores (2023).

Pela análise, observa-se o avanço do uso e ocupação sobre a planície fluviomarinha do rio Cocó da seguinte maneira:

- 2011 – 2016: 9,6 m;
- 2016 – 2021: 10,3 m;

O prognóstico prevê o avanço de 10,9 m nos próximos 10 anos sobre a planície fluviomarinha do rio Cocó.

Conclusão

Este trabalho teve como foco principal analisar as incompatibilidades relacionadas às formas de uso e ocupação em zonas ambientais previstas no Plano Diretor de Fortaleza. A macrozona de proteção ambiental é composta por ecossistemas de interesse ambiental, bem como por áreas destinadas à proteção, preservação, recuperação ambiental e ao desenvolvimento de usos e atividades sustentáveis, se subdividindo em: ZPA (Zona de Proteção Ambiental); ZRA (Zona de Recuperação Ambiental) e ZIA (Zona de Interesse Ambiental).

Na ZPA – PNM das Dunas de Sabiaguaba / ZIA da Sabiaguaba foi observado o avanço de construções na área de dunas e no estuário do rio Cocó. Na ZPA dos Recursos

Hídricos – presente em áreas de APP's de lagoas, rios e estuários – destacou-se a ocupação urbana que seguia em direção ao complexo fluviomarinho; bem como a região do Parque do Cocó, onde a especulação imobiliária avançava.

Na ZPA das Dunas da Praia do Futuro foram vistos poucos pontos de incompatibilidade; já a ZIA do Cocó e da Praia do Futuro mostraram-se como área de interesse à especulação imobiliária, sobrepujando sua configuração de Zona de Interesse Ambiental, pois o adensamento urbano foi constatado, por exemplo, em direção ao Parque do Cocó. Por fim, na ZPA – Faixa de Praia foram observadas construções e grandes infraestruturas, além de galerias de esgoto, visualizadas *in loco*.

Na realização de um macrozoneamento por prognósticos foi tomada como modelo, a planície fluviomarinha do rio Cocó, inserida em zonas de proteção e interesse ambiental. O prognóstico do avanço da ocupação sobre a planície fluviomarinha do rio Cocó nos próximos 10 anos poderá ser na ordem de 10,9 m, o que atesta uma permanência nas formas inadequadas de uso.

Finalmente, os resultados demonstraram diversas incompatibilidades relacionadas ao uso e ocupação em sistemas ambientais frágeis e áreas protegidas, fato que demonstra a necessidade de revisão do Plano Diretor por parte do Poder Público do Município de Fortaleza.

Agradecimentos

Agradecimentos à Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico – FUNCAP pelo apoio ao "Projeto de Avaliação do Gerenciamento Costeiro do Litoral Metropolitano de Fortaleza: bases para a Gestão Integrada da Zona Costeira" (Conselho de Ensino Pesquisa e Extensão – CEPE/UECE, 2017-2020).

Referências

ASMUS, M. L. *et.al.* Simples para ser útil: base ecossistêmica para o gerenciamento costeiro. Desenvolvimento Meio Ambiente, v. 44, Edição especial: X Encontro Nacional de Gerenciamento Costeiro, p. 4-19, 2018.

BARRA, Otávio Augusto de Oliveira Lima. Avaliação do Gerenciamento Costeiro do Litoral Metropolitano de Fortaleza/CE: bases para a Gestão Integrada. 2023. 376 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará – UECE, Fortaleza, 2023.

BRASIL. Constituição Federal (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado, 2014.

BRASIL. Lei Nº 10.257. Dispõe sobre o Estatuto da Cidade e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2001.

COSTA, H. S. M.; CAMPANTE, A. L.; ARAÚJO, R. P. Z. A dimensão ambiental nos planos diretores de municípios brasileiros: um olhar panorâmico sobre a experiência recente. *In:* SANTOS JUNIOR, ORLANDO A.; MONTANDON, D. T. Os planos diretores municipais pós-estatuto da cidade: balanço crítico e perspectivas. Rio de Janeiro: IPPUR/UFRJ, 2011.

FORTALEZA. Lei Complementar n. 062, de 02 de fevereiro de 2009. Plano Diretor Participativo do Município de Fortaleza. Diário Oficial do Município. Fortaleza: PMF 2009.

PEREIRA JÚNIOR, A.; OLIVEIRA, B. R. S.; PEREIRA, E. R. Divergências entre o plano diretor participativo e a expansão urbana desordenada: o caso do município de Marabá. Enciclopédia biosfera, v.11, n.21, 2015.

Análise da Variabilidade Climática e do Uso e Ocupação do Solo na Cidade de Cruzeta, RN

Analysis of Climate Variability and Land Use and Occupation in the City of Cruzeta, RN

Larissa Ingrid Marques Linhares
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Orcid.org/0000-0001-9150-2783
Larissamarkes275@gmail.com

Itauan Dayvison Gomes de Medeiros
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Orcid.org/0009-0002-0942-5040
Itaun.gomes.706@ufrn.edu.br

Anderson da Silva Santos
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Orcid.org/0000-0002-8052-3666
santos.anderson1998@hotmail.com

Vitória Régia Silva de Souza
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Vitória.regia.016@ufrn.edu.br

Wagner Jefferson Rodrigues da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Orcid.org/0009-0003-2173-6826
Wagnerjefferson13@gmail.com

Resumo: A desertificação em zonas áridas, semiáridas e subúmidas secas estão relacionadas a vulnerabilidade climática, resultando problemas socioeconômicas e ambientais. No Brasil, esse fenômeno se concentrada na região Nordeste, onde o clima semiárido prevalece, assim, intensificado pelas ações antrópicas a desertificação se expande cada vez mais. A pesquisa busca verificar a variabilidade climática da cidade de Cruzeta, no estado do Rio Grande do Norte, afim de analisar a desertificação ao longo do tempo. Os dados de temperatura e precipitação das normais climatológicas de 1961-1990 e 1991-2020 do Instituto Nacional de Meteorologia. Os dados de uso e ocupação do solo (1985 e 2021) foram retirados da plataforma Mapbiomas. Percebeu-se ao longo da pesquisa que a transformação do espaço geográfico foi significativa, o espaço urbano de Cruzeta se expandiu, assim como as áreas voltadas para o desenvolvimento da agropecuária, acentuando o processo de desertificação, já a precipitação diminuiu e a temperatura aumentou.

Palavras-chaves: Desertificação; Clima; Cruzeta, Semiárido.

Abstract: Desertification in arid, semi-arid and dry sub-humid zones is related to climate vulnerability, resulting in socioeconomic and environmental problems. In Brazil, this phenomenon is concentrated in the Northeast region, where the semi-arid climate prevails, thus, intensified by human actions, desertification is expanding more and more. The research seeks to verify the climatic variability of the city of Cruzeta, in the state of Rio Grande do Norte, in order to analyze desertification over time. Temperature and precipitation data from the 1961-1990 and 1991-2020 weather normals from the Instituto Nacional de Meteorologia. Land use and occupation data (1985 and 2021) were taken from the Mapbiomas platform. It was noticed throughout the research that the transformation of the geographic space was significant, the urban space of Cruzeta expanded, as well as the areas dedicated to the development of agriculture and livestock, accentuating the process of desertification, since the precipitation decreased and the temperature increased.

Keywords: Desertification; Climate; Cruzeta, Semiarid.

Introdução

A conferência de Estocolmo, realizada em 1972, trouxe o tema desertificação como pauta relevante a ser discutida, tal questão resultou na Conferência Mundial sobre Desertificação, ocorrida no ano de 1977, na cidade de Nairóbi, Quênia. Posteriormente, em 1992, o tema foi discutido na Conferência do Meio Ambiente, no Rio de Janeiro, Brasil culminando na criação da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) no ano de 1994, sendo discutido os impactos, causas e efeitos desse fenômeno nos países afetados, em especial os países africanos.

É importante discorrer, que mesmo após inúmeras discussões desde meados de 1970, não houve um consenso acerca das diferentes abordagens, critérios a ser realizados, origens e em particular a construção de indicadores de desertificação ainda não foi alcançado. Nesse contexto, de acordo com Matallo Júnior (2001), essa falta de consenso se deve à natureza do próprio conceito de desertificação, o qual transcende as fronteiras do pensamento cartesiano e assume uma configuração intrinsecamente transdisciplinar. Isso ocorre devido à multiplicidade de fatores contribuintes e efeitos envolvidos, demandando assim uma integração essencial, porém desafiadora, entre diversas esferas e disciplinas científicas.

Em âmbito nacional, Vasconcelos Sobrinho (1978) foi o primeiro a discutir os indicadores de desertificação, em seu trabalho intitulado “Metodologia para identificação de processos de desertificação”, foi apresentado os indicadores discutidos na Conferência Mundial sobre Desertificação de 1977 e as interfaces do tema e suas aplicabilidades, assim, o autor discorreu uma síntese sobre os diversos fatores que compõem o fenômeno desertificação, abarcando fatores climáticos, antrópicos, políticos e econômicos, que são parâmetros de identificação de áreas susceptíveis à desertificação, dessa forma, estudos sobre o tema continuam a ser discutidos a fim de aperfeiçoar os indicadores de desertificação para fins científicos e governamentais.

Nesse contexto, a desertificação se constitui como um processo de degradação ambiental em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, sendo influenciado por ação antrópica e pelas oscilações climáticas, Sousa (2019) discorre que o processo se apresenta como vulnerável aos eventos climáticos, estando associado a períodos intensos de estiagens, ventos fortes e solos descobertos devido ao uso inadequado. Compreende-se, dessa maneira, que a desertificação se configura como o produto de condições físico-naturais, climáticas e antropogênicas, combinados à má gerência dos recursos naturais, em particular a agricultura e pecuária.

Em escala nacional, esse fenômeno se restringe a região Nordeste, como também ao norte do estado de Minas Gerais e Espírito Santo. Segundo Silva et al (2022) o fenômeno

de desertificação no Nordeste brasileiro está ligado a condições geoambientais, tipos de solos, substrato rochoso, além de feições geomorfológicas, clima e vegetação.

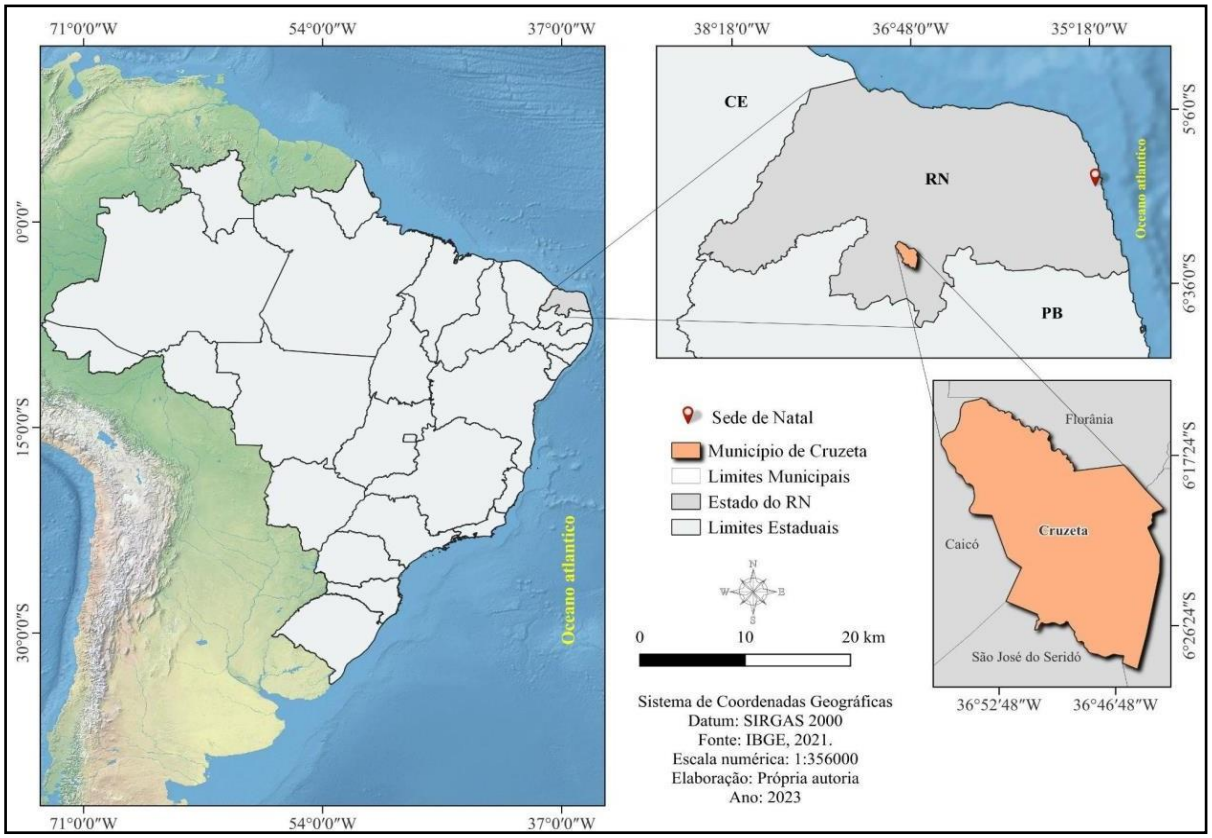
Compreende-se, que a desertificação na região semiárida está estritamente ligada a fatores físico/naturais como também a questões relacionadas ao uso e ocupação do solo, falta de ordenamento territorial, agropecuária, desmatamento, extrativismo vegetal influenciando diretamente a desgaste do solo e práticas de queimadas.

Assim, as modificações no espaço provocados pela desertificação, levantam diversos questionamentos, dentre eles se as causas para tal acontecimento se dá de forma natural ou são afetadas pelas ações antrópicas, de todo modo, o monitoramento se faz necessário para avaliar quais os impactos, a evolução espaço-temporal como também os efeitos que isso causa na sociedade.

Assim, esse estudo se restringe ao município de Cruzeta, no estado do Rio Grande do Norte, tendo os municípios limítrofes Acari, Caicó, Florânia e São José do Seridó. Situa-se a 231 km da cidade de Natal, inserida no núcleo de desertificação do

Seridó potiguar (Figura 1). Nesse sentido, esse estudo visa analisar a evolução do uso e ocupação do solo na cidade de Cruzeta como também verificar as modificações climáticas ao longo da análise das normais climatológicas (1961-1990 e 1991-2020).

Figura 1: Localização do município de Cruzeta/RN.



Síntese da Climatologia do Seridó: sistemas atmosféricos atuantes e sua composição geográfica

A região semiárida do Nordeste do Brasil encontra-se inserida na zona de subsidência das células de Circulação de Walker e Hadley. Esse posicionamento tem como resultado a elevação da temperatura do ar intensificado pelo processo de aquecimento adiabático, resultando na diminuição da umidade relativa. Assim, a área de estudo se restringe ao Seridó Potiguar, uma região com um território de aproximadamente de 9.660,50 km². Essa região encontra-se situada na Zona Tropical do Hemisfério Sul, uma faixa circular que circunda o globo terrestre entre o Trópico de Câncer (~23°27‘N) e o Trópico de Capricórnio (~23°27‘S). Tal zona tropical engloba cerca de 46% da superfície terrestre (MEDEIROS et al., 2021).

Segundo Conti (2002) as elevadas temperaturas médias e isotermia (amplitude térmica anual inferior a 6°C) são as características mais marcantes da tropicalidade e estão presentes mesmo em condições muito diferentes de latitude (entre os trópicos), altitude distância do oceano ou regime pluviométrico. Analisa-se que tal condição se relaciona pela posição geográfica que essa zona está inserida, resultando na maior incidência de radiação solar, tornando essa região com indicadores energéticos significativos.

Nessa perspectiva, a complexidade climática da região semiárida do Nordeste do Brasil, com relação às secas e às chuvas, é produto de múltiplos fatores geográficos associados à atuação de vários sistemas atmosféricos que operam, muitas vezes, de modo desigual e imprevisível (LUCENA et al., 2013).

Sabe-se que, o nordeste brasileiro tem como principal fenômeno meteorológico causador de chuvas a Zona de Convergência Intertropical, quando no verão está sobre a região. O Seridó está inserido nessa realidade, tendo como período chuvoso os meses de janeiro a maio, impulsionado pela ZCIT, por estar situada na região semiárida segue o padrão chuvoso com chuvas médias anuais abaixo de 800 mm (INSA).

A variabilidade interanual de migração da ZCIT resulta numa significativa irregularidade dos totais pluviométricos no SN. Esta é condicionada por padrões de teleconexão climática, como o El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e o dipolo de temperatura da superfície do mar (TSM) no Oceano Atlântico Tropical (MOURA; SHUKLA, 1981; REBOITA; SANTOS, 2014; MARENGO; TORRES; ALVES, 2017). Desse modo, os mecanismos de convecção locais, sem força suficiente para se contrapor aos movimentos subsidentes, não conseguem elevar o ar até as altitudes onde este atingiria a saturação e se precipitaria (REBOITA et al., 2016).

Dessa maneira, a região nordeste é assolada pelo déficit hídrico, ocasionando períodos de seca, culminando no desequilíbrio dos ecossistemas, afetando a economia e

principalmente a população. Assim, compreende-se que os aspectos físicos/naturais somados as intervenções antrópicas intensificam o processo de desertificação.

A região atualmente sofre com um processo avançado de desertificação, devido a fatores climáticos e humanos. Lucena (2019) discorre que a classificação do Seridó Potiguar como núcleo de desertificação se dá através da região explorar diversos minerais, sendo uma forte a extração de argila, retirada da vegetação nativa para abastecimento da indústria, principalmente as de cerâmicas. Este conjunto de atividades constitui os principais vetores para a desertificação dessa área. Estas atividades, aliadas a condições climáticas, onde predominam baixa pluviosidade, altas temperaturas e evapotranspiração potencial acentuada, condições de solos rasos, com pouca capacidade de retenção de umidade, tornam o Seridó um dos exemplos mais graves da desertificação no Nordeste (MMA & SERHID,2005).

Os aspectos físicos desse núcleo, se configura a partir de seu relevo acidentando, inclinações íngremes formadas por solos rasos e pedregosos, tendo como característica pedológica a baixa capacidade de absorção de água, sendo classificados como Neossolos Litólicos e Luvissolos Crômicos.

A vegetação do Seridó se classifica como caatinga hiperxerófila, caracterizada como uma vegetação de pequeno porte, ou seja, arbóreo-arbustiva esparsa. A camada herbácea obedece a uma sazonalidade, se concentrando nos meses chuvosos, dessa maneira, a quantidade de espécie encontrada no Seridó, apresenta números inferiores a diversidade de espécie encontradas em zona úmida, sendo influenciada pelo percentual hídrico.

Em contrapartida aos aspectos naturais, Perez-Marin et al. (2012) asseveram que não obstante os condicionantes ambientais, é evidente que com a intervenção humana nessa região a desertificação tenha se consolidado, assim, Vasconcelos Sobrinho (2002) lembra que em face da ocupação territorial do Seridó, houve acentuação do processo de desertificação, em função da pressão exercida pelas atividades econômicas sobre o ecossistema.

Portanto, existe a necessidade de investigação de abordagens que visem verificar a influência antrópica na região do Seridó, e aqui em especial a cidade de Cruzeta, abarcando os principais impactos ambientais encontrados nessa região, abarcando as mudanças ambientais desde os aspectos pedológicos, vegetacionais, erosivos e principalmente climáticos e como isso impacta as dimensões humanas.

Materiais e Métodos

Os procedimentos metodológicos se deram em primeira instância de cunho bibliográfico, no intuito de discutir sobre o desenvolvimento de pesquisas sobre o tema desertificação.

Posteriormente, foi realizado uma classificação climática de Gaussen e Bagnouls baseada no ritmo da temperatura e das precipitações ao decorrer do ano, através das médias mensais, considera-se essencialmente os estados favoráveis ou desfavoráveis à vegetação, isto é, os períodos quentes, períodos frios, ou períodos secos, e os períodos úmidos (MARÍLIA VELOSO GALVÃO, 1962). Para determinar os meses secos e chuvosos é usado uma equação (equação 1) que classifica os meses. Caso o índice pluviométrico do mês for menor ou igual a 2 vezes a temperatura, é considerado seco, e se for maior, é considerado chuvoso.

$$P \leq 2.T \qquad (1)$$

Sendo: P = Precipitação (mm); T = Temperatura do ar (°C).

Assim, consistem na confecção e análise dos mapas no software de licença livre Qgis v. 3.18.4, tendo como base para os limites municipais e estaduais o IBGE (2021). O mapa de uso e ocupação foi confeccionado a partir dos dados provenientes do MapBiomas, coleção 7 e 7.1 para os anos de 1985 e 2021, extraídas por meio da plataforma Google Earth Engine (GEE) para a delimitação do município em questão, posteriormente a área de suas classes foi calculada no mesmo software, com suas informações de áreas transferidas para uma planilha de cálculos para a confecção da tabela com suas respectivas áreas.

Resultados

Classificação climática

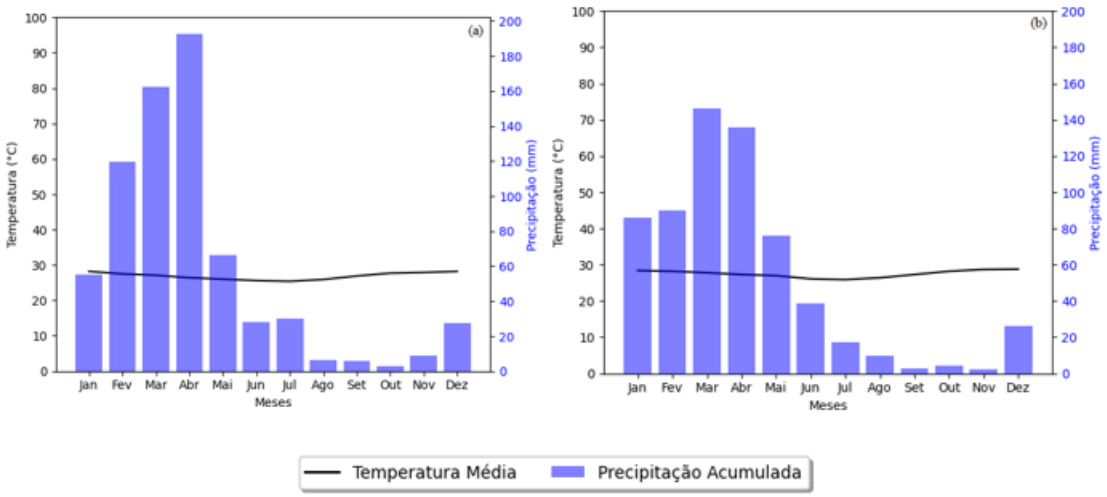
Cruzeta está inserida na região Seridó, no semiárido brasileiro, onde observa- se longos períodos de estiagem e temperaturas médias elevadas, devido sua proximidade com a linha do equador, assim como a presença de uma alta pressão atmosférica. Seu clima é tropical semiárido e classificado por Köppen-Geiger como BSh, clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude.

A proximidade com a linha do equador faz com o que incida altos índices de radiação solar sobre a região durante o ano inteiro, elevando também a temperatura média consideravelmente. Além de altas temperaturas médias, a irregularidade na distribuição da precipitação é bem marcada, formando o fenômeno da seca. O período chuvoso do local de estudo ocorre entre o mês de janeiro até o mês de maio, sendo de 4 ou 5 meses de estação chuvosa, com em média 635.4 mm anuais e de 7 ou 8 meses secos, sendo considerada a estação seca. A temperatura média anual é de 27,5 °C (INMET, 2020).

O uso do climograma é importante para entendimento do clima local, pois condensa duas importantes variáveis em um gráfico. Através do climograma pode se representar

graficamente as variações de temperatura e precipitações durante um determinado período de tempo, geralmente de 1 ano (GILVAN FONTANAILLES, 2013). Para Cruzeta o climograma mostra com precisão o comportamento da precipitação ao longo do ano e a pouca variação da temperatura conforme as estações (figura 2).

Figura 2: Climograma de Gaussen para o período 1961-1990 (a) e 1991-2020 (b).



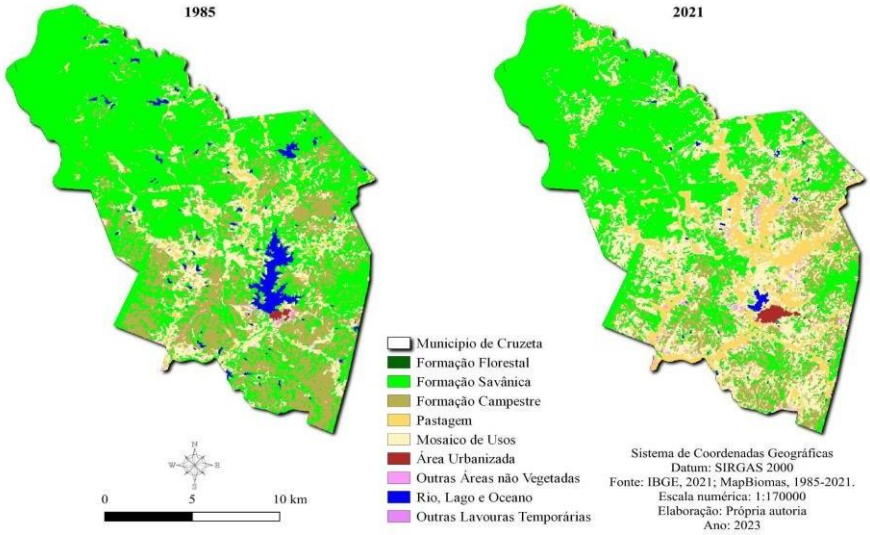
No primeiro período (figura 2a) o mês mais frio foi julho com 25.6 ºC e os meses mais quentes foram dezembro e janeiro com 28.2 ºC, enquanto no segundo período (figura 2b) observa-se um aumento tanto para o mês mais frio quanto para os meses mais quentes. Sendo o mais frio julho com 25.9 °C e dezembro o mais quente com 28.8 °C. Além do aumento na temperatura, +0.3 °C para o mês mais frio e +0.6 °C no mês mais quente, houve uma diminuição nas médias anuais de precipitação. No período 1961-1990 (figura 2a) a média foi de 704.7 mm e no segundo período (figura 2b) 635.8 mm, uma diminuição de -68.9 mm médio.

De acordo com Bagnouls e Gaussen (1957), Cruzeta é classificada como Xeroquimênica, onde o mês mais frio possui temperatura maior que 15ºC e durante o ano 7 a 8 meses secos, considerando as duas normais climatológicas (1961-1990 e 1991-2020), caracterizando como Termoxeroquimênica, pois possui o mês mais frio julho, com 25.6 °C (figura 2a) e 25.9 °C (figura 2b), com 7 a 8 meses secos durante o ano, 8 meses secos no primeiro período (figura 2a) e 7 meses secos no segundo período (figura 2b).

Uso e ocupação do solo

A partir dos mapas de uso e ocupação do solo feitos com os dados da plataforma MAPBIOMAS, é perceptível notar as principais classes de cobertura do solo, na cidade de Cruzeta, demonstrado na figura 1.

Figura 3: Mapa de uso e ocupação do município de Cruzeta para os anos de 1985 e 2021.



Os usos presentes em 1985 (Figura 3) consistem na predominância em formações vegetacionais como a formação savânica (Savana-Estépica Arborizada) e campestre (Savana-Estépica Parque, Savana-Estépica Gramíneo-Lenhosa) que juntas ocupavam cerca de 80% de todo o município, além do mosaico de usos caracterizado por áreas cujos usos se dão pela agropecuária ocupando cerca de 13%.

Tabela 1: áreas das classes de uso e ocupação e respectiva diferença entre elas.

Classes	Área 1985 (km²)	Área 2021 (km²)	Diferença (km²)
Formação Florestal	0,031	0,020	-0,011
Formação Savânica	179,356	148,465	-30,891
Formação Campestre	59,373	32,375	-26,998
Pastagem	7,627	33,777	26,150
Mosaico de Usos	41,098	77,247	36,149
Área Urbanizada	0,507	1,491	0,984
Outras Áreas não vegetadas	1,208	2,359	1,151

Rio, Lago e Oceano	8,143	1,42	-6,723
Outras Lavouras Temporárias	0,000	0,189	0,189
Total	297,343	297,343	

Analisando a tabela, nota-se que as áreas delimitadas em 2021, perdem parte de sua formação vegetal, de modo que: a formação savânica que em 1985 abrangia 179,356 km², passa ocupar apenas 148,465 km², ou seja apenas 49,9% da área, perdendo assim 10,4% de sua área; a formação campestre perdeu cerca de 9% de sua área, possuindo atualmente 32,375 km² está sendo menor em comparação ao ano a ser comparado, com 59,373 km²; o mosaico de usos teve um aumento de 12% de sua área, aumentando de 41,098 km² em 1985 para 77,247 km² em 2021; outra classe que sofreu um aumento foi a pastagem, que antes ocupava apenas 7,627 km² (2,56%) passou a ocupar 33,777 km² (11,36%), ou seja, teve um aumento de 8,79% de sua área.

Conclusão

Portanto, percebeu-se que a cidade de Cruzeta, sofreu diversas transformações ao longo do tempo, seu território foi modificado para atender a expansão urbana, as atividades antrópicas reforçaram cada vez mais o processo de desertificação, pautado principalmente no extrativismo vegetal e na extração mineral.

Dessa forma, as modificações climáticas tornaram-se latente, onde a temperatura aumentou e os índices pluviométricos diminuíram, tal constatação reforça a ideia que o processo de desertificação está relacionado a transformação do espaço a partir das atividades antrópicas implicando nos fatores naturais, desde a vegetação, solo e clima, dentre outros.

Assim, a discussão envolta do tema desertificação se torna cada vez mais importante, para fins de monitoramento da degradação ambiental como também dos indicadores de desertificação, afim, de buscar formas de mitigação, de rastreamento e avanço cientifico para recuperação de áreas degradadas.

Referências

BAGNOULS, F.; GAUSSEN, H. Les climats biologiques et leurs classifications. Ann. Géogr. 66: 193-220. 1957.

FONTANAILLES, G. CLIMA: Classificação climática brasileira de Wilhem Köpper e O Climagrama de Gaussen. GEOGRAFALANDO, 28, mai. 2013. Disponível em:

<https://geografalando.blogspot.com/2013/05/clima-classificacao-climatica.html>. Acesso em: 27 jul. 2023.

GALVÃO, M. V. "A Classificação Climática de Gaussen e Bagnouls e Sua Aplicação Ao Centro Oeste Brasileiro." Revista Geográfica, vol. 30, no. 56, 1962, pp. 17-22. JSTOR, <http://www.jstor.org/stable/40996631>. Acesso em 6 Ago. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades IBGE/ CRUZETA. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/cruzeta/panorama>. Acesso em: 03 jul 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Normas Climatológicas do Brasil 1961-1990. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso: em 19 mai. 2023

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - INMET. Normas Climatológicas do Brasil 1991-2020. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso: em 19 mai. 2023

INSTITUTO NACIONAL DO SEMIÁRIDO. O semiárido brasileiro. Disponível em: <https://www.gov.br/insa/pt-br/semiarido-brasileiro/o-semiarido-brasileiro>. Acesso em: 26 jul 2023.

KÖPPEN, Wladimir Peter. Die klimate der erde: Grundriss der klimakunde. Walter de Gruyter & so., 1923

LUCENA, Marcelo Silva. Aspectos ambientais das áreas susceptíveis à desertificação e características socioambientais do núcleo de desertificação do Seridó do Rio Grande do Norte (RN) e Paraíba (PB). HOLOS, v. 5, p. 1-17, 2019.

MARENGO, J. A.; TORRES, R. R.; ALVES, L. M. Drought in Northeast Brazil-past, present, and future. Theoretical and Applied Climatology, v. 20, n. 3-4, p. 1189-1200, 2017.

MEDEIROS BERNARDINO, Diogo Santos; DINIZ, Marco Túlio Mendonça; DOS SANTOS BEZERRA, Lisandra. Caracterização geoambiental multiescalar das paisagens do Seridó Potiguar: do envelope geográfico às regiões naturais. REVISTA EQUADOR, v. 10, n. 01, p. 01-27, 2021.

Ministério do Meio Ambiente. (2005). Mapa de ocorrência de desertificação e áreas de atenção especial no Brasil. Brasília: MMA/SRH.

MOURA, A. D.; SHUKLA, J. On the dynamics of droughts in Northeast Brazil: Observations, theory and numerical experiments with a general circulation model. Journal of the Atmospherical Sciences, Boston, v. 38, n. 12, p. 2653-2675, 1981.

Perez-Marin, A. M., CAVALCANTE, A. M. B.,MedeiroS, S. S.,Tinôco, L. B. M.&Salcedo, I. H. (2012). Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? Parc. Estrat.,17(34),87-106.Retrieved from http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/view/671/615.

REBOITA, M. S.; SANTOS, I. A. Influência de alguns padrões de teleconexão na precipitação no norte e nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Climatologia, Rio de Janeiro, v. 15, n. 10, p. 28-48, 2014.

SILVA, Djane Fonseca et al. ANÁLISE DAS CAUSAS CLIMÁTICAS SOBRE O

NÚCLEO DE DESERTIFICAÇÃO DE IRAUÇUBA-CE. Geosciences= Geociências, v. 41, n. 04, p. 857-868, 2022.

SILVA, Ivamauro Ailton Sousa. CONEXÕES ENTRE CLIMA E DESERTIFICAÇÃO: trajetórias e suscetibilidade no nordeste brasileiro. Revista Equador, v. 8, n. 2, p. 468- 488, 2019.

SOARES, Deivide Benicio; NÓBREGA, Ranyére Silva; GALVÍNCIO, Josiclêda Domiciano. Indicadores climáticos de desertificação na bacia hidrográfica do Rio Pajeú, Pernambuco. Revista Brasileira de Climatologia, v. 22, 2018.

Vasconcelos Sobrinho, J.(2002). Desertificação no Nordeste do Brasil. Recife: UFPE.

Conjunturas na Gestão do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco: dos Gestores Municipais aos Agentes de Turismo Locais

Conjunctures in the Management of the Cliffs of Morro Branco Natural Monument: from Municipal Managers to local Tourism Agents

Delano Nogueira Amaral
Universidade Federal do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-9434-831X
delanonamaral@gmail.com

Otávio Augusto de Oliveira Lima Barra
Secretaria da Educação do Estado do Ceará – SEDUC
https://orcid.org/0000-0002-8147-8000
otavio.barra@prof.ce.gov.br

Cristiano da Silva Rocha
Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0000-0001-9206-9360
cris1989srocha@gmail.com

José Lucas Marques Albuquerque
Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0009-0000-2363-3052
lucasmarques.lm922@gmail.com

Fabio Perdigão Vasconcelos
Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0000-0002-0388-4628
fabioperdigao@gmail.com

Resumo: O Monumento Natural das falésias de Morro Branco é uma Unidade de Conservação da categoria de Área de Proteção Permanente, que apresenta uma série de complexidades e problemáticas ao longo do processo de gestão. Uma das importantes ferramentas metodológicas de auxílio ao manejo de áreas protegidas é a Gestão Integrada da Zona Costeira, dividida em seis principais etapas, onde o recorte desse trabalho perpassa expor resultados sobre a análise dos gestores e de agentes de turismo locais sobre as complexidades que envolvem as falésias de Morro Branco. Os resultados apontaram diversos pontos que são caros para a gestão de unidades de conservação, tais como: os riscos da área, sua importância para o turismo, o nível de fiscalização existente, a relevância do Projeto Orla de Beberibe e sugestões de ações participativas por parte dos agentes de turismo.

Palavras-chave: Falésias de Morro Branco, Unidades de Conservação e Gestão Participativa.

Abstract: The Morro Branco Cliffs Natural Monument is a Conservation Unit in the category of Permanent Protection Area, which presents a series of complexities and problems throughout the management process. One of the important methodological tools to aid in the management of protected areas is the Integrated Management of the Coastal Zone, divided into six main stages, where the outline of this work passes through exposing results on the analysis of managers and local tourism agents on the complexities that involve the cliffs of Morro Branco. The results pointed out several points that are expensive for the management of conservation units, such as: the risks of the area, its importance for tourism, the existing level of inspection, the relevance of the Orla de Beberibe Project and suggestions for participatory actions on the part of of tourism agents.

Keywords: Cliffs of Morro Branco, Conservation Units and Participatory Management.
.

Introdução

Uma das principais atividades econômicas no município de Beberibe é o turismo (IPECE, 2017), representando para muitos o progresso local e a criação renda da população. As investigações acerca da administração costeira estabelecem o desafio de evitar, ou reduzir, os efeitos provocados pela intervenção humana em áreas naturais (HALPERN et al. 2010; BARRAGÁN, 2016; SCHERER et.al., 2018). Devido a várias influências humanas nessa região litorânea, por meio do Decreto-Lei nº 27.461 de 2004, ocorreu a estabelecimento do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco (CNIPPNE, 2020; MPCE, 2020).

De forma geral, o panorama nacional de administração costeira não mostra sinais de um desempenho positivo ao longo dos anos (SCHERER; ASMUS, 2016), onde muitas vezes áreas protegidas são tratadas como “Parques de Papel”, ou seja, áreas protegidas que não cumprem suas funções (COELHO; REZENDE, 2016). No Caso do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco vários escritores apontam danos, fragilidades e desafios ambientais nos ecossistemas dessa área protegida (SUGAHARA e SOUZA, 2010; MEIRELES, 2012; AMARAL, et. al. 2020).

Assim, para realizar a presente investigação, a pesquisa guiou-se para atingir diversas perspectivas que assistem o Monumento Natural das Falésias de Morro Branco, através de pontos de vista diferenciados. Para realizar tal feito, o trabalho guiou-se em escutar tanto os gestores municipais ligados ao turismo e ao meio ambiente, quanto os agentes de turismo que atuam diariamente na área de estudo, vivenciando o espaço. Nesse sentido, o material pondera sobre dois arcos, sendo um deles mais quantitativo, através de aplicação de questionários para Informantes de Turismo/Guias de Turismo e Bugueiros; e outra vertente qualitativa, através de entrevistas com gestores locais.

Metodologia

Devido à complexidade do litoral e do processo de da metodologia da Gestão Integrada da Zona Costeira (GIZC), torna-se importante identificar as causas reais dos problemas e efetuar um constante monitoramento para implementação dessas atividades de gestão (Fuentes, Granados e Martins, 2017). Dentre os seis momentos da GIZC, a etapa exposta para abordagem do estudo expõe atividades híbridas, por meio de avaliação quantitativa, a qual segundo Cervi (2009), os modelos de ações sociais de visão da população apresentam um conjunto de informações que não se resumem apenas sobre os resultados, mas refletir sobre os contextos que os originaram.

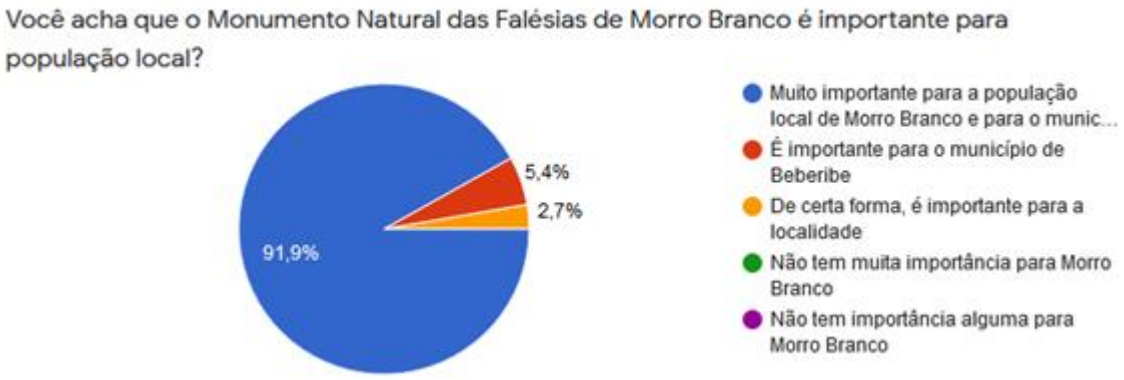
Esse exercício foi potencializado através da prática de utilizar questionários digitais por meio da plataforma de formulários digitais do Google, é importante salientar que recursos tecnológicos desse tipo estão cada vez mais sendo incorporados em investigações

científicas (MALHOTRA, 2006; REEDY et al., 2001). Apesar disso, as atividades também apresentaram caráter qualitativo, de forma a comtemplar inspirações providas de pesquisas como Ragin (1994), Richardson (1989) e Diehl (2004), através de visitas de campo para análise da área de estudo e entrevista com os gestores locais.

Resultados e Discussão

Assim, primeiramente, faz-se necessário ponderar o ponto de vista desses trabalhadores sobre o quão eles consideram a importância do Monumento Natural para a população local e para o turismo na região. Dessa forma, o Gráfico 1 aponta justamente a percepção de bugueiros e Informantes de turismo sobre o nível de importância que eles estabelecem para as falésias de Morro Branco, em diversas escalas de resposta, sendo, inclusive, possível adicionar uma determinada resposta do indivíduo caso este ache que nenhuma das demais contempla a sua resposta – inclusive, essa opção de adição de respostas vale para todos os gráficos aqui apresentados.

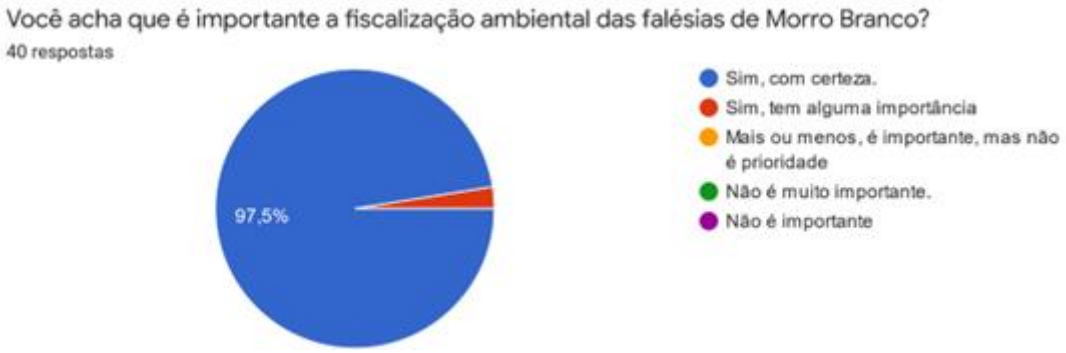
Gráfico 1 – Percepção de Bugueiros e Informantes de Turismo sobre a importância do Monumento Natural das Falésias de Morro branco:



Fonte: Elaborado pelo autor.

O Gráfico 1 aponta para uma nítida consideração atribuindo grande importância ao Monumento Natural das Falésias, não só para localidade de Morro Branco, mas para o município de Beberibe (91,9%) – onde esse ponto se diferencia apenas na intensidade para minoria. Através do exposto, torna-se conveniente questionar os participantes envolvidos sobre a necessidade de fiscalização ambiental desse precioso recurso da região, a fim de pôr em evidência a coesão do discurso dos envolvidos, como aponta do Gráfico 2.

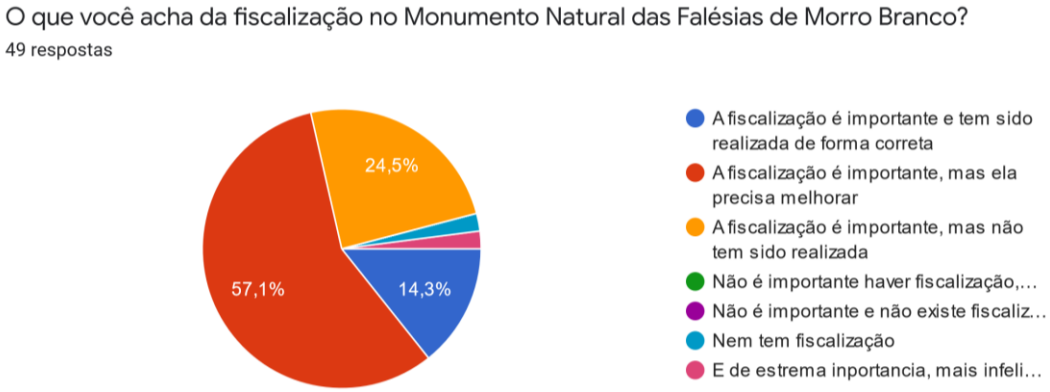
Gráfico 2 – A opinião de Bugueiros e Informantes de turismo sobre a importância da fiscalização ambiental das falésias de Morro Branco



Fonte: Elaborado pelo autor.

Através da comparação entre os Gráficos 1 e 2, torna-se nítido o posicionamento coeso dos de Bugueiros e Guias de Turismo sobre a preocupação ambiental com o Monumento das Falésias, de forma que estes apontam grande importância e necessidade de fiscalização ambiental da área. Todavia, ao serem questionados sobre como ocorre as medidas de fiscalização, as opiniões se divergem, de forma a apontar que as ações de monitoramento da área de estudo não estão sendo eficazes (Gráfico 3).

Gráfico 3 – A percepção de Bugueiros e Informantes de turismo sobre a presença de fiscalização ambiental no Monumento Natural das Falésias de Morro Branco:



Fonte: Elaborado pelo autor.

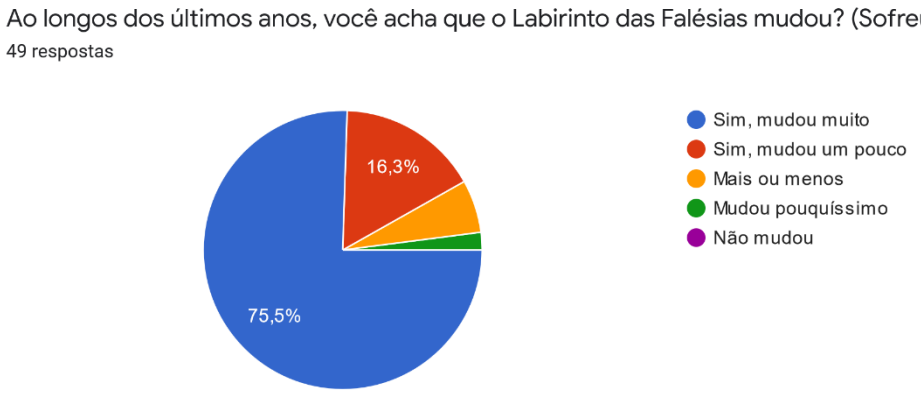
Como os participantes têm acesso a criação de novas respostas (através da opção “outro”), que amplia a liberdade de expressão e de argumentação, dois grupos, cada um com 2% do total de entrevistados, afirmam categoricamente que “Nem tem fiscalização”, o outro aponta que “É de extrema importância, mas não acontece há anos”. Nesse sentido, 24,5% apontaram que a fiscalização é importante, mas que não tem sido realizada, outros 57,1% concordam com a importância da fiscalização, mas que ela precisa melhorar.

Logo, ainda analisando o Gráfico 3, apenas 14,3% apontam que a fiscalização tem sido realizada de forma correta, resguardando a sua importância. Através do exposto, 28,5% apontam, então, que a fiscalização sequer existe, esses agentes trabalham

diariamente na área e desconhecem o sistema de monitoramento do Monumento Natural. Além, ponderando sobre aqueles que afirmam que a fiscalização precisa de melhorias, junto a estes que desconhecem essas ações, 85,6% apontam que o olhar do poder público que assiste à proteção do Monumento Natural das Falésias não tem realizado fiscalizações de forma eficaz.

Seguindo essa estrutura de raciocínio, com a ausência de uma fiscalização eficaz, a fim de analisar as consequências dessa fragilidade na gestão, os participantes da pesquisa foram questionados sobre as mudanças que ocorreram dentro do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco (Gráfico 4). Essas mudanças são diversas, mas, principalmente, ligadas aos processos erosivos, movimentos de massa e de uso e ocupação da área – principais fatores que apontam alterações na paisagem, de acordo com as visitas de campo.

Gráfico 4 – A percepção de Bugueiros e Informantes de turismo sobre a mudanças que ocorrem no Monumento Natural das Falésias de Morro Branco:

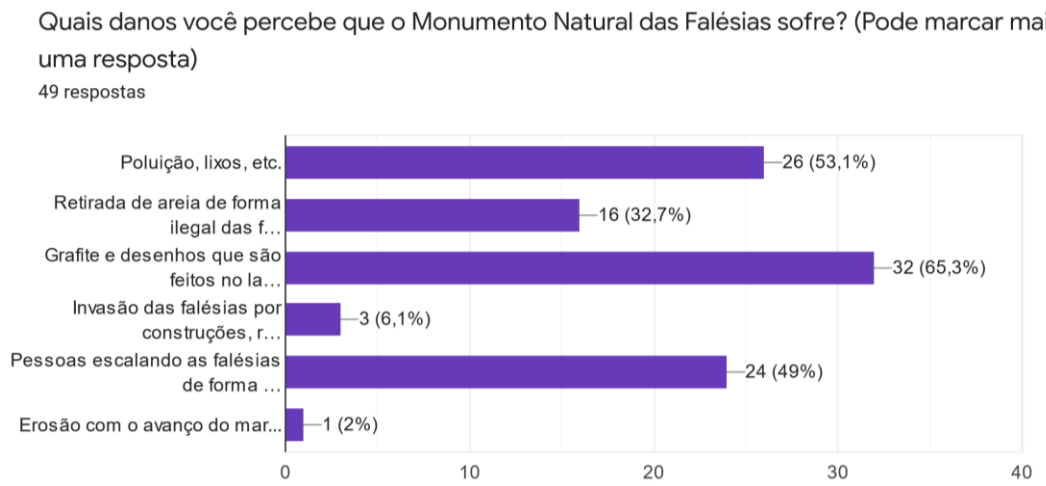


Fonte: Elaborado pelo autor.

Como evidenciado no Gráfico 4, mais de 90% dos participantes da pesquisa apontam modificações no Monumento Natural das Falésias ao longo dos anos, onde 75,5% destes apontam que foram grandes mudanças. Ainda sobre este dado, 6,1% dos profissionais de turismo da área mostram-se indecisos, e apenas 2% apontam que as alterações no interior do da unidade de conservação foram pequenas.

Essas mudanças podem ocorrer por diversos fatores, já apontados anteriormente, que relacionam dinâmicas ambientais com processos de uso e ocupação da área, de forma que há uma intensificação dos processos erosivos. Essas intervenções antrópicas podem proporcionar danos irreparáveis, e é através dessa premissa que o Gráfico 5 aponta o ponto de vista dos bugueiros e informantes de turismo sobre a percepção dos danos dentro do Monumento Natural.

Gráfico 5 – A percepção de Bugueiros e Informantes de turismo sobre os danos sofridos pelo Monumento Natural das Falésias de Morro Branco:



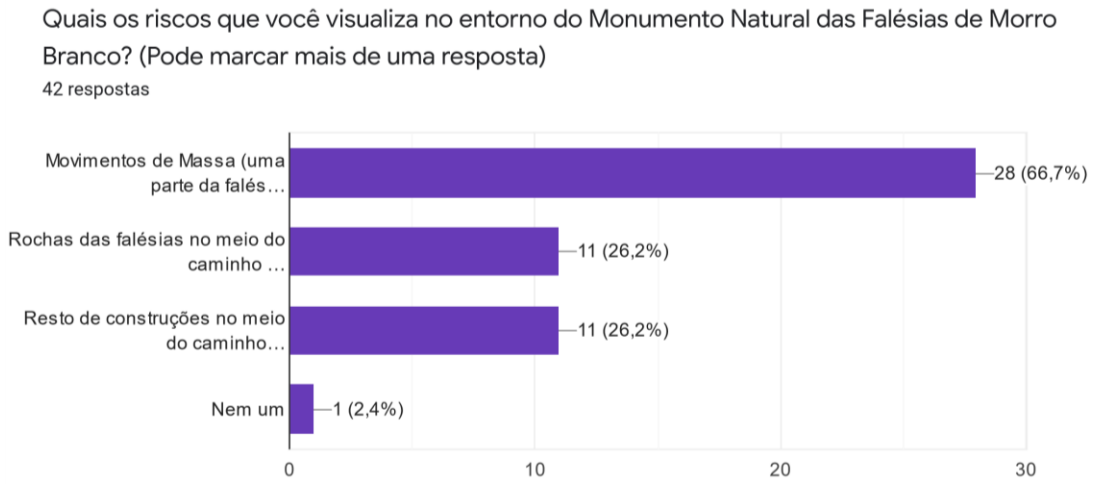
Fonte: Elaborado pelo autor.

Ao contrário dos outros questionamentos, o apontado no Gráfico 5 há a oportunidade de apontar mais de uma resposta, ainda mantendo o recurso de criar opções – como apontado anteriormente. Os três pontos mais fortes que elencados pelos participantes da pesquisa estão relacionados ao turismo: Grafites e Rabiscos nas estruturas do Monumento Natural das Falésias (65,3%), Poluição da Área (53,1%) e Pessoas escalando a estrutura do Monumento das Falésias de forma irresponsável (49%).

Parte significativa também aponta a ocorrência de retirada de areias coloridas 32,7%, prática ilegal que ainda ocorre na área mesmo após os avanços legais. Essas remoções podem ser por parte da construção civil, por derrubada de vertentes etc. (MEIRELES, 2012), mas também principalmente devido ao destino que os artesões locais que utilizam desses materiais para a produção de artes com a areia colorida – inclusive, essa prática ilegal é citada no Projeto Orla.

Se por um lado o Monumento Natural sofre como diversos danos apontados pelos bugueiros e informantes de turismo, há também diversos riscos que podem ser ponderados ao longo das atividades de uso e ocupação das falésias. Nesse sentido, após serem questionados sobre essa temática de riscos, os voluntários apontaram os diversos resultados que originou o Gráfico 6.

Gráfico 6 – A percepção de Bugueiros e Informantes de turismo sobre os riscos existentes ao longo do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco:



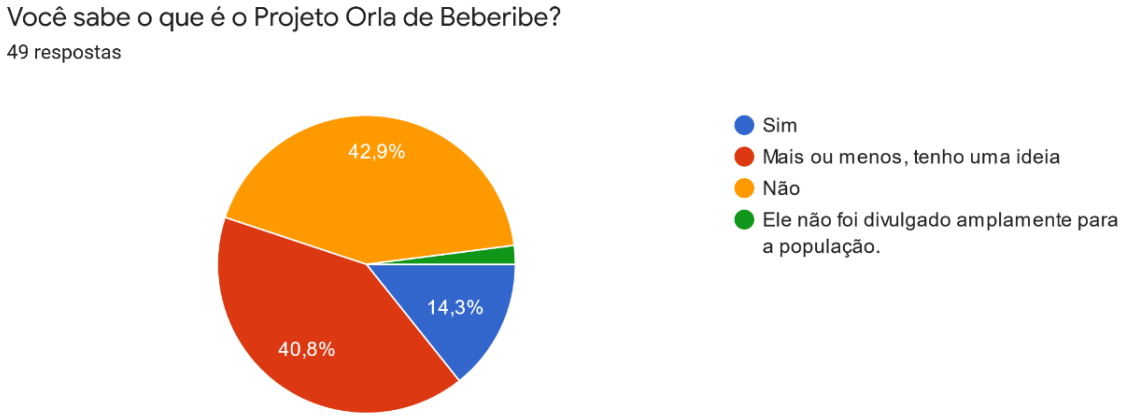
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os voluntários participantes da pesquisa indicaram que o principal risco existente ao longo do Monumento Natural das Falésias torna-se o Movimento de Massa (66,7%), analisado ao longo do tópico passado, através de mapeamento das trilhas e fotografias. Outros pontos levantados foram as Rochas das falésias e restos de construções proveniente da destruição de muros das casas de veraneio onde cada um desses foi confirmado por 26,2% dos participantes. No mais, apenas 2,4% dos voluntários apontaram que não havia nenhum problema/risco com relação a unidade de conservação, de forma que o próprio participante colocou sua resposta no gráfico através do recurso ofertado.

Um ponto crucial que leva a inquietação torna-se que tanto os riscos existentes, quanto os danos sofridos pelo Monumento Natural das Falésias de Morro Branco, pouco foi explanado ao longo do documento do Projeto Orla, ou pelo Plano de Manejo da unidade de conservação – no primeiro destes, por exemplo, não se fala dos riscos dos movimentos de massa, ou dos restos de construções à beira mar.

Essa inquietação leva ao questionamento sobre a eficácia da aplicabilidade do Projeto Orla, a respeito de reunir e ouvir os atores que vivenciam esses espaços litorâneos, que no caso do Monumento Natural das Falésias, torna-se o principal ambiente de rotina desses profissionais. Nesse sentido, o Gráfico 7 questiona o sobre o conhecimento do Projeto Orla por parte desses trabalhadores locais citados, que são voluntários da pesquisa.

Gráfico 7 – O conhecimento dos Bugueiros e Informantes de turismo sobre o Projeto Orla de Beberibe:



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quase metade dos voluntários informaram que não conheciam o Projeto orla, 44,9%, onde um deles responde categoricamente que essa ação não foi divulgada amplamente para a população local. Parte considerável aponta que “tem uma ideia” sobre o que o Projeto Orla, e apenas 14,3% de fato conhecem a iniciativa do mecanismo de gestão.

Após esse questionamento, um outro foi realizado sobre quais melhorias o Projeto Orla trouxe para a região, ou em que ele foi insuficiente na opinião dos voluntários. Dessa vez, essa pergunta foi realizada de forma aberta, sem acesso a múltipla escolha, justamente para dar mais liberdade aos participantes da pesquisa. A maioria das respostas correspondem a frases curtas, como: “deixou a desejar”, “não conheço”, “está só no papel”, “desconheço”, “esse projeto não está sendo executado”, entre muitas outras similares que apontam desconhecimento da ação, ou falta de aplicabilidade.

Por fim, o último questionamento também deixa a resposta em aberto, para melhor sobre que ação, sugestão, ou solicitação, sobre o que cada um dos voluntários acharia essencial para melhorar a gestão do Monumento Natural das Falésias. As respostas mais citadas apontam para a relação entre turismo sustentável e controle ambiental, tendo como exemplo as seguintes colocações: “mais investimento ambiental”, “mais limpeza”, “mais fiscalização”, “mais divulgação do local”, “fiscalização diária”, “colocar cestas de lixos em alguns locais”, entre outros, destacando-se sugestões voltadas à fiscalização.

A maioria das respostas são curtas e bastante específicas, apontando uma vertente de maior relevância sobre as necessidades atuais do Monumento Natural das Falésias. Todavia, houve respostas mais longas e complexas, que explanam a realidade desses voluntários de forma mais completa e participativa, expostas através do Tabela 1.

Tabela 1 – Sugestões sobre melhorias para o Monumento Natural:

“O mais importante para o monumento natural das falésias é o aumento dos fiscais ambientais, pois não há uma fiscalização eficaz só com um fiscal, é pra ser permitido a entrada de pessoas somente com informantes (guias), pois os informantes perdem muito com a entrada de pessoas que vem para degradar as falésias.”
“Fiscalização e controle de entrada de visitantes sem um informante local credenciado.”
“Melhora de toda infraestrutura de acesso para a população e para o os turistas.”
“Retirar as colunas do resto de construção de onde seria um hotel e ser feito um calçadão, seria bem bacana.”
“Melhora nas fiscalizações, porque a área das falésias não é só o labirinto, mas cerca de quatro a cinco quilômetros de falésia, e apenas um fiscal não dá conta.”
“A entrada para visita deveria ser cobrado uma taxa para manutenção das falésias.”
“Colocar fiscais para proteger as falésias e dar mais segurança para os turistas, e colocar a associação dos informantes para administrar, pois eles são os que vivem diretamente lá no Monumento Natural das falésias.”
“Capacitar pessoas locais para fiscalizar o monumento das falésias do Morro Branco. Pois quem está fiscalizando não sabe o real motivo que as falésias representam para Morro Branco.”

Fonte: Elaborado pelo autor.

Muitos desses pontos levantados pelos bugueiros e informantes de turismo coincidem com a opinião da gestora responsável pela área de turismo de Beberibe, que assumiu o cargo em janeiro de 2021. Em uma entrevista com a Secretária de Turismo, diversos assuntos foram abordados, todos eles relacionando o Monumento Natural das Falésias, a preservação do meio ambiente local, as conjunturas de gestão atual e o turismo da região.

Primeiramente, a entrevistada apontou que está há pouco tempo no cargo, mas que sua primeira atitude tinha sido se reunir com todos os agentes que participam da cadeia de turismo na região, escutando ambulantes, barraqueiros, bugueiros, artesões e informantes de turismo. Em conversa com esses trabalhadores, a gestora apontou que notou uma ampla necessidade de capacitação desses profissionais, justamente para posteriormente poder ampliar suas funcionalidades e atuações, para garantir um turismo de maior qualidade para a região.

De acordo com a entrevistada, essa conjuntura de necessidade de requalificação profissional vem da formação desses profissionais, de forma que a maioria dos informantes de turismo receberam um treinamento superficial através do “Projeto Guia Mirim”, que precisa de uma reformulação para tornado mais atual e tronar-se uma formação mais completa – incluindo a noção de primeiros socorros, práticas de língua estrangeira etc. O diálogo entre a Secretária de Turismo e os agentes locais sempre foram pautados em torno do turismo sustentável, assumindo o foco da atividade na Praia das Fontes e em Morro Branco, de forma que o Monumento Natural das Falésias ainda assumido como o grande atrativo do município.

A Secretária de Turismo aponta, também, que existe uma urgente necessidade de fiscalização no Monumento Natural das Falésias de Morro Branco, pois há apenas dois seguranças que precisam contemplar essa área e a APA da Lagoa do Uruaú. Nesse sentido, são apenas dois profissionais para fiscalizar uma área de, respectivamente, 31,29 hectares do Monumento Natural, e 2.672,58 hectares da APA da lagoa.

A gestora aponta também que, por motivos diversos, quando um desses agentes de fiscalização ficam doentes, ou precisam se ausentar por algum motivo, uma das áreas de proteção ficam sem desprovida de assistência. Inclusive, essa fiscalização, mesmo que realizada de forma completamente ineficaz pela quantidade de guardas, ainda é algo bastante recente, implementada nos últimos anos.

Essa informação aponta para a precarização na fiscalização apontada pelos informantes de turismo e bugueiros, expostas no Gráfico 3, além das sugestões diversas nessa área que consta no Tabela 1. A Secretária de Turismo informou também, ao longo da entrevista, que há uma série de denúncias de automóveis e práticas ilegais nas áreas de unidade de conservação – a instituição também reconhece o processo de degradação das falésias ao longo dos anos, pelas formas de uso e ocupação.

Nesse sentido, a gestora aponta que reconhece a prática ilegal realizada por diversos turistas que escalam locais perigosos, ou realizam fotografias em áreas instáveis, que estão ligadas ao movimento de massa e aos riscos citados anteriormente. Em outras denúncias, houve, inclusive, casos de uso de motocicletas, ou realização de piqueniques, por parte de visitantes que realizam essas práticas proibidas.

Através de diversas articulações e possibilidades de diálogo amplo, como com o Secretário de Meio Ambiente do Estado e dos Gestores do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco, a Secretária do Turismo planeja ações diversas para os próximos anos, como a busca da certificação da Praia Limpa. Parte dessas ações já forma planejadas no Projeto Orla, como o deslocamento das barracas para um polo gastronômico (que sua área já está delimitada e o projeto já foi licenciado), porém a concretização ainda se torna um desafio para o futuro.

Um outro ponto que demonstra a coesão entre os agentes de turismo e a Secretaria de Turismo de Beberibe é a intenção de futuramente promover a implementação da entrada obrigatória acompanhada de guias de turismo no Monumento Natural das Falésias – inclusive, identificando cada visitante, com uma entrada controlada. Ambos acreditam que esse mecanismo administrativo poderia promover maior proteção à Unidade de Conservação, auxiliando nos processos de fiscalização da área.

A Secretaria do Turismo relembra que o Monumento Natural é uma Unidade de conservação de responsabilidade do Governo do Estado, mas que o município dá suporte a

qualquer ação que possa auxiliar a gestão desse recurso natural – reforçando a aproximação com os gestores da UC e com o Secretário de Meio Ambiente do Governo do Estado. Sobre o Projeto Orla, a gestora aponta que ainda não tem conhecimento para explanar sobre os avanços do programa, mas que se comunicará com a equipe de meio ambiente do município nos próximos dias, para estudar os avanços nessa agenda.

A gestora de turismo também acredita que a agenda do Projeto Orla caminhará com mais solidez após o município realizar a criação de uma Secretaria de Meio Ambiente, que ainda não existe em Beberibe. Apesar de estar há pouco tempo no cargo, a secretária aponta que já participou da implantação do Projeto Orla em outros municípios, como em Cascavel e Aquiraz, de forma a trazer essa expertise para o Beberibe.

A ausência de uma Secretaria do Meio Ambiente no município levou a pesquisa a direcionar a entrevista ao Coordenador de Fiscalização e Meio ambiente, o mesmo profissional já atua no município há alguns anos, outrora sendo Coordenador de Fiscalização de Planejamento e Diretor Técnico de Meio Ambiente. O gestor explanou sobre diversas análises do quadro situacional da gestão costeira do município, que coincidem com os anteriormente levantados nos questionários e pela Secretária de Turismo.

O coordenador aponta que o principal desafio atual é conciliar o ordenamento de desenvolvimento urbano do município e, principalmente, de Morro Branco, com a preservação do meio ambiente, dando foco em barrar construções ilegais que existem nas áreas de preservação. Um dos grandes problemas torna-se a ausência de uma política forte voltada para o meio ambiente, uma vez que a coordenadoria de meio ambiente foi fundada recentemente, em 2020, na gestão do antigo prefeito, e que, de acordo com ele, ainda não pode atuar como uma autarquia, o que limita as ações do poder público municipal em defesa do meio ambiente.

Nesse sentido, o entrevistado afirma que o município se torna mais dependente da Superintendência Estadual do Meio Ambiente (*SEMACE*) para fiscalizações e ações mais firmes de autuação. Todavia, o gestor aponta também que o município está em processo de conseguir esse título de autarquia para poder fiscalizar, licenciar e gerir o espaço costeiro de uma forma mais rígida, autônoma e funcional; porém, não há ainda interesse em desenvolver uma Secretaria de Meio Ambiente – nesse sentido, atualmente, todo esse controle ambiental torna-se, na maioria dos casos, responsabilidade do governo estadual.

Essa conjuntura evidencia novamente o quão o Monumento Natural das Falésias está vulnerável sobre o ponto de vista de controle e monitoramento, uma vez que o seu Plano de Manejo, não apresenta mecanismos rígidos, o poder municipal não tem autonomia ainda para promover ações, o que faz com que o Monumento Natural das Falésias de Morro Branco

recorra à legislação federal, como o SNUC, por exemplo – o que, de acordo com a Figura 45 e os incisos do Tabela 15, não garantem muita segurança de monitoramento e controle.

O Coordenador aponta que um dos principais problemas sofridos pela agenda ambiental do município é a invasão de área protegidas, inclusive, do Monumento Natural das Falésias de Morro Branco – que, de acordo com ele, é uma área de responsabilidade da Secretaria de Meio Ambiente do Estado em parceria com a Prefeitura. O gestor enfatiza que todo dano sofrido pela falésia, por diversas irregularidades, é competência do governo do estado, sendo as principais ocorrências direcionadas a construções ilegais, prática irregular de turismo e derrubadas de falésias.

Através de um resgate histórico, o gestor aponta que antigamente o labirinto era muito mais preservado, e "realmente parecia com um labirinto, com caminhos mais estreitos, onde as pessoas poderiam se perder com a ausência de um guia". Atualmente, o Coordenador aponta que há áreas "muito abertas", com mais de dez metros de abertura, apontando que esses danos erosivos são provenientes de diversas ações, mas, principalmente, vinculadas a potencialização do turismo no processo erosivo e a retirada de areia.

O entrevistado alerta também para a perda do potencial paisagístico do Monumento Natural, devido aos movimentos de massa potencializados pelo grande fluxo de pessoas, que descaracterizou partes importantes da Compartimentação Recuada e Intermediária, como o "Buraco da Sogra", que hoje praticamente não existe mais. O gestor reconhece que esses processos erosivos são oriundos de conjunturas naturais, como a ação eólica, processos de erosão por precipitações intensas, ausência de vegetação etc., mas que a intervenção humana potencializa esses fenômenos – cintando, inclusive, o turismo desenfreado: "são muitas pessoas, e todas querem sempre levar um pouco da areia colorida para casa".

A respeito dos fixos costeiros localizados sobre as falésias, entre o Monumento Natural e a praia, sendo em sua maioria casas de segunda residência – citados no tópico anterior – o coordenador reconheceu que aquelas construções não deveriam estar localizadas ali, lembrando-se como exemplo da casa que foi destruída pelo mar por volta do ano de 2005. O gestor aponta que essas residências estão localizadas em áreas de marinha, e por isso esses fixos não deveriam estar inseridos naquela área, assim como nenhuma construção.

O entrevistado pondera que: como aqueles fixos já estão lá há muito tempo, torna-se uma situação sensível, mas que alguma coisa deve ser feita. O coordenador lembra, como exemplo, da situação das barracas, indicando que essa ação era proveniente dos debates do Projeto Orla, e por isso estão em processo de transferência de área. No caso das casas de veraneio, apesar de reconhecer os riscos em que as residências estão atualmente, não há nenhum plano futuro sobre como pode ser tratado essa conjuntura.

Indo além, o coordenador apontou que, caso a Secretaria de Planejamento indagasse os proprietários das casas sobre as documentações dos imóveis, como comprovação de posse de terreno, ou alvará de construção, ele acredita que esses documentos não existem: “os proprietários não conseguiriam comprovar que adquiriram aqueles imóveis”. Ainda assim, o gestor acredita que nada irá ser feito nos próximos anos que promova a remoção desses fixos, pois não acredita que seja uma iniciativa da agenda de meio ambiente do município: “talvez, seja algo para a Secretaria de Planejamento”.

Com relação aos danos nas falésias, mais especificamente do Monumento Natural, o gestor enfatiza mais de uma vez que a responsabilidade e administração está ligada ao governo estadual, da Secretaria de Meio Ambiente, tanto o Monumento Natural das Falésias, como a APA da Lagoa do Uruaú. Apesar dessa conjuntura, entre os anos de 2019 e 2020, houve articulações que envolveram tanto a parte administrativa das unidades de conservação que reside em Beberibe, quanto a Secretaria de Planejamento do município, de forma que solicitaram a fiscalização dessa área, o que resultou nos dois profissionais de segurança que atuam nos dias de hoje.

Esses dois profissionais que promovem a fiscalização das áreas de unidade de conservação são terceirizados, contratados por meio de uma empresa de segurança. O coordenador aponta que se faz necessário um maior investimento na fiscalização da área, assim como um controle do número de pessoas que adentram o Monumento Natural das Falésias, sendo necessário a obrigatoriedade da supervisão de um guia de turismo.

Por fim, o entrevistado acusou que, apesar de ser uma boa iniciativa e de grande importância para o litoral do município, o Projeto Orla ainda não foi completamente instalado, informando que isso também ocorreu em outras locais do Ceará – apesar de este ter sido executado há mais de uma década, como evidenciado anteriormente. O gestor apontou que em Beberibe algumas ações foram realizadas, como ordenamento da faixa através da limitação das áreas de banhistas e de praticantes de esportes, bem como instalação de equipamentos de lazer; todavia, o coordenador afirma ainda esperar que o projeto venha a ser posto em prática de forma efetiva nos próximos anos.

Essas conjunturas apontadas pelos gestores, que coincidem com os dados evidenciados pelos questionários realizados com os bugueiros e informantes de turismo, apontam para o estado grave que se encontra a fragilidade do controle e do monitoramento do Monumento Natural das Falésias do Morro Branco. Além disso, os discursos aqui evidenciados corroboram com as fragilidades encontradas nos capítulos passados, sejam os projetos, documentos e mecanismos legais de subsídio a gestão, sejam as conjunturas técnicas ambientais levantadas em atividades de campo.

Considerações Finais

Se faz necessário a remoção das estruturas remanescentes na faixa litorânea que se encontram na área do Monumento Natural das Falésias, as quais atualmente levam à descaracterização da praia e geram diversas ameaças à circulação de bugueiros e turistas. Além disso, é essencial ampliar as pesquisas para analisar os perigos relacionados aos movimentos de massa na UC.

As atividades que ocorrem no interior do Monumento Natural das Falésias não foram ponderadas de forma pragmática nas estratégias de conservação desse sistema. Colocando em ênfase o Projeto Orla, essa iniciativa não foi aplicada de forma eficaz junto a população local que vivenciam os espaços costeiros, nem mesmo concluído, como apontando pelos gestores locais de meio ambiente, mesmo após mais de uma década execução da primeira versão da iniciativa. A ausência de uma Secretaria de Meio Ambiente, como apontado pelos gestores, leva a incapacidade do município de praticar uma gestão efetiva de monitoramento e controle do meio ambiente, tornando-se cada vez mais dependente das ações do governo do estado.

A não alteração do cenário atual que se encontram os mecanismos de gestão costeira, principalmente sobre ordenamento territorial sobre forma de uso e ocupação, já aqui citados, proporcionam uma diretriz sistêmica autodestrutiva, de forma que coloca a vida de frequentadores do Monumento Natural, assim como o potencial paisagístico, e, logo, o turismo, em constante risco. Em uma conjuntura de médio a longo prazo, a combinação de fatores, que carrega consigo toda essa problemática complexa sistematizada, pode resultar em consequências irreparáveis para Morro Branco.

Agradecimentos

Agradecemos ao Laboratório de Gestão Integrada da Zona Costeira (LAGIZC), bem como a Universidade Estadual do Ceará e a Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pelo suporte para realização da pesquisa. Igualmente, agradecemos a participação de todos os agentes de turismo locais, bem como bugueiros e gestores que proporcionaram dados para viabilizar a pesquisa.

Referências

CERVI, Emerson Urizzi. Métodos quantitativos nas ciências sociais: uma abordagem alternativa ao fetichismo dos números. Disponível em: Pesquisa Social, reflexões teóricas e metodológicas, 125-143. Ponta Grossa: Editora Toda Palavra. 2009.

COELHO, H. A.; REZENDE, E. N. A efetiva implantação das unidades de conservação ambiental por meio da desapropriação. Revista da Faculdade de Direito da UFG, v. 40, n. 1, p. 146-165, jan./jun.2016.

DIEHL, A. A. Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas. São Paulo: Prentice Hall, 2004.

FUENTES, J. C. N.; GRANADOS, O. A.; MARTINS F. C. Coastal management in Mexico: Improvements after the marine and coastal policy publication. Ocean & Coastal Management, v. 137, p. 131-143, 2017.

IPECE, Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Básico Municipal – Beberibe, 2017. Disponível em: https://www.ipece.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/45/2018/09/Beberibe_2017.pdf

MALHOTRA, N. Pesquisa de marketing: uma orientação aplicada.4ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

MEIRELES A. J. A. Geomorfologia costeira: funções ambientais e sociais. Fortaleza: Edições UFC, 2012. v. 1.

RAGIN, C. Constructing Social Research: the unity and diversity of method. Thousand Oaks: Pine Forge Press, 1994.

REEDY, J.; SCHULLO, S.; ZIMMERMAN, K. Marketing Eletrônico: A integração de recursos eletrônicos ao processo de marketing. 1ª Ed. São Paulo: Bookman, 2001.

RICHARDSON, R. J. Pesquisa social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1989.

SCHERER, M.; ASMUS, M.L. Ecosystem-Based Knowledge and Management as a tool for Integrated Coastal and Ocean Ma-nagement: A Brazilian Initiative. In: Vila-Concejo, A.; Bruce, E.; Kennedy, D.M.; McCarroll, R. J. (Eds.). Proceedings of the 14th International Coastal Symposium. Journal of Coastal Research, Special Issue, Sydney, p. 690–694, 2016.

SUGAHARA J. W.; SOUZA M. J. N. O monumento natural das falésias de beberibe e os impactos causados na comunidade dos artesãos da praia do Morro Branco, Ceará. Brasil. Rede: Revista Eletrônica do Prodema, v. 4, n. 1, 2010.

A relação entre empreendimentos privados e a descaracterização social e ambiental na comunidade quilombola do Cumbe, Aracati-CE

The relationship between private enterprises and social and environmental de-characterization in the quilombola community of Cumbe, Aracati-CE

Antonio Ruan Moreira dos Santos
Universidade Estadual do Ceará
0009-0004-0552-2606
ruuuan.moreira@aluno.uece.br

Marcos Thiago dos Santos Holanda
Universidade Estadual do Ceará
0009-0006-4917-0774
marcos.thiago@aluno.uece.br

Josivaldo Nascimento Rodrigues Filho
Universidade Estadual do Ceará
0009-0009-9449-0939
josivaldo.filho@aluno.uece.br

Maria Lúcia Brito da Cruz
Universidade Estadual do Ceará
0000-0002-2202-923X
lucia.cruz@uece.br

Resumo: As relações sociedade versus natureza vêm adquirindo enorme complexidade com o desenvolvimento da tecnologia, das divisões de trabalho e dos novos investimentos que surgem, refletindo de maneira direta nas formas de convivência das sociedades. São diversas as forças, fluxos e personagens que interagem, trabalham e modificam toda e qualquer característica de uma área habitada, sejam de formas sutis e inofensivas, até formas extremamente violentas para o meio-ambiente. Podemos afirmar que a comunidade Quilombola do Cumbe, apresenta grande diversidade cultural e ambiental, com os habitantes da comunidade interagindo com este meio e território de diversas maneiras. Diante disso, o estudo teve como objetivo analisar a relação dos habitantes da comunidade com o espaço vivido e partindo disso objetivou-se detalhar as descaracterizações socioespaciais e ambientais ocorridas na área de estudo, associando estes à chegada de grandes empreendimentos que se instalaram na região, visando a produção de energia eólica e carcinicultura.

Palavras-chave: Eólicas, Carcinicultura, Comunidade Tradicional, Meio-Ambiente, Território.

Abstract: Socio-environmental relations have become extremely complex with the development of technology, divisions of labor and new investments, which have a direct impact on how societies live together. There are many forces, flows and characters that interact, work and modify each and every characteristic of an inhabited area, whether in subtle and harmless ways, or in extremely violent ways for the environment. We can say that the Quilombola community of Cumbe has a great cultural, environmental and social diversity, with the community's inhabitants interacting with this environment and territory in a variety of ways. In view of this, the study aimed to analyze the relationship between the community's inhabitants and the space they live in and, based on this, to detail the socio-spatial and environmental de-characterizations that have taken place in the study area, associating these with the arrival of large enterprises that have set up in the region, aiming the production of wind energy and shrimp farming.

Keywords: Wind Power, Shrimp Farming, Traditional Community, Environment, Territory.

Introdução

Como objeto de estudo e localizada às margens do rio Jaguaribe, em Aracati, a comunidade Quilombola do Cumbe apresenta uma rica diversidade cultural, ambiental, histórica e social. Tudo isso soma-se com as relações que foram construídas entre os habitantes e as maneiras que os mesmos interagem com o seu meio, seu território, gerando dessa forma um sentimento de pertencimento entre os moradores e o seu espaço de convivência.

Essas relações apresentam uma série de fluxos e tipos, todos caracterizados e delimitados pelas condições ambientais da área de estudo, como exemplo, podemos citar as diferentes atividades que são exercidas pelos habitantes, tais como a pesca (tanto na região do manguezal quanto no próprio estuário do Jaguaribe) que é realizada pelas marisqueiras e por pescadores locais, o artesanato (Confecção de vestimentas, acessórios e entre outros produtos) e o turismo comunitário (Sua localização entre dois municípios que recebem um contingente de turistas em suas altas estações que influenciam diretamente na economia da comunidade e no aproveitamento dos atrativos da mesma - IPECE, 2021), que representa uma das principais atividades exercidas na área de estudo e que corresponde a um ponto de virada no que tange ao reconhecimento da importância das cultura exercida dentro da comunidade por seus integrantes.

A comunidade está inserida em um área correspondente aos tabuleiros pré-litorâneos, considerada pelo seu nível de estabilidade e sob o domínio dos neossolos fluvicos, gleissolos e organossolos que o fazem ter uma fertilidade considerável e suficiente para a prática da agricultura de subsistência pelos habitantes, com o domínio da fruticultura e de leguminosas, mantendo as tradições da produção de farinhas (IPECE, 2021).

Diante de toda uma rica diversificação, este espaço adquiriu um grande valor em a partir das décadas de 80 e 90, com uma forte pressão por supostos investidores, com aquisição de terras, instalação de infraestrutura e redes de hotelaria. Além disso, há uma presença muito forte da agroindústria na região do baixo Jaguaribe, a citar as multinacionais do ramo da fruticultura. Com os incentivos promovidos pelas forças políticas locais e estaduais sob a forma de incentivos fiscais, ocorreu a gradual instalação e expansão de atividades dentro das imediações área um dia pertencente à comunidade - o avanço da prática de carcinicultura na região, com a criação e ampliação de grande quantidade de viveiros e a criação e expansão dos parques eólicos, restringindo dessa forma o acesso e circulação pela população tradicional na área.

Figura 1: Parque eólico: Propriedade privada.

Fonte: HOLANDA, Marcos. (2022).

Além disso, percebe-se que outras atividades também exercem sua parcela de impacto, agravando os conflitos devido à expansão desses empreendimentos de maneira clara e predatória.

Baseado nisso, o presente estudo concentra-se na caracterização dos processos de desconstrução cultural (que perpassa por valores e vetores ambientais e sociais) e na identificação dos conflitos socioespaciais que ocorrem na comunidade quilombola do Cumbe, que são impulsionados pela presença de empreendimentos privados, tais como, parques eólicos e carcinicultura, partindo disso, influenciar a adoção de estratégias para a valorização da cultura local, resgate das antigas tradições e pela defesa dos aspectos ambientais no espaço que por direito, é próprio do povo que manteve suas raízes presentes durante incontáveis gerações.

Metodologia

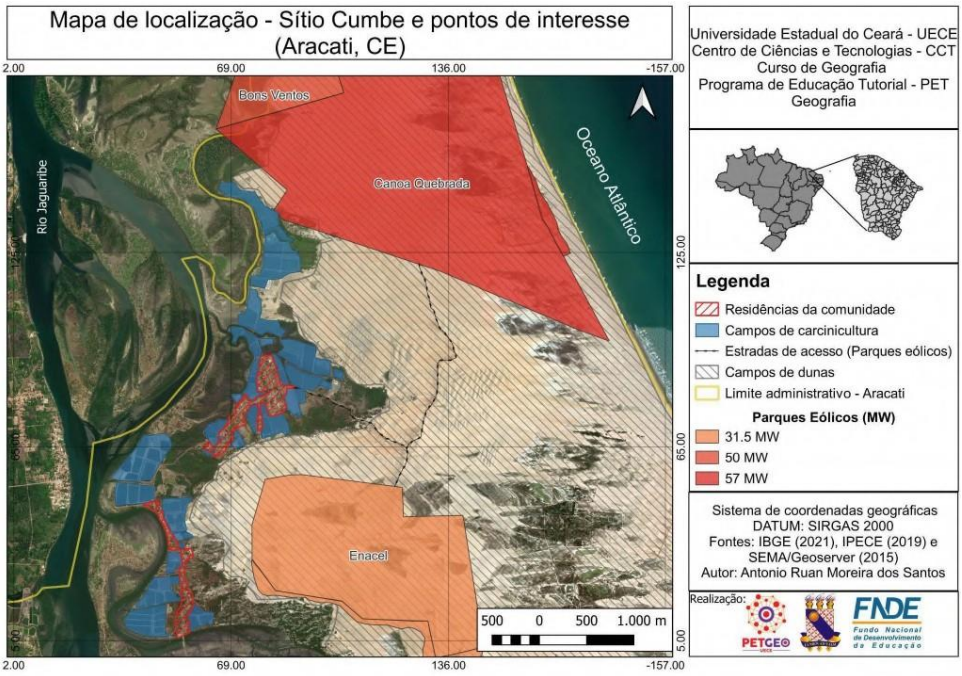
Área de estudo

A área estudada compreende a porção leste do estuário do Rio Jaguaribe, localizado entre os municípios de Fortim - CE e Aracati - CE. Suas características e sua localização o fazem ser um ambiente muito rico, com grande variedade quanto a compartimentação geoambiental, considerando os componentes de domínio abiótico, biótico e ação social. As planícies fluviomarinhas, revestidas pela vegetação de manguezal, compreende boa parte da área referente à comunidade, porção abundante de recursos porém igualmente sensível às

mudanças. O aproveitamento da mesma é feito por atividades extrativistas, em sua maior parte realizada por pescadores locais, cujos frutos são utilizados pelos próprios habitantes ou para o comércio em pequena escala.

A porção dos campos de dunas fixas e móveis compreende uma área que era utilizada em sua maior parte para a prática de atividades recreativas por várias faixas etárias, para fins de práticas culturais religiosas, atividades de lazer e outros, trazendo a este ambiente uma relação muito próxima, que transcende as ligações materiais. Nesta área, também podemos notar a presença de alguns empreendimentos menores, em sua maior parte vinculados ao turismo e a culinária, geridos pela população local e também por pessoas oriundas de outras áreas, que se instalaram ao longo do tempo dentro da comunidade, aproveitando o “boom” de oportunidades que surgiam no decorrer dos anos.

Figura 2 - Mapa de Localização da comunidade e áreas de interesse.



Fonte: SANTOS, Antonio Ruan Moreira dos. (2023).

Procedimentos metodológicos

A metodologia do estudo pode ser dividida em três fases distintas, a primeira podemos chamar de “construção da abordagem” que consistiu em pesquisas bibliográficas sobre as bases teórico-metodológicas que fundamentam a concepção geossistêmica adaptada para o semiárido por Souza (2009) apoiando-se em (BERTRAND, 1972); (SOTCHAVA, 1976); (MONTEIRO, 2000); (ROSS, 2006); (SOUZA, 2000). Para a palavra

território, forma de poder, apropriação e produção espacial de valores culturais, econômicos e sociais, considerou-se (PORTO-GONÇALVES, 1992) e (SOUZA, 1995),

visando a caracterização ambiental, destacando a história da comunidade quilombola do Cumbe, sobre os direitos que as comunidades possuem face a situações onde sua autodeterminação e a manutenção de sua cultura é ameaçada.

Para a elaboração do artigo e também visando o planejamento da atividade em campo, foram elaborados questionários, além da definição do trajeto pelo qual seria percorrido dentro da área de estudo. Este passo foi realizado juntamente com pesquisas sobre a presença crescente de alguns dos empreendimentos privados instalados na comunidade (Parques eólicos e carcinicultura) e seus impactos na fauna, flora e sociedade.

Na fase seguinte, foram realizados trabalhos de campo com o propósito de analisar as diferentes compartimentações geoambientais e as estruturas geográficas por unidade, tanto físicas quanto sociais, além de colher o depoimento de habitantes locais e de lideranças das comunidades, que traçaram uma linha histórica e social da evolução da comunidade e da própria problemática estudada, sendo um passo extremamente importante para o prosseguimento do estudo e para a compreensão do fenômeno. Com base nisso, as informações adquiridas foram basilares no processo de interpretação dos dilemas enfrentados pelos habitantes no decorrer dos anos que seguiram com a evolução da situação descrita. A terceira fase consiste justamente na apresentação de resultados e construção dos argumentos.

Resultados e discussão

Para o início das discussões, vale uma breve explicação acerca da importância da palavra território para a compreensão das relações existentes dentro da área de estudo. Neste trabalho iremos somente abordar o conceito chave mais adequado para a interpretação dos dilemas da comunidade, utilizado como embasamento para as nossas reflexões acerca do assunto. A discussão para a criação de um conceito definitivo de território é bastante extensa, tal como outros temas da ciência geográfica, que vivem em constante mudança e adotam formas diversificadas a partir de linhas de pensamento diferentes. Mas como um cerne do conceito e da discussão, a palavra território foi sintetizada pela conceituação de diversos autores como a delimitação de uma área sob determinada forma de poder, sendo esse representado como uma força de decisão, força política, autoridade sob determinada porção do espaço, além de apropriação e produção espacial de valores culturais, econômicos e sociais.

Figura 3 - Tanques de camarão da comunidade.

Fonte: HOLANDA, Marcos. (2022).

De acordo com Porto-Gonçalves (1992), o território pode ser compreendido como um espaço que é alterado e tornado próprio pelos componentes daquela área, inserindo dessa forma as “identidades coletivas” através da prática de “Geo-grafar a terra”, unificando coletivamente e politicamente tais povos. Podemos perceber um conceito que foge das temáticas que eram propostas pelos estudos contemporâneos, tais como o de Milton Santos e Antônio Carlos Robert Moraes, ao adotarem uma visão voltada a questões ligadas de forma mais intensa com os aspectos econômicos, gestão territorial, fluxos e redes e com materialismo histórico-dialético.

Vale salientar que as bases de formação dos territórios e territorialidade estão associadas a uma configuração de natureza física e condições específicas quanto às relações mútuas entre os fatores do potencial ecológico (fatores abióticos) e os de exploração biológica, compostos essencialmente pelo mosaico de solos e pela cobertura vegetal.

Para Souza (2000), os ambientes são integrados por variados componentes que mantêm relações mútuas entre si, sendo perpetuamente sujeitos às trocas de matéria e de energia. Os componentes são relativos ao suporte (litotipos, geoformas e águas subterrâneas), ao envoltório (clima e águas superficiais) e à cobertura (solos e biodiversidade).

Para a compartimentação geoambiental, considerou-se a análise geomorfológica como elemento de importância fundamental. Deve-se reconhecer, além disso, que a compartimentação deriva de herança da evolução ambiental, pelo menos terciário-

quaternária, na área de estudo. Como tal, cada compartimento tende a ter padrões de ocupação e são também influenciados pela forma de uso e de conservação.

Figura 4 - Compactação do solo da duna.

Fonte: SANTOS, Antonio Ruan Moreira dos, (2023).

Porto-Gonçalves, juntamente com outros autores contemporâneos, introduz dessa forma uma nova preocupação no que diz respeito à integridade territorial e cultural dos povos tradicionais e a constante ameaça do capitalismo e da cultura dominante no processo de afirmação territorial dos mesmos. A territorialidade é sintetizada por Marcelo Lopes de

Souza (1995), a partir de uma visão integrante entre as duas “dimensões” dos conceitos de território e territorialidade: a dimensão política e a dimensão cultural. Dessa forma, de acordo com Souza, territorialidade é “como campo de forças, uma teia, uma rede de relações sociais que, a par de sua complexidade interna, define um limite, uma alteridade, entre ‘nós’ (do grupo, da comunidade) e os ‘outros’ (estranhos, os de fora)” (SOUZA, 1995, p. 86)

Dito isso, os tópicos seguintes trarão uma relação e descrição dos agentes modificadores do espaço que estão presentes na área de estudo, suas ações e uma análise sobre o impacto das mesmas.

A presença e impactos da carcinicultura no Ceará

Ormond et al. (2004, pág. 98) datam o início do desenvolvimento em larga escala das atividades relacionadas à carcinicultura brasileira em meados dos anos 80 e 90, com a aclimatação da espécie litopenaeus vannamei, espécie oriunda do oceano pacífico que obteve resultados expressivos em relação a sua adaptação às condições do território brasileiro, em especial as características encontradas na região nordeste, razão pela qual o território

comportava cerca de 94% de toda produção brasileira - em sua maioria por pequenos produtores - no ano da publicação da obra.

Figura 5 - Carcinicultura de grandes empresas.

Fonte: SANTOS, Antonio Ruan Moreira dos, (2023).

O município de Aracati comporta a grande maioria dessas fazendas presentes hoje em nosso estado, por ter em seu território diversas estruturas e estar localizado em uma das compartimentações geoambientais mais favoráveis a essa atividade, fatores que facilitam e que influenciam fortemente na implantação destes campos, que em sua maioria foram instalados em áreas próximas e dentro da própria comunidade.

A carcinicultura praticada na área de estudo compreende 3 etapas principais - as quais são a larvicultura, fase de engorda e por último o beneficiamento - com diversos subprocessos diferentes, todos afetando os componentes ambientais e sociais de uma forma específica.

No mesmo trabalho, financiado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), são elencados em tabela os danos ambientais que são ocasionados em cada uma dessas etapas e a forma que os mesmos afetam os sistemas em seu redor a curto e longo prazo.

Quadro 1 - Os impactos da Carcinicultura no ambiente.

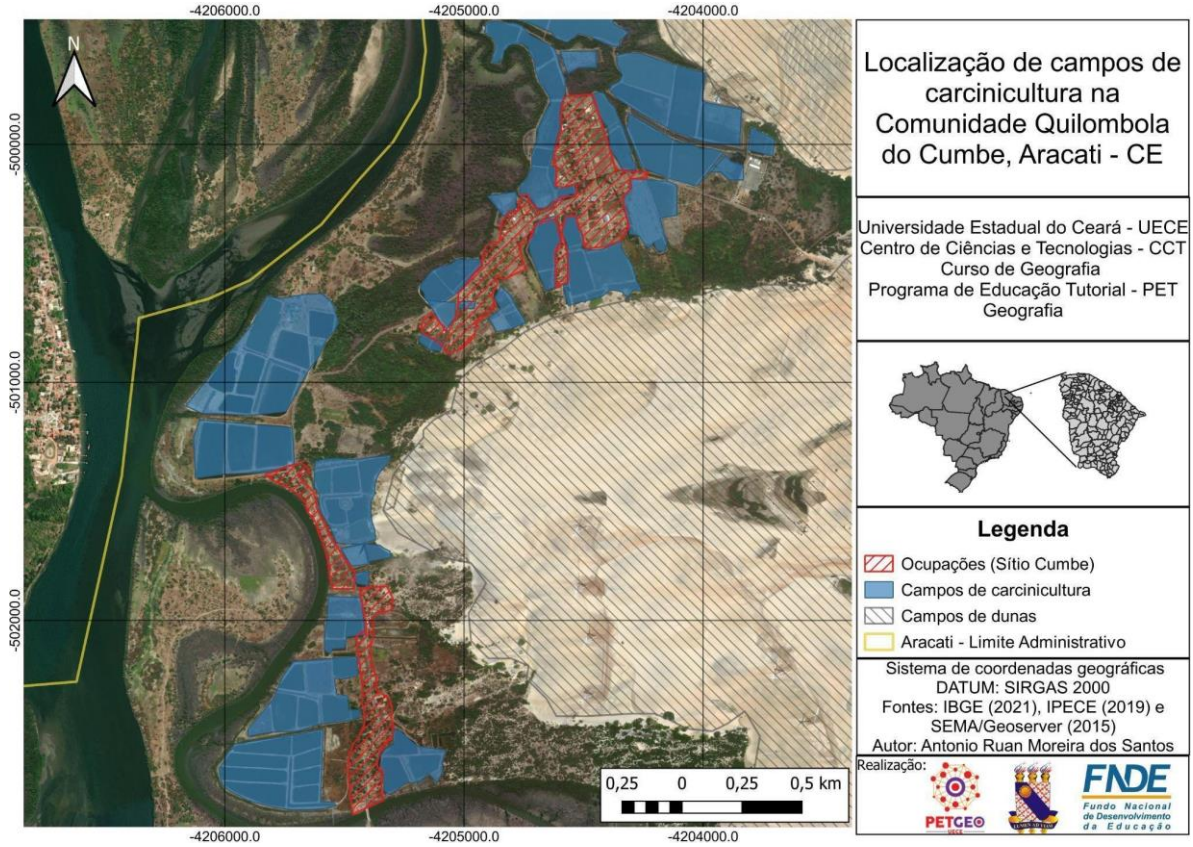
ETAPA	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Larvicultura	Desmatamento das áreas de mangue	• Aumento da erosão, da temperatura e da evaporação • perda da biodiversidade e mudança na paisagem
	Ocupação de faixa de praia	Mudança na paisagem com impacto visual • Conflito com outros usos, como turismo
	Lançamento de efluentes nos cursos d'água	Contaminação dos corpos hídricos pelo aumento da carga orgânica, substâncias químicas e geração de sedimentos • Assoreamento, aumento da turbidez, eutrofização • redução da biodiversidade
	Tratamentos microbiológicos	Possíveis alterações nas características • físico-químicas e bacteriológicas da água
	Acasalamento contínuo entre parentes	Maior susceptibilidade do camarão a doenças
Engorda	Desmatamento das áreas de mangue	• Aumento da erosão, da temperatura e da evaporação e perda da biodiversidade
	Ocupação de faixa de praia	Mudança na paisagem com impacto visual • Conflito com outros usos, como turismo
	Lançamento de efluentes dos viveiros ricos em sedimentos	Contaminação dos corpos hídricos pelo aumento • da carga orgânica, substâncias químicas e geração • de sedimentos • Assoreamento, aumento da tubidez, eutrofização • e redução da biodiversidade
	Lançamento de efluentes de metabissulfito de sódio em corpos hídrico	• Morte da flora e fauna aquática por anoxia
	Lançamento de efluentes de metabissulfito de sódio em corpos hídrico	Morte da flora e fauna aquática por anoxia

	Percolação de água salina e rica em nutrientes dos viveiro	Salinização do solo e águas subterrâneas • Contaminação de águas subterrâneas pela • lixiviação de nutrientes
	Lançamento de efluentes salinos (aclimatação) em áreas interiores	• Salinização do solo e/ou de corpos hídricos
	Escape de espécie exótica	• Risco de entrada de doenças exógenas • Alterações na cadeia alimentar
	Consumo de grandes volumes de água	Alteração do regime hidrológico de estuários e rios • Conflitos entre usuários
Beneficiamento	Retirada da casca do camarão	• Geração de resíduos sólidos orgânicos
	Lançamento de efluentes	• Poluição dos cursos d'água

Fonte: Revista Econômica do Nordeste, n. 2, abr./jun. 2003 (in ORMOND, 2004).

Além dos problemas em relação aos aspectos ambientais, é observado outro fenômeno constante que é a ocupação irregular do espaços, muitas vezes ferindo a constituição no que se refere a integridade de áreas vitais para a manutenção do equilíbrio ecológico e preservação ambiental - As área de mangue na margem rio Jaguaribe -, e a integridade dos costumes de um patrimônio histórico e cultural, que é a comunidade quilombola. No percurso que é realizado até a comunidade, é de fácil percepção a dimensão do problema, onde ao se aproximar das áreas de criação, a biodiversidade do local é mínima, com a presença majoritária de áreas de mangue morto e áreas extensas praticamente desertas voltadas apenas para a produção, que em sua maioria têm os mercados externos como seus destinos finais, tais como Europa, as Américas e Ásia como exemplos, e que dessa forma, representam um produto que não é usufruído pela população local e uma renda que não volta e nem atua em seu local de origem.

Figura 6 - Localização dos campos de carcinicultura dentro da área de estudo.



Fonte: SANTOS, Antonio Ruan Moreira dos, (2023).

Meireles et al. (in. TEIXEIRA, 2008, p. 20) afirma que durante o processo de expansão da atividade, a ocupação das fazendas de camarão se deram de maneira ilegal e prejudicial em boa parte dos casos, afirmando que:

> “Foram instaladas dentro do manguezal e que interferiram diretamente nos fluxos fluviomarinhos, nas águas subterrâneas e no fluxo eólico; bloquearam as trocas laterais de sedimentos e nutrientes entre o manguezal e o canal estuarino; impermeabilizaram o lençol freático e salinizaram o aquífero associado ao campo de dunas”.

Sobre a ocupação de tais áreas, Ormond (2004, p. 108) argumenta que:

> “Embora haja clara definição legal das áreas onde a cultura do camarão em cativeiro esteja autorizada, como, por exemplo, salinas abandonadas, áreas de mangue não regeneradas e áreas anteriormente destinadas à piscicultura ou à pecuária, a atividade continua se expandindo em locais proibidos, tais como áreas de proteção ambiental, de mangues naturais ou regenerados e de florestas”.

Pelo exposto, podemos ter uma noção bastante esclarecedora acerca de como age a indústria da carcinicultura de forma geral, tomando como recorte a indústria aracatiense, que com a evolução das técnicas, apresenta um dos maiores percentuais de produção no nordeste, além de tomar como noção a irresponsabilidade ambiental presente em parte destes empreendimentos, fato refletido de forma viva na área de estudo.

A presença dos parques eólicos e seus efeitos

Revisitando a história recente do Nordeste no começo do milênio e suas políticas de desenvolvimento social e econômico, percebe-se um grande investimento na implantação de estruturas voltadas para a geração de energia eólica. Estados como Bahia, Rio Grande do Norte e o próprio Ceará são referências no que diz respeito à capacidade de geração destes parques, muito por conta dos incentivos propostos pelos governos para a instalação dos mesmos, servindo de grande atrativo, aliado às condições geográficas da região, com ventos de grande intensidade. Segundo Moura Fé (2013, p. 28 - 29), a intensidade eólica recomendável que uma área necessita para a instalação de um P.A. é 7m/s ou 25,5 km/h. A área que estes parques ocupam possuem uma grande extensão na maioria dos casos, além de contarem com um fluxo bastante intenso de pessoas e veículos, tanto em sua fase de construção quanto em seu período de funcionamento pleno, gerando diversas perturbações ao equilíbrio ambiental e social das áreas afetadas. Além disso, projetos de geração de energia eólica visam a sua instalação em sua grande maioria nas faixas litorâneas dos estados, regiões compostas por biomas extremamente sensíveis à ação antrópica, tais como manguezais, campos de dunas, restingas e outros, gerando diversos impactos negativos a estes.

Figura 7 - Parte do parque eólico nas zonas próximas à comunidade.

Fonte: SANTOS, Antonio Ruan Moreira dos. (2022).

Em Aracati estão presentes alguns dos parques eólicos com a maior capacidade de geração de energia elétrica em todo o estado, parques estes gerenciados pelo grupo CPFL, sigla para Companhia Paulista de Força e Luz, empresa privada do ramo de energias renováveis que atua em todo o território. Estes mesmos são os gerenciadores dos 3 parques (Canoa quebrada, Bons ventos e Enacel, com 57 Mw; 50 Mw e 31.5 Mw respectivamente, figurando nas primeiras posições em capacidade de geração de energia) instalados nas regiões que antes eram de usufruto da comunidade, contribuindo dessa forma para o conflito descrito no presente estudo.

São inúmeros os estudos realizados sobre os impactos da presença de aerogeradores, neste artigo, usaremos um artigo específico realizado no ano de 2013 (MOURA-FÉ, 2013), onde foram elencados de forma resumida, uma série de impactos ambientais decorrentes da instalação de P.A's, os quais foram divididos em impactos em meio antrópico, físico e biótico. Cabe ressaltar que a aferição do nível desses impactos e sua caracterização se deu adotando o conceito de efeito sinérgico, ou seja, impactos que conseguem ter uma intensidade maior associados a outras perturbações no equilíbrio da área afetada. Dessa forma, os impactos ambientais presentes durante as atividades praticadas nos P.A.'s podem ser resumidas em:

- Impactos dos meios físicos: Movimentação de sedimentos e fragilização das estruturas não consolidadas; Poluição do ar por sedimentos antes estabilizados, ruídos e gases poluentes; Contaminação do ambiente por resíduos sólidos; Modificação e desequilíbrio da morfologia dos ambientes pela terraplanagem para vias de acesso;
- Impactos dos meios bióticos: Supressão da fauna e flora local em todos os estágios; Contaminação do ambiente por componentes químicos em caso de acidente; Fuga da Fauna local; Desequilíbrio nas cadeias tróficas
- Impactos dos meios antrópicos: Poluição sonora em todas as etapas; Danificação das estruturas pela compactação do solo e vibração do mesmo; Alteração significativa no perfil da população local; Gradual degradação na infraestrutura local devido ao grande movimento de pessoas e insumos; Aumento do desemprego com o fim da instalação, principalmente de moradores locais.

A desconstrução de uma comunidade

Durante o período de construção dos parques eólicos dentro da comunidade, ocorrido durante a primeira década do século XXI, houve um intenso fluxo de pessoas externas a comunidade adentrando e se instalando no território do quilombo do cumbe, fato que de acordo com os locais, gerou um aumento no índice de crimes cometidos, surgimento da prostituição e o notável crescimento da violência dentro da área, além dos assédios relatados pelas mulheres da comunidade, realizado justamente por estes indivíduos que vieram neste fluxo migratório, fato que ocasionou a saída de boa parte destas, indo em direção

a outras cidades, pois não se sentiam mais pertencentes ao seu lugar devido aos abusos sofridos durante esse periodo de instalação dos parques.

Além dos pontos já apresentados, existe também o fator da descaracterização do ambiente diante as mudanças ocorridas na paisagem, que vão desde os grandes parques eólicos que ficam entre as residências dos habitantes e o mar (Figura 2), os tanques de carcinicultura que ocupam grande faixa territorial dentro da comunidade e a morte de áreas de mangue e apicum que sofrem com as consequências do avanço da atividade em questão, com os impactos sendo destacados pelo quadro 1.

Estes fatores corroboram na desconstrução do sentimento comunitário presente entre os habitantes, uma vez que os mesmos não se sentem mais pertencentes ao seu lugar pela intensa descaracterização ambiental, social e cultural promovida por estes fatores, representando desta forma um problema que perpassa diversas áreas.

A partir dos estudos realizados, percebe-se que, a presença constante dos empreendimentos privados dentro da comunidade foi um fator que ocasionou uma série de danos, tais como a degradação grave de áreas de mangue próximas a comunidade em função dos efeitos nocivos dos processos realizados nas etapas da cultura de camarões e também dos efeitos físicos que vieram com a instalação dos parques eólicos, que influenciaram na dinâmica das dunas, causando uma perda de heranças históricas e culturais. A exemplo disso, podemos citar os danos causados nos locais considerados sagrados dentro do território e também de uma área com a presença de riquezas arqueológicas pertencentes a ancestrais dos povos da comunidade, tal como foi afirmado pelas lideranças comunitárias. Estes fatores ocasionaram um grande fluxo migratório dentro da comunidade, onde se viu uma chegada constante de trabalhadores sem vínculo prévio ao território, trazendo consigo uma carga social e uma maneira de se relacionar totalmente diferente a qual os moradores tradicionais estão habituados, gerando um choque cultural e por conseguinte a diminuição do sentimento de pertencimento, ocasionando a saída dos moradores por conta deste processo de descaracterização de seu local de vivência, o que gera o processo que podemos caracterizar como um pequeno êxodo localizado da população em direção às cidades próximas ou para comunidades próximas onde os mesmos tenham a condição de praticar seus modos de vida de uma maneira semelhante. Além disso, podemos considerar essa situação como um entrave ao reconhecimento das práticas tradicionais da comunidade e o gradual desaparecimento destes laços culturais ainda existentes.

Com base nestes conceitos apresentados, percebe-se que toda essa presença desses agentes externos modifica e prejudica a relação dos habitantes naturais com o seu território por direito, causando uma fragilização sem precedentes no que tange a aspectos relacionados aos costumes, formas de sustento, reprodução das atividades culturais e a

consequente diminuição da qualidade de vida dos quilombolas. Além disso, o impacto ambiental nestas áreas é notável, causando um intenso desequilíbrio entre os fatores bióticos e abióticos e favorecendo ainda mais a descaracterização daquele espaço e daquela população.

Considerações finais

Com base nas informações apresentadas acima, consideramos que a forma como as atividades praticadas dentro das adjacências da comunidade e a falta de amparo público e de um zoneamento para a proteção das atividades tradicionais têm interferido de maneira direta e extremamente prejudicial aos aspectos componentes da comunidade e a sua preservação, considerando o atual cenário de constante desvalorização da cultura tradicional face a imposição da cultura moldada pelas classes dominantes (BECKER et al. in. TAUK-TORNISIELO, 1995).

Embora seja de conhecimento geral a importância das matrizes energéticas renováveis no atual contexto geral do planeta, percebe-se uma falta de um olhar empático por parte dos governantes e empresários e pela falta de visibilidade dos estudos relacionados às problemáticas que podem vir com os mesmos, principalmente em relação aquelas que são refletidas no ambiente natural, e que, inevitavelmente, reverberam na figura humana de forma muito expressiva, e isso fica bastante evidente na situação vivenciada pelos habitantes da comunidade, onde, além de sofrerem os impactos diretamente em sua saúde e na diminuição sua qualidade de vida de modo geral, veem suas antigas tradições, suas crenças, seus espaços e seus conterrâneos desaparecendo aos poucos. Uma história que foi construída durante um período de tempo extenso, com elementos de riqueza de grande importância para o patrimônio cultural cearense e que agora necessita de um processo de reconstrução e sobrevivência a cada ano para a manutenção destes modos de vida.

Diante da gravidade da situação, o apoio do estado à população se torna imprescindível para a defesa dos interesses comunitários. A adoção de práticas para a valorização da cultura quilombola voltada para a população mais jovem, a fim de transmitir os costumes para as futuras gerações também se mostra uma ação que necessita ser colocada em prática. Além disso, com base nas disposições presentes nos artigos das leis nº 6.938/81 e 9.985/00, - que estabeleceram, respectivamente, a criação da Política Nacional do Meio Ambiente e do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, PNMA e SNUC -, sugere-se a implantação de uma RESEX - Reserva Extrativista - abarcando os limites da comunidade, que também representa uma estratégia que facilitará a defesa pelos direitos e o impedimento de futuros retrocessos no que tange as questões abordadas.

Agradecimentos

A todos os bolsistas do Programa de Educação Tutorial - PET Geografia UECE; A tutora do PET Geografia UECE e coordenadora do laboratório de geoprocessamento e estudos aplicados - LABGEO UECE, Profª. Drª. Maria Lúcia Brito da Cruz; A Cleomar, líder comunitária da comunidade quilombola do Cumbe e todos os habitantes; Ao campus UECE/FAFIDAM - Limoeiro do Norte; Ao setor de transportes da Universidade Estadual do Ceará.

Referências

DE MORAES, Nelson Russo et al. As comunidades tradicionais e a discussão sobre o conceito de território. Espacios, 2017.

DE MOURA-FÉ, Marcelo Martins; DE AGUIAR PINHEIRO, Mônica Virna. Os parques eólicos na zona costeira do Ceará e os impactos ambientais associados. Revista Geonorte, v. 4, n. 13, p. 22-41, 2013.

DOS SANTOS, Anderlany Aragão et al. Ameaças, fragilização e desmonte de políticas e instituições indigenistas, quilombolas e ambientais no Brasil. Estudos Sociedade e Agricultura, v. 29, n. 3, p. 669-698, 2021.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). Sistema de Informações Geossocioeconômicas do Ceará. Aracati: IPECE, 2021. Disponível em: http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/. Acesso em: 28 mai. 2023.

LABIGALINI FUINI, Lucas. Construções teóricas sobre o território e sua transição: A contribuição da Geografia brasileira. Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía, v. 26, n. 1, p. 221-242, 2017.

MOREIRA, Roseilda Nunes et al. Energia eólica no quintal da nossa casa?! Percepção ambiental dos impactos socioambientais na instalação e operação de uma usina na comunidade de sítio do Cumbe em Aracati-CE. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v. 2, n. 1, p. 45-73, 2013.

ORMOND, José Geraldo Pacheco et al. A carcinicultura brasileira. 2004

PINTO, Marcia Freire et al. Quando os conflitos socioambientais caracterizam um território. Gaia Scientia, v. 8, n. 2, p. 271-288, 2014..

SANTOS, Milton. Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia. Edusp, 2022.

TAUK-TORNISIELO, Sâmia Maria: Análise ambiental: uma visão multidisciplinar. 1995. p. 206-206.

TEIXEIRA, Ana Cláudia de Araújo. O trabalho no mangue nas tramas do (des)envolvimento e da des(ilusão) com" esse furacão chamado carcinicultura": conflito socioambiental no Cumbe-Aracati-CE. Tese (Doutorado em educação brasileira) - Universidade Federal do Ceará. 2008.

Adequação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios para Análise Física do Riacho do Alto dos Gantois em Salvador, Bahia: Um Estudo Colaborativo com Moradores

Adequacy of the Rapid River Assessment Protocol for the Physical Analysis of the Alto dos Gantois Creek in Salvador, Bahia: A Collaborative Study with Residents

Cleber Alves Santana Junior
Instituto Federal da Bahia - Salvador
cleberpibid21@gmail.com

Resumo: Este estudo teve como objetivo adaptar o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) para analisar fisicamente o Riacho do Alto do Gantois, localizado em Salvador, Bahia, com a colaboração de 10 moradores locais. O PAR foi personalizado para avaliar um trecho não canalizado do riacho, abrangendo aproximadamente 345 metros de extensão, baseando-se em uma pesquisa bibliográfica abrangente. A pesquisa buscou quantificar e qualificar os parâmetros físicos do rio, visando compreender os resultados obtidos por meio da aplicação do PAR. Isso contribuiu para expandir o conhecimento técnico e reflexivo sobre os mananciais hídricos de superfície entre os moradores da região. Os resultados, obtidos em colaboração com a comunidade, destacou claramente o impacto das atividades humanas na preservação do rio e na manutenção de suas características naturais.

Palavras-chave: Protocolo de Avaliação Rápida de Rios, Riacho do Alto dos Gantois, Salvador, Bahia.

Abstract: This study aimed to adapt the Rapid River Assessment Protocol (PAR) to physically analyze the Riacho do Alto do Gantois, located in Salvador, Bahia, with the collaboration of 10 local residents. The PAR was customized to assess an unchanneled stretch of the stream, covering approximately 345 meters in length, based on a comprehensive literature search. The research sought to quantify and qualify the physical parameters of the river, aiming to understand the results obtained through the application of PAR. This contributed to expanding the technical and reflective knowledge about surface water sources among residents of the region. The results, obtained in collaboration with the community, clearly highlighted the impact of human activities on preserving the river and maintaining its natural characteristics.

.
Keywords: Rapid Assessment Protocol for Rivers, Riacho do Alto dos Gantois, Salvador, Bahia.

Introdução

Salvador, a capital do estado da Bahia, é uma cidade abençoada com uma beleza natural incomparável, caracterizada por suas praias deslumbrantes, rios sinuosos e paisagens encantadoras. No entanto, essa riqueza natural, inclusive de recursos hídricos, vitais para a vida cotidiana e o ambiente da cidade, enfrenta desafios significativos em termos de gestão e preservação.

A água é a essência vital que sustenta todas as formas de vida em nosso planeta, sendo insubstituível e essencial para todas as atividades humanas (OLIVEIRA e NUNES,

2015). No entanto, nossos cursos d'água têm enfrentado inúmeras intervenções de natureza antropogênica, resultando na perda de suas características naturais, especialmente devido ao avanço da urbanização. Como destacado por Allan (1995), as ocupações das bacias hidrográficas reduziram drasticamente o número de cursos d'água que ainda mantêm suas condições naturais.

Nesse contexto, as intervenções humanas têm contribuído para a deterioração da qualidade ambiental das bacias hidrográficas, que são de extrema importância em nosso país (CALLISTO, MORENO, GOULART, 2002). Portanto, a relevância dos estudos nessa área hidrográfica transcende a compreensão de um simples corpo d'água e alcança uma escala macrobiótica.

O curso d'água escolhido para análise é um trecho não canalizado do Riacho do Alto do Gantois, também conhecido pelos moradores locais como Rio São Pedro ou simplesmente é chamado de vala. Este riacho, que é um dos afluentes do rio Lucaia, costumava ser uma fonte de recursos alimentícios para as antigas populações da cidade de Salvador. No entanto, atualmente, ele é popularmente chamado de "esgoto" e "vala". Isso nos permite compreender como um manancial fluvial outrora vital se encontra em estado de degradação.

Os principais problemas identificados incluem a presença maciça de resíduos sólidos, a péssima qualidade da água em termos de odor e transparência, bem como as enchentes frequentes durante períodos chuvosos que representam um risco para as comunidades adjacentes. Exemplo claro foi a tragédia , em 2021, onde dois homens perderam a vida ao tentar resgatar um cão arrastado pela correnteza do rio em evento meteorológico.

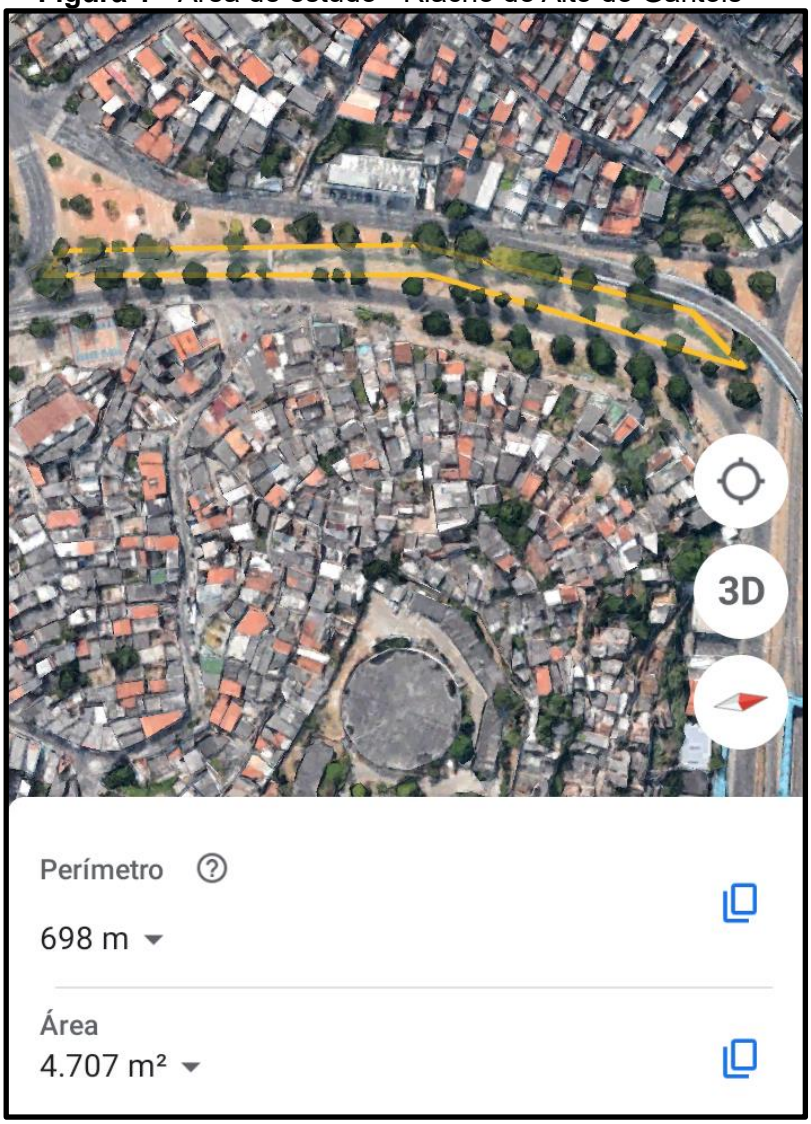
O objetivo deste estudo é a aplicação de um protocolo de avaliação rápida de rios para permitir que os próprios moradores avaliem o estado desse córrego. Limitamos nosso foco ao perímetro visível para os moradores e conduzimos nossa análise ao longo de duas semanas (21/11/2022 a 02/12/2022). A adaptação do PAR segue abordagens semelhantes a outras desenvolvidas em todo o país, como as realizadas em Minas Gerais e no Rio de Janeiro por Goulart, M. e Petrúcio (2014).

Área de Estudo

A área de estudo onde se realizou o trabalho científico é um trecho da avenida Anita Garibaldi, situada na localidade do bairro da Federação, Salvador, Bahia, na rua Padre Domingos de Brito de cima. O corpo hídrico adotado se trata de um rio afluente do rio Lucaia. Além disso, o rio está situado próximo da nascente do rio Lucaia.

O trecho analisado, se encontra completamente antropizado, ou seja, sem seu fluxo original. Segue imagem de área e perímetro do objeto de estudo:

Figura 1 - Área de estudo - Riacho do Alto do Gantois



Fonte: Autor (2022)

A área de estudo analisada está situada nas coordenadas 12° 59 '34.7 ``S 38° 30' 26.1 ``W e 12° 59 '24.5"S 38° 30' 22.4 ``W e constitui uma densa quantidade de residências e comércios. Sendo afluente do rio Lucaia que é Segundo dados do (IBGE, 2000) é a quarta bacia mais populosa do Município de Salvador.

Justificativa

Algumas perspectivas são tão incisivas quanto demandantes quando se trata dos estudos no campo da hidrografia, dentre as quais destacam-se: amplo conhecimento sobre esse ambiente e suas interações; compreensão escalar e diagnóstico fisiográfico; proposição de soluções que contribuam com a mitigação de problemas associados à dinâmica natural e/ou antropogênica. Tais premissas alinham os percursos que definem o desenvolvimento da

presente pesquisa, cuja justificativa se dá pela preservação de ecossistemas, adequado manejo e gestão dos recursos naturais. Ademais, as questões pertinentes às alterações globais, dentre as quais se destacam as mudanças climáticas, colocam em estado de atenção às observações sobre os recursos hídricos e seus nichos de biodiversidade associados. Daí, emerge a necessidade de se intensificar o monitoramento hidrográfico, abrangendo todos os sistemas que dela fazem parte, uma vez que o comportamento do rio pode influenciar de maneira direta sobre essas unidades, o que também justifica a presente pesquisa.

A cidade de Salvador é circundada por abundâncias de mananciais fluviais em seu solo. Por outro lado, a urbanização do município é empecilho para a saúde desses mananciais. Diante disso, muitos dos cursos fluviais foram ou estão sendo canalizados. Trazendo como consequências: a impermeabilização do solo, ilhas de calor, interferindo na dinâmica natural dos rios na cidade. A perversidade que se apresenta a urbanização na cidade é o locus de como tem sido a relação desenvolvimento urbano e natureza. As nossas águas doces (fluviais, potáveis) vem desaparecendo do cotidiano da maior metrópole baiana. inclusive, o levantamento feito pelo Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA), onde aponta que 80% dos mananciais hídricos de Salvador possuem qualidade da água de ruim a péssima.

Nesse sentido, o estudo tem como justificativa analisar por meio do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR), como se encontra um determinado trecho riacho. Vale destacar que a título de aproximação a análise será feita pelos próprios moradores, tendo como importância referencial, explanar para híbridos grupos sociais os impactos antrópicos em nossas bacias hidrográficas. O leitor terá a oportunidade de, por meio técnico metodológico da pesquisa, ampliar seus conhecimentos sobre o tema. Além disso, corroborando para um beneficiamento social em larga escala. Pois possibilitará por meios técnicos acessíveis o entendimento sobre o funcionamento e estado de um rio aos moradores do entorno.

Metodologia

O desenvolvido metodológico de uma pesquisa se sustenta num conjunto de atividades sistemáticas, racionais e organizadas que nada mais é do que o método. Sendo assim, pode-se definir os caminhos para o recorte científico a partir da definição de abordagens metodológicas que compreendam a adoção de um ou mais tipos de métodos que conduzam ao atendimento dos objetivos previstos para a investigação.

De acordo com esse princípio e sustentado no que preconizam Marconi; Lakatos (2010), a presente pesquisa se sustentará pelo método dedutivo, com uso das técnicas de

pesquisa voltadas à documentação indireta (bibliográfica e documental) e direta (pesquisa exploratória e trabalho de campo).

A proposta metodológica executada para analisar o trecho do recurso hídrico, foi a adaptação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR), Callisto et al. (2002), para serem utilizados por moradores locais, que foram responsáveis pela utilização da ferramenta. O PAR é um instrumento que proporciona análises qualitativas de rios e também de ecossistemas que estejam inseridos. São compostos por check lists que avaliam determinados parâmetros e permitem obter uma pontuação do estado de conservação em que os rios se encontram, Myrella Bizzo (2014).

Em suma, o desenvolvimento de um protocolo de avaliação rápida de rios leva em consideração aspectos físicos do habitat (MINATTI, Ferreira; BEAUMORD, 2004 apud RODRIGUES et al. 2010.

As etapas desenvolvidas do trabalho, inicialmente, foram as adaptações do PAR diante do contexto do objeto de estudo. E com base em outros estudos derivados da adequação do protocolo de Callisto (2002), utilizamos 1 modelo de uso com 10 parâmetros físicos de um rio respectivamente que buscou uma caracterização do trecho do curso d`água.

Antes da caracterização, da atividade em campo, houve um preparo teórico inicial em formato virtual, onde moradores tiveram acesso a um prévio treinamento sobre as características fisiográficas de uma bacia hidrográfica a formação e funcionamento de um rio. Em continuidade, foi explicado como se utilizar o PAR, e a explicação de cada parâmetro que seria analisado. Ao total, 10 moradores participaram da aula teórica. VAle destacar que as dúvidas em aplicação foram tiradas por via de ligações ou outros encontros de vídeo chamadas.

A tabela 1 mostra o PAR que os moradores receberam e os parâmetros de análises.

Tabela 1 - Protocolo de Avaliação Rápida de Rios

Nome do avaliador:		
Instruções: Você agora é um pesquisador e deve avaliar a saúde de rios e riachos. Por onde começar? Este protocolo é utilizado por pesquisadores em todo o mundo, e agora será utilizado por você. Leia atentamente os parâmetros e depois de observado o rio ao redor, marque uma nota (10, 5 ou 0), de acordo com a situação verificada.		
Parâmetro 1: Características do fundo do rio		
Ótima	**Boa**	**Ruim**
Existem galhos ou troncos, cascalhos (pedras), folhas e plantas aquáticas no fundo do rio.	Há poucos galhos ou troncos, cascalhos (pedras) no fundo do rio. Ou existem galhos e troncos que estão inclinados sobre o curso d'água, mas que ainda não fazem parte do substrato do rio.	Não existem galhos ou troncos, cascalhos (pedras), folhas e plantas aquáticas no fundo do rio.
10 ( )	5 ( )	0 ( )
Parâmetro 2: Sedimentos no fundo do rio		
Não se observa acúmulo de lama ou areia no fundo do rio. É possível visualizar pedras e plantas no fundo do rio.	Observa-se a presença de lama ou areia no fundo do rio, mas ainda é possível ver as pedras e plantas aquáticas em alguns trechos.	O fundo do rio apresenta muita lama ou areia, lixo, assoreamento no percurso. Não se observa abrigos naturais para os animais se esconderem ou reproduzirem.
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	0 ( )
Parâmetro 3: Lixo		
Não há lixo no fundo ou nas margens do rio.	Há pouco lixo doméstico no fundo ou nas margens do rio (papel, garrafas pet, plásticos, latinhas de alumínio, etc.).	
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	
Parâmetro 4: Alterações no canal		
O rio apresenta canal normal. Não existem construções que alteram a paisagem, como canalizações. O curso d'água segue com padrão natural.	Em alguns trechos do rio as margens estão cimentadas, ou existem pequenas pontes. Evidências de canalizações antigas, mas com ausência de canalizações recentes.	
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	
Parâmetro 5: Oleosidade da água		

Não se observa.		Observam-se manchas de óleo na água.
Trecho 1: 10 ( )		0 ( )
Parâmetro 6: Odor da água		
Não tem cheiro.		Apresenta um cheiro de esgoto (ovo podre), de óleo e/ou de gasolina.
Trecho 1: 10 ( )		0 ( )
Parâmetro 7: Proteção da margem pela Vegetação		
A superfície da margem é totalmente coberta por vegetação nativa e a maioria das plantas pode crescer naturalmente.	A margem está parcialmente coberta pela vegetação, havendo uma mistura de locais onde o solo está coberto e locais onde não há presença de vegetação.	É evidente a descontinuidade da vegetação sendo está praticamente inexistente devido a ocupação pela agricultura, pastagem ou urbanização.
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	0 ( )
Parâmetro 8: Ocupação da margem do rio		
Existem plantas na margem do rio, incluindo arbustos (pequenas árvores). Não apresenta sinais de degradação causada por atividades humanas, como pastagens ou áreas de cultivo.	Existem campos de pastagem (pasto) ou plantação.	Existem residências (casas), comércios ou indústrias bem perto do rio.
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	0 ( )
Parâmetro 9: Transparência/coloração da água		
Águas cristalinas, com possibilidade de ver o fundo do rio	Existem em alguns pontos águas turvas devido a poluição, porém predomina características naturais	Coloração escura de esgoto. Curso d'água turvo em todo percurso.
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	0 ( )
Parâmetro 10: Ações de conscientização		
Existem ações que conscientizem a importância da preservação de	Existem casualmente atividades de limpeza	É inexistente ações de conscientização nesse rio

recursos hídricos. Frequência de atividades de revitalização do rio.	e preservação do rio.	
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	0 ( )

Fonte: Callisto (2002) adaptado pelo ator (2022).

Resultados e Discussões

O diagnóstico desta pesquisa se concentra em uma análise detalhada das condições atuais do Riacho do Alto do Gantois, com base na aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) adaptado. Essa análise permitiu a identificação e quantificação de uma série de fatores críticos que afetam a saúde e a qualidade deste corpo d'água.

Figura 2 - Apresentação do riacho

Fonte: Autor (2022).

A figura 2 mostra como se encontra às margens direita e esquerda do rio, além de deixar explícito que trata-se de um rio em área completamente urbanizada. Conseguinte, é possível perceber que há resquícios em pequeno grau de vegetação nativa.

Figura 3 - Apresentação do riacho

Fonte: Autor (2022

Na figura 3 mostra como se encontra o fundo do rio, altamente assoreado, a coloração da água em tonalidade escura e expõe a presença de resíduos sólidos (lixos) no fundo do rio. Inclusive, são uns dos parâmetros que foram analisados pelos moradores.

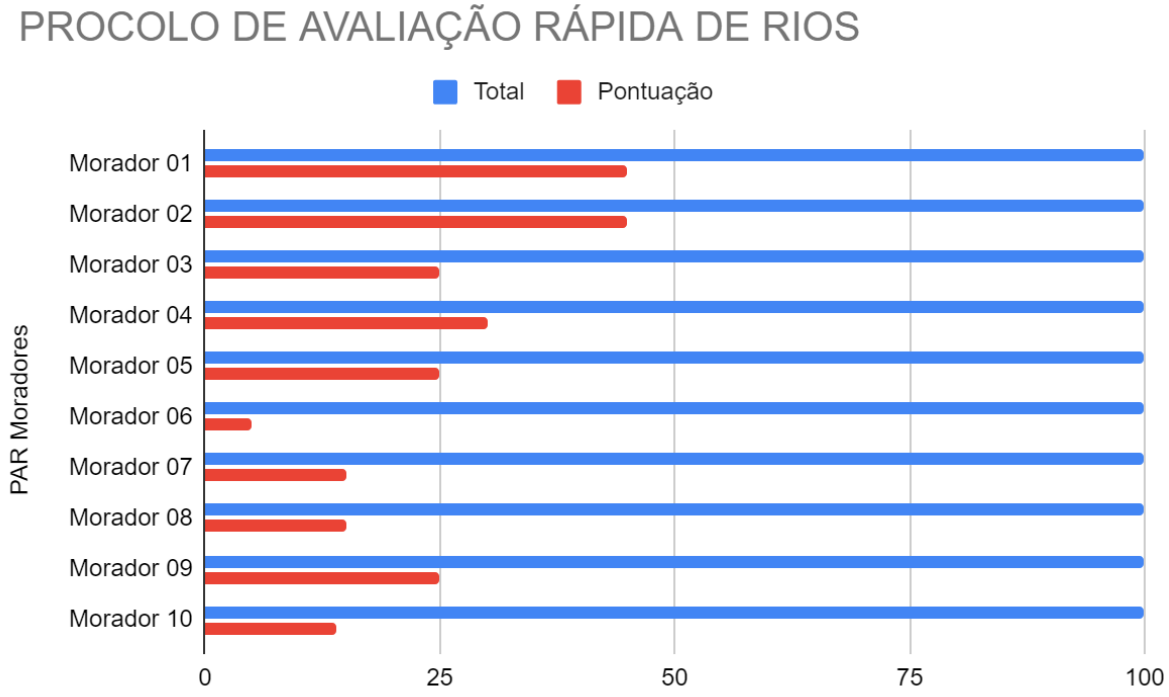
Figura 4 - Apresentação do riacho

Fonte: Autor: (2022)

A figura 4 apresenta um anglo mais amplo do rio, mostrando que o riacho está completamente antropizado.

Dadas imagens apresentadas, os moradores com base nas orientações didáticas deram as respectivas notas aos parâmetros. As notas referidas pelos moradores, evidencia índices de péssimas condições que este corpo hídrico apresenta, visto que as notas obtidas ficaram entre 05 a 45 pontos. Foi orientado que cada morador, iriam dá notas individualmente e que as notas mais próximas de 100 pontos, configuram ótimas condições do rio, por outro lado, mais próximas de 0, condições ruins. Foi explicado o seguinte: as pontuações estiveram entre 100 e 70 indicam ótimas condições do rio, entre 50 e 70 indicam boas condições, e pontuações entre 0 e 50 indicam condições ruins. Diante disso, foi basicamente unânime entre todos os moradores que a condição do riacho era ruim. Um fator relatado pelos mesmos foi o odor da água com cheiro forte de esgoto, que é um dos parâmetros.

O gráfico a seguir mostra o resultado final, após a avaliação dos moradores.



Dado as condições, o riacho apresentou péssimas condições, segundo os moradores, utilizando o PAR, em quase todos os quesitos. Destaque para os parâmetros 03, 06 e 09, onde ambos ficaram com nota 0 em todas as análises, onde constava: lixo; odor da água e coloração.

Como pode ser visto, as pontuações variaram entre 0 a 45 pontos. Destacando as péssimas condições do rio.

Os Parâmetros 05, 07 e 08 - ambos - apresentaram pontuações variáveis de 0 a 10 pontos. Os parâmetros 01, 02 , 04 e 10, ficaram com as melhores notas, variando de 0 a 15 pontos.

Propostas

Ao longo do percurso do desenvolvimento do trabalho, os problemas do objeto de estudo não se intimidaram. E conjuntamente o PAR se legitimou como uma ferramenta viável de utilidades precisas para o desenvolvimento intelectual crítico acerca dos processos dos mananciais hídricos. Os rios na cidade de salvador ao longo das décadas vem passando por intensas modificações: mudança de percurso, canalização. As propostas políticas da capital baiana deixam-se perceber que os projetos voltados aos corpos hídricos estão diretamente ligados aos tapamentos e canalização.

Com base nos resultados expostos da pesquisa as propostas de intervenção que serão mencionadas se colocam como executáveis:

a) Trazer para pauta os estudos das bacias hidrográficas no planejamento e gestão das esferas públicas como política de estado

b) Oficinas permanentes de educação ambiental

c) Estudos científicos sobre mananciais fluviais em metrópoles.

d) Redirecionamento do sistema de esgotamento para estações de esgotamento eficientes

e) Requalificação de rios poluídos para integração da paisagem.

As propostas supracitadas, segue alguns exemplos adotados por países desenvolvidos e projetos de requalificação. O projeto Switch é um deles desenvolvido pelo Instituto Internacional das Águas. Que inclusive tem participação da Universidade Federal de Minas Gerais.

A viabilidade do processo se dá por meio principal pensar os recursos hídricos como uma política de estado efetiva. Dentro disso, reforçar oficinas nas escolas, informações nas mídias sociais sobre a educação ambiental, intensificar os estudos sobre os mananciais fluviais das grandes metrópoles que consequentemente pelas maiores densidades demográficas se tornam as mais afetadas são caminhos para mitigação dos problemas encontrados. Em continuidade, um planejamento de redirecionamento efetivo de tratamento de esgotos. E, por fim, um plano integracionista a qual os rios poluídos possam passar pelos processos anteriores e sejam reintegrados à paisagem local.

Nota-se que correlacionando o objeto de análise as propostas mencionadas se conectam como alternativa de resoluções para os problemas mencionados. Vale destacar que a proposta segue uma integridade técnica para uma atuação em conjunto com órgãos públicos e privados.

Considerações Finais

O presente estudo buscou avaliar e compreender as condições físicas do Riacho do Alto dos Gantois, localizado em Salvador, Bahia, em colaboração com 10 moradores locais, por meio da utilização do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR). Este trabalho ofereceu uma análise detalhada da saúde desse corpo d'água e identificou diversos desafios que afetam sua qualidade e preservação.

Os resultados da pesquisa, obtidos através da avaliação colaborativa com a comunidade, revelaram uma realidade preocupante. O Riacho do Alto dos Gantois enfrenta sérios problemas, incluindo a presença maciça de resíduos sólidos, água com odor desagradável e transparência comprometida. É evidente que as atividades humanas tiveram um impacto significativo na degradação desse recurso hídrico que outrora desempenhava um papel vital como fonte de recursos alimentícios para a população local.

Diante deste cenário, as propostas de intervenções são essenciais, pois são ações mitigadoras dos problemas apresentados. Além disso, aproximar a sociedade da reflexão crítica das ações antropogênicas se torna uma metodologia eficaz para trazer a conscientização dos mesmos perante seus deveres e usos da natureza. Nesse contexto, a ciência geográfica pode contribuir significativamente, inclusive, com a utilização do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios.

Vale destacar que não há avanços significativos na preservação dos rios urbanos, sem a presença de políticas públicas como atenuante de possíveis problemas ambientais. Então, cabe ao município de Salvador e às suas autoridades, utilizar de seus modos operantes em prol de planejamentos urbanos que assistam e executem ações que contribuam para uma melhor gestão dos recursos naturais, em particular, os rios.

Referências

BAHIA. Secretaria Municipal do Planejamento, Urbanismo e Meio Ambiente. Bacias Hidrográficas no Município de Salvador: Iniciativa de Gestão Integrada. Salvador: PMS/SEPLAM/SMA, 2006.

CALLISTO, Marcos; FERREIRA, William; MORENO, Patrícia; GOULART, Marília Duarte; PETRUCIO, Maurício. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). Acta Limnologica Brasiliense, Sorocaba, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

CHAMPS, J. R. Projeto Switch, apud MACHADO, In: MACHADO, A.T.G.M.. Revitalização de rios no mundo. Belo Horizonte: Instituto Guaicury, 2010. p. 89-118.

FERREIRA, Carla Patrícia; CASATTI, Lilian. Influência da estrutura do habitat sobre a ictiofauna de um riacho em uma microbacia de pastagem, São Paulo, Brasil. Revista Brasileira de Zoologia, v. 23, n. 3, p. 642-651, 2006.

GARCIAS, Carlos Mello; AFONSO, Jorge Augusto Callado. Revitalização de Rios urbanos GESTA, v.1 , n.1 - p. 131-144, 2013.

MINATTI, Daniela Dorneles Flores; BEAUMORD, Ana Claudia. Avaliação rápida de integridade ambiental das sub-bacias do rio Itajaí-Mirim no Município de Brusque, SC. Revista Saúde & Ambiente, v. 5, n. 2, p. 21-27, 2004.

OLIVEIRA, Fabiana Moreira; NUNES, Thaís Souza. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida para caracterização da qualidade ambiental de captação de água (Rio Pequeno) no Município de Linhares, ES. Natureza Online, v. 13, n. 2, p. 86-91, 2015.

RODRIGUES, Andréa Soares Lima; CASTRO, Paula Tavares de Andrade. Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 161-170, 2008.

MACHADO, Ana Paula Favorito. Adaptação de um protocolo de avaliação rápida de rios e sua utilização como recurso didático em educação ambiental ensino médio. Urutaí, 2019.

SALLES FILHO, M.P. Rio Mosquito: a revitalização de um rio do seminário, Minas Gerais: Brasil. In: MACHADO, A.T.G.M. Revitalização dos rios no Mundo Belo Horizonte: Instituto Guaicuy, 2010, p. 73-88.

SANTOS, Elisabet (Org.). O Caminho das Águas em Salvador: Bacias Hidrográficas, Bairros e Fontes. Salvador, 2010.

TULLIO, Franciele Braga Machado; TULLIO, Leonardo (Orgs.). As Engenharias Frente à Sociedade, a Economia e o Meio Ambiente. Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.

Características Climáticas do Agreste Sergipano e Seus Efeitos sobre o Parque Nacional de Serra de Itabaiana (SE)

Climate Characteristics of Agreste Sergipano and its Effects on Serra de Itabaiana National Park (SE)

Ingride Natane Miguel Santos
Universidade Federal de Sergipe
0000-0003-0062-1635
ingridmigeo@gmail.com

João Luiz Santana Brazil
Universidade Federal de Sergipe
0009-0002-5144-953X
joao.s.brazil@gmail.com

Resumo: Os incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE (PARNASI) ocorrem praticamente todos os anos; esses eventos são decorrentes de ações antrópicas, segundo o plano de manejo do parque, que aponta o turismo, o vandalismo e a agricultura, sendo que esta se destaca devido ao uso e à ocupação da terra. O fator climático é fundamental para analisar a problemática dos incêndios no PARNASI. O levantamento dos resultados foi realizado no Plano de Manejo do parque, onde abordam questões climáticas e problemas ligados aos incêndios florestais.

Palavras-chave: Clima; Incêndios Florestais; PARNASI.

Abstract: Forest fires in the Serra de Itabaiana/SE National Park (PARNASI) occur practically every year; These events are the result of human actions, according to the park's management plan, which highlights tourism, vandalism and agriculture, the latter of which stands out due to the use and occupation of the land. The climatic factor is fundamental to analyzing the problem of fires in PARNASI. The results were collected in the park's Management Plan, which addresses climate issues and problems linked to forest fires.

Keywords: Climate; Forest Fires; PARNASI.

Introdução

A relação sociedade-natureza tem caráter histórico, diante disso, as características do clima são fatores determinantes para a manutenção de todo o sistema ecológico e do potencial hídrico local, além de influenciar na distribuição da vegetação, na formação das paisagens e na atividade econômica. Portanto,, compreender o clima e a dinâmica ambiental da região é de suma relevância para verificar as variações de seus comportamentos, suas interferências no meio ambiente e na qualidade de vida humana, e, a partir dessa análise, entender como as sociedades se relacionam com o mesmo em escala têmporo-espacial levando-os a perceber suas múltiplas relações de dependência com o espaço circundante.

A variação climática de alguns lugares do Nordeste brasileiro é necessário se ter métodos que possam ser compreendidos e investigados, desde pesquisa a respeito da

circulação atmosférica, aos elementos do clima, passando pela compreensão da dinâmica climática como um todo, como é posto por Monteiro (2003). Assim, o clima é um dos componentes mais importantes do meio ambiente por afetar diretamente os processos geomorfológicos, pedológicos e o desenvolvimento vegetal.

Portanto, entender o clima e sua dinâmica é de grande importância, visto que as características climáticas atuam como condicionantes dos processos que ocorrem no meio físico e biológico. No Parque Nacional Serra de Itabaiana (PARNASI), área de estudo deste trabalho, tem como importância a compreensão da influência dos parâmetros meteorológicos nos ambientes e na geração de impactos é fundamental para as práticas de manejo e conservação.

A compreensão da dinâmica dos elementos climáticos, em Unidades de Conservação, merece uma ênfase especial, uma vez que o conhecimento da sua distribuição no espaço e da sua irregularidade no tempo tornam-se fundamentais para o planejamento e gestão destas áreas (SIMIONI; WOLLMANN, 2016 *apud* COSTA; MAIER & SATO, 2019).

O Parque Nacional Serra de Itabaiana é um ambiente complexo de transição entre o litoral e o sertão sergipano. Segundo Nimer (1989, p. 16), essa complexidade não se traduz em grande diferenciação térmica, mas reflete extraordinária variedade climática com a intensa variabilidade pluviométrica e seus efeitos em superfície.

A compreensão dessa dinâmica representa um desafio ainda maior, uma vez que o parque está situado em uma região de transição climática (de clima úmido a subúmido), com fator orogenético atuante, configurando uma heterogeneidade à biota desse complexo (floresta úmida e seca).

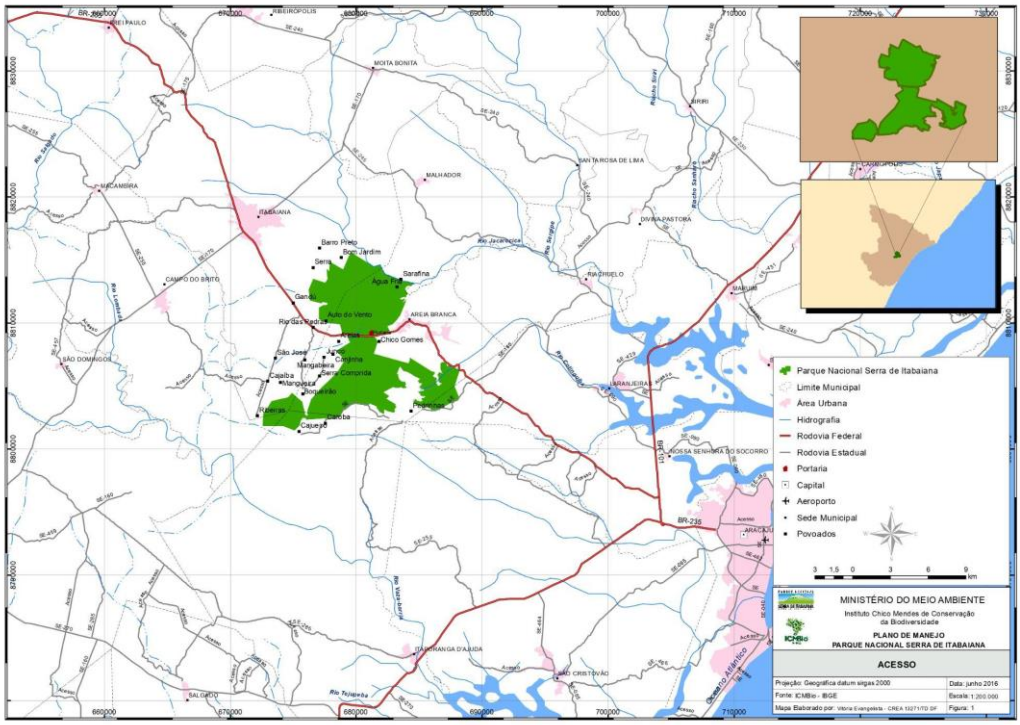
Compreender a dinâmica da precipitação e temperatura torna-se imprescindível para o reconhecimento da área e entorno. Nesse sentido de contribuir para o levantamento das condições climáticas do Agreste Sergipano, mas tendo um enfoque no Parque Nacional Serra de Itabaiana/PARNASI, objetiva-se analisar as características climáticas, especialmente no que se refere aos dados de precipitação e temperatura, bem como compreender seus efeitos sobre o PARNASI, (1) Levantar as características climáticas do Agreste Sergipano; (2) a influência dos incêndios florestais com o clima do PARNASI.

Localização da Área de Estudo e Breve Caracterização

O Parque Nacional Serra de Itabaiana está situado nos municípios de Areia Branca, Itabaiana, Laranjeiras, Itaporanga D'ajuda e Campo do Brito, no Estado de Sergipe, Nordeste do Brasil (Figura 1), abrangendo uma área de 7.966ha compreendendo três unidades, as Serras Cajueiro, Comprida e a de Itabaiana, a maior delas. Está localizado numa extensa zona de transição entre os biomas da Mata Atlântica e Caatinga, entre as latitudes e longitudes

aproximadas de 10º 40'S e 37º25'O, apresentando cerca de 670 m de altitude máxima e distante 45 km de Aracaju, além disso, destaca-se tanto pelo seu habitat e espécies endêmicas quanto pelo valor econômico e cultural, reconhecido pelas comunidades locais (VICENTE et al., 2005 apud LIMA, 2010).

Figura 1 – Localização do Parque Nacional Serra de Itabaiana



Fonte: ICMBio - IBGE (2016)

O PARNASI foi institucionalizado por meio da portaria nº 84.017. Em seu entorno existem aproximadamente 24 povoados. A fase de transformação da Serra de Itabaiana em área ambientalmente protegida começou em 1979 e terminou em 2005. Nesse período, uma área de 288 hectares era protegida como Estação Ecológica. Destaca-se que tanto o Parque Nacional quanto a Estação Ecológica são Unidades de Conservação e têm como objetivo a preservação de ecossistemas.

Nesse contexto, o Parque Nacional Serra de Itabaiana foi criado pelo Decreto s/nº de 15 de junho de 2005. É considerado uma importante unidade de conservação em Sergipe. Seu reconhecimento internacional se deu pela inclusão da área na 4ª fase da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA), quando houve o reconhecimento da ampliação da área da RBMA por parte da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) em junho de 1994.

O Parque Nacional está localizado em área de encontro entre as tipologias Leste (Litoral úmido) e Agreste. Na região Agreste do Estado de Sergipe é visto que a precipitação

média varia entre 800 e 1.000 mm/ano, as chuvas se concentram durante a estação chuvosa entre os meses abril e agosto. A temperatura média anual varia entre 25 °C e 26 °C respectivamente, enquanto a capacidade hídrica apresenta baixo percentual quando comparado às outras regiões, variando entre negativos a positivos em todo o território dessa região.

O clima da região é tropical com verão seco e moderado excedente hídrico no inverno, com índice pluviométrico de Thorntwaite (Im) entre - 1,3 e 8,8. Caracterizado por uma precipitação média anual entre 1.100 e 1.300mm e evapotranspiração anual média de 800mm (Vicente, 1999).

No Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana/PARNASI, mostra como é dividido em duas regiões climáticas, segundo a classificação de Köppen-Geiger, a saber: BShs' (quente e seco ou semiárido quente e estação chuvosa no outono-inverno) e As'(tipo tropical úmido, litorâneo, oceânico, com chuvas de inverno antecipadas para o outono), que é o predominante no Estado e onde está inserido o PARNASI. Portanto, o Parque localiza-se assim.entre os domínios morfoclimáticos da caatinga e mata atlântica (CARVALHO; VILLAR, 2005 apud LIMA, 2010).

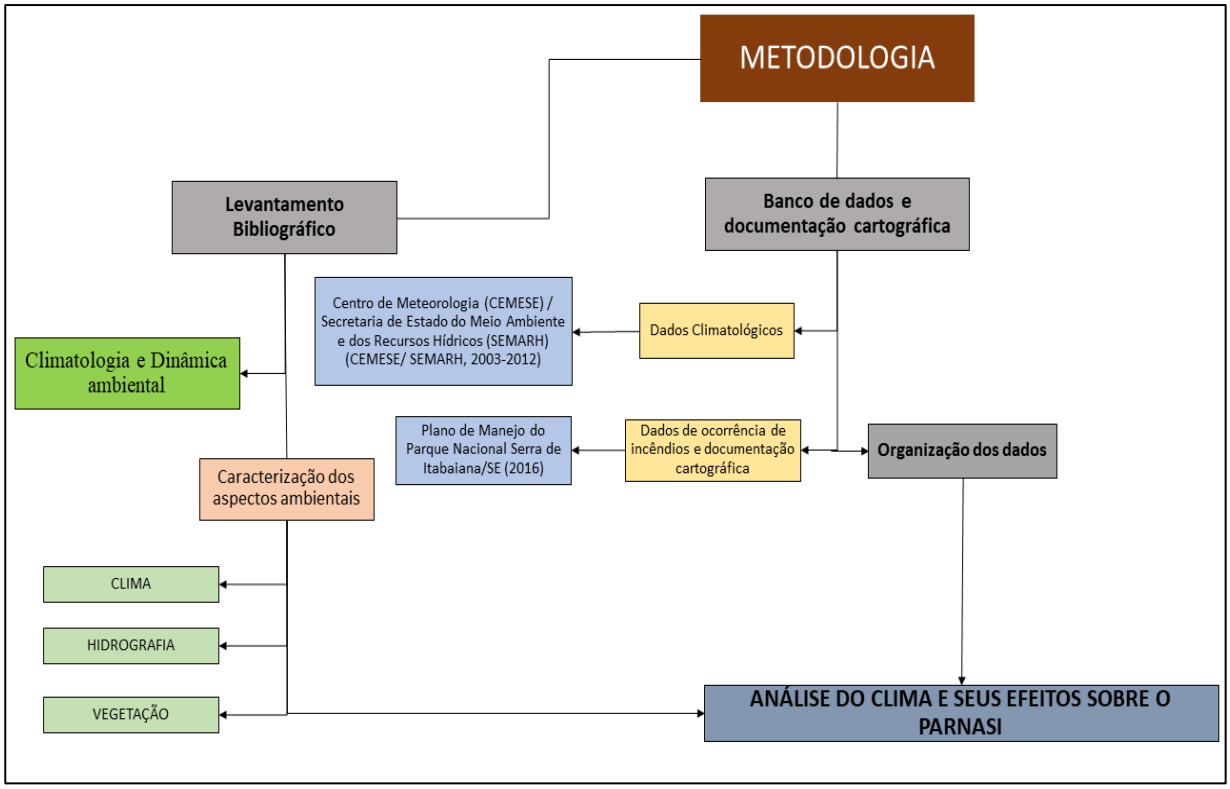
Estas precipitações são favorecidas pelas descargas da Frente Polar Atlântica (FPA), pela Convergência Intertropical (CIT) e pelas ondas de Leste (DOLS). Estes se apresentam como sistemas normais na circulação atmosférica da porção Oriental do Nordeste brasileiro. O tipo As tem como características a baixa precipitação no verão (Pmín< 60mm no verão) (Kottek et alii, 2006), temperaturas anuais acima de 18°C, ausência de inverno pronunciado e grande precipitação anual, bem como ocorrência de chuvas nos meses de inverno.

O PARNASI é rico em nascentes, com mais de cem identificadas, e está situado no divisor de águas das bacias do rio Sergipe, a leste, e a do rio Vaza Barris a oeste, onde 76% da sua rede de drenagem corre para a primeira bacia e 24% para a segunda. Segundo Lima (2010), essas nascentes são utilizadas no abastecimento de água da capital, do agreste e das imediações dessa Unidade de Conservação (CARVALHO; VILLAR, 2005).

Material e Métodos

A metodologia (Figura 02) desenvolvida fundamentou-se em suas bases no levantamento teórico na climatologia e dinâmica ambiental e dados junto aos órgãos competentes, resultando na caracterização dos aspectos ambientais e na identificação das ocorrências de incêndios no PARNASI.

Figura 2 – Fluxograma da Metodologia



Fonte: Autores (2023).

Para a Região do PARNASI, foram analisados os dados obtidos no site da Centro de Meteorologia (CEMESE) / Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH) (CEMESE/ SEMARH, 2003-2012), para o Município de Laranjeiras e Itabaiana, o primeiro mais próximo ao litoral e o segundo após as Serras, mais ao interior.

Para a análise dos dados climatológicos do agreste e a ocorrência de incêndios florestais ligados às características climáticas que ocorrem no parque foram utilizados os dados disponíveis no Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE. Contudo, esses dados auxiliam que cientistas, pesquisadores e sociedade civil consiga ter acesso a estas informações e assim, poder tomar decisões junto à gestão do PARNASI.

Resultados e Discussão

O PARNASI está situado na zona de transição entre os domínios morfoclimáticos dos mares de morros e o das depressões interplanálticas do semiárido do nordeste (Ab'Saber, 2005 apud Dantas, 2008). Considerando a direção interior-litoral, o PARNASI se estende desde o pediplano sertanejo passando pelas suas serras residuais, até os tabuleiros costeiros (Tabela 01).

Tabela 1 – Feições Geomorfológicas no PNSI, em área e percentual

Feições Geomorfológicas	Área	% do Parque
Pediplano Sertanejo	941,55	11,78
Serras Residuais	6005,23	75,15
Tabuleiros Costeiros	1043,86	13,06

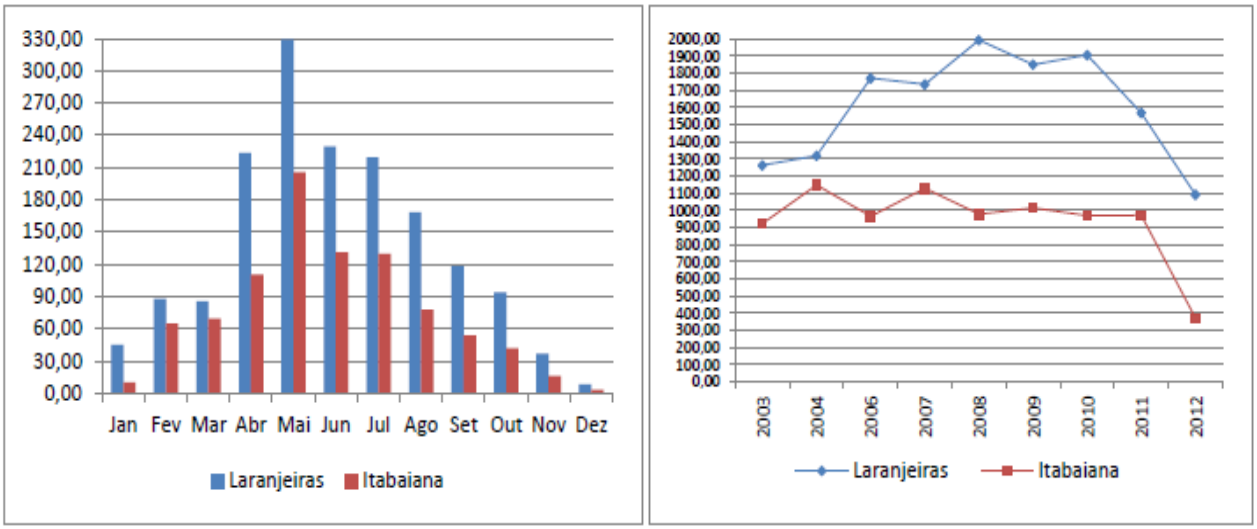
Fonte: Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE, 2016

O Parque Nacional está localizado em área de encontro entre as tipologias Leste (Litoral úmido) e Agreste. Tal classificação é importante ao mostrar a diferença de precipitação nas encostas leste e oeste das Serras do PNSI, indicando que essas elevações servem de barreira para as chuvas em direção ao interior do Estado de Sergipe.

As características climatológicas da PARNASI encontram-se atreladas ao conjunto de condições atmosféricas das cidades de Areia Branca, Itabaiana, Laranjeiras, Itaporanga D'ajuda e Campo do Brito no Estado de Sergipe, Nordeste do Brasil. Com relação às médias térmicas anuais, o Nordeste do Brasil caracteriza-se por apresentar variações determinadas pela altitude e distância do mar.

A precipitação anual em Laranjeiras esteve acima de 1.000 mm em todos os anos analisados, sendo que a máxima ocorreu em 2008, quando foram registrados 1.990,50 mm e a mínima em 2012 de 1.090,75. Já em Itabaiana ela nunca ultrapassou 1.200 mm, com a máxima ocorrendo em 2004, quando se registraram 1.145,90 mm e a mínima em 2012, com 371,80.

Figura 3 – Precipitação dos Municípios de Laranjeiras e Itabaiana – SE para os anos de 2003 a 2012. À direita:média mensal e à esquerda, média anual. (como o ano de 2005 não apresenta dados de Itabaiana, esse ano não foi computado para o cálculo).



Fonte: CEMESE/ SEMARH.

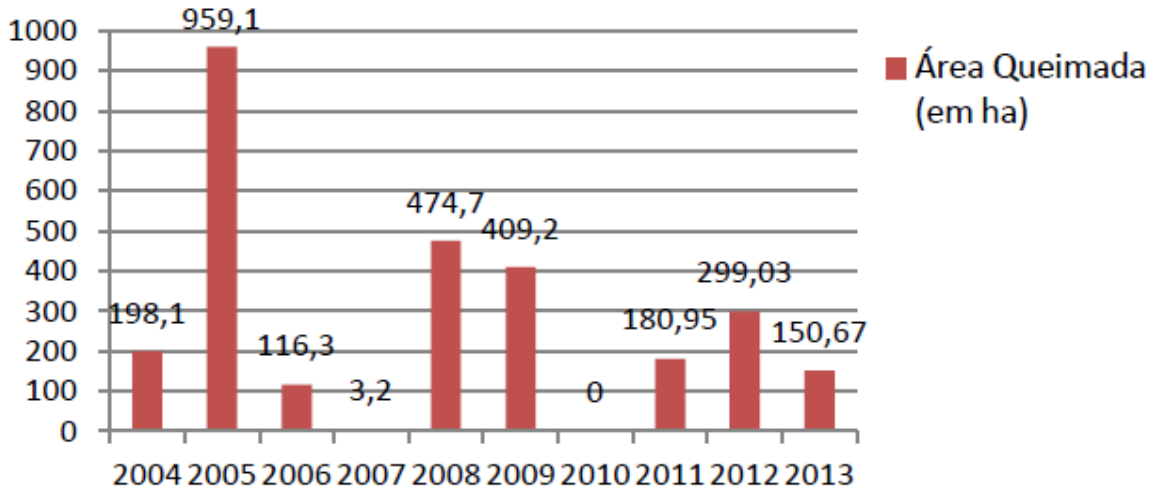
Esses dados, embora não correspondam aos 30 anos preconizados pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), permitem inferir algumas tendências, onde se confirma as chuvas de outono/ inverno e a maior pluviosidade mais próxima ao litoral.

Nos dois Municípios maio foi o mês com maior pluviosidade, quando choveu 586,8 mm em Laranjeiras no ano de 2008 e 387,3mm em Itabaiana no ano de 2007.

A precipitação, assim como a temperatura são elementos climáticos de grande importância na compreensão do clima em escala regional, podendo inclusive, ser considerado o principal elemento na análise e organização do planejamento territorial e ambiental (SIMIONI; WOLLMANN, 2016 *apud* COSTA; MAIER & SATO, 2019).

Os impactos associados à precipitação em períodos longos de estiagem e as altas temperaturas acarretam nos incêndios. Nesse contexto, somente a partir do ano de 1991, a área do Parque na Serra de Itabaiana passou a ter registros das ocorrências de incêndios, porém, os incêndios ocorreram na Serra de Itabaiana a décadas antes.

Figura 4 – Área Queimada (ha) no PNSI e Entorno, entre os anos de 2004 e 2013.



Fonte: Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE, 2016

Em 1993, portanto antes da criação do Parque, um grande incêndio atingiu 60% da Serra de Itabaiana e em 2005, no ano de sua criação, outro incêndio atingiu cerca de 10% da área (Costa & Falleiro, 2010). Os autores observam que está aumentando o número de focos dentro e no entorno, associado à diminuição da área queimada dentro da UC.

Figura 5 – Principais Áreas Críticas de Incêndios no PARNASI e Entorno, em relação à direção do vento (Costa & Falleiro, 2010).

Fonte: Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE, 2016

São consideradas áreas críticas para início e propagação de incêndios, segundo Costa & Falleiro (2010), a BR-235, Bom Jardim e Guandu, Chico Gomes, Poço das Moças, Serra do Cajueiro, Caroba e Riacho da Prata. Delas, as principais são as que ocorrem na Serra do Cajueiro e que têm início nos povoados Cajueiro e Ribeira, associadas a queima de roça, pasto ou vandalismo. Também ocorrem situações de cultos religiosos às margens da BR-235, agricultura em Bom Jardim, Guandu e Serra do Cajueiro e turismo no Poço das Moças e Riacho da Prata.

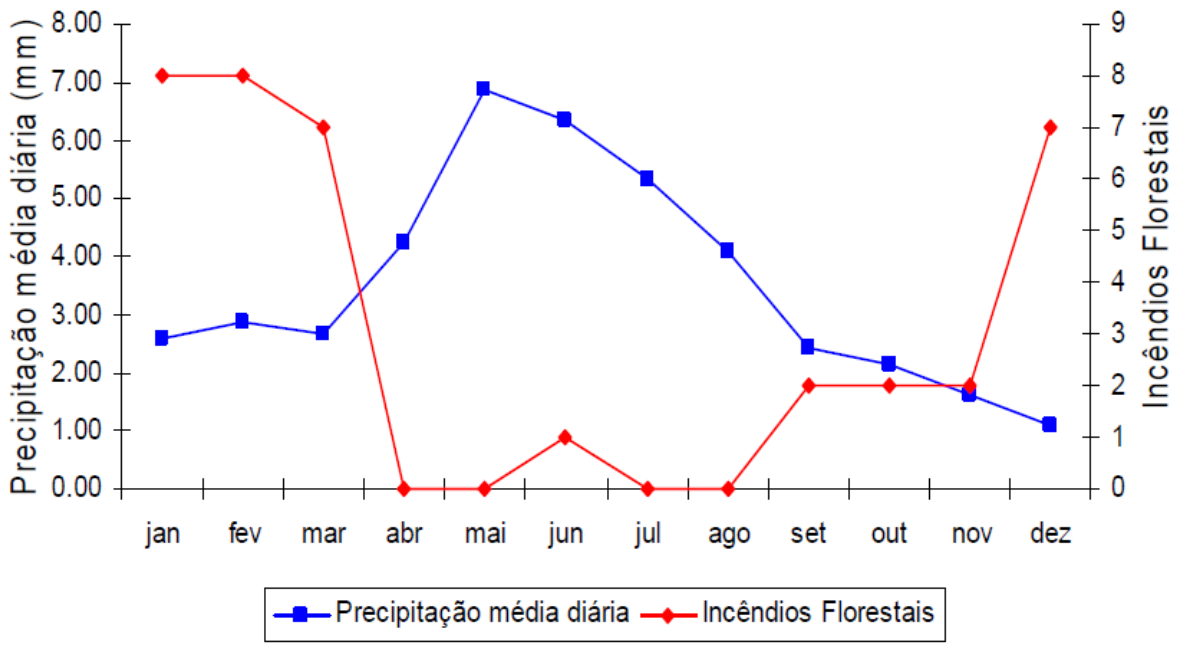
As causas dos incêndios são a ação antrópica (sem registro de ocorrência por ação natural) por caçadores, banhistas, roceiros, vela acesa em oferenda de devoção do candomblé, limpeza de área para exploração de pedra, vandalismo por indivíduos ao descer da Serra de Itabaiana e por transeuntes da BR-235. Alguns pontos possuem mais especificidade, como na Serra Comprida às margens da BR-235, no Povoado Caroba, onde o fogo é usado para limpeza da área para extração de pedra e nos Povoados Serra Comprida e Boqueirão por queima de roça ou vandalismo. Já na Serra de Itabaiana os principais focos estão às margens da BR-235, nas localidades Água Fria e Alto do Vento e nos Povoados Serra e Bom Jardim, todos por descuido na queima de roça, pasto ou vandalismo.

Segundo levantamento do White & Ribeiro (2011) a ocorrência dos incêndios está sempre associada a períodos sem chuva. Existe uma forte correlação entre ocorrência de grandes incêndios e prolongados períodos de seca. Longos períodos de estiagem afetam o

potencial de propagação dos incêndios de diversas maneiras, principalmente pela secagem progressiva do material combustível morto, podendo, inclusive, afetar o teor de umidade da vegetação verde. Isso aumenta a probabilidade de ignição e a facilidade de propagação do incêndio (SOARES E BATISTA, 2007).

A correlação entre a maior pluviosidade e o menor número de incêndios faz parte do conhecimento popular e da percepção do dia-a-dia, tendo sido comprovada por White & Ribeiro (2011). Outros fatores também influenciam a ocorrência de incêndios florestais: temperatura, umidade relativa do ar e velocidade do vento. Segundo Soares (1998 apud White & Ribeiro, 2011) e Freedman (1989 apud White & Ribeiro, 2011), a temperatura e umidade relativa do ar são variáveis que influenciam no teor de umidade do material combustível, podendo afetar diretamente sua facilidade de entrar em ignição.

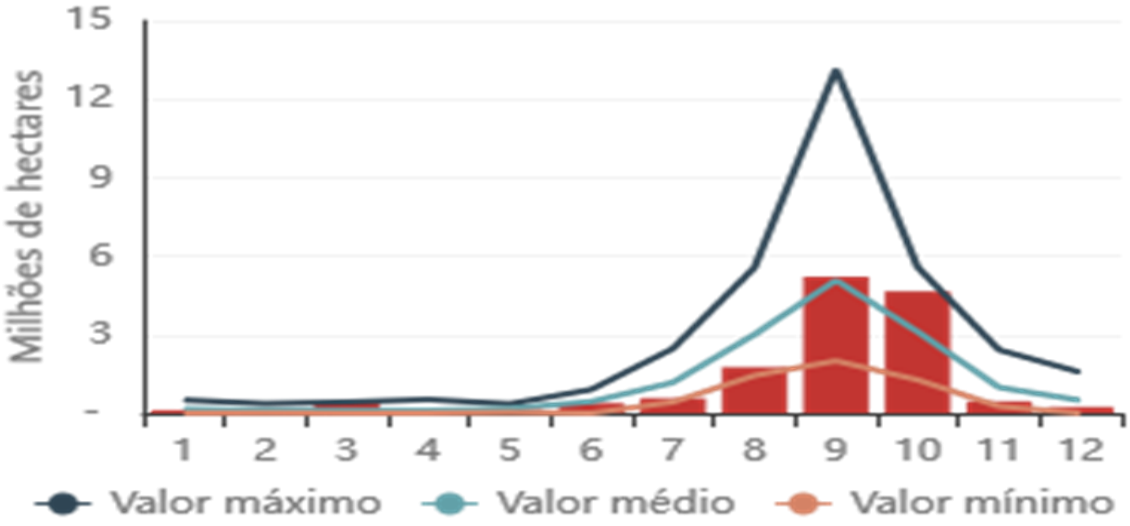
Figura 6 – Correlação entre a precipitação média diária e a quantidade de incêndios registrados de acordo com os meses do ano entre 01/01/1999 e 31/12/2008 (White & Ribeiro, 2011).



Fonte: Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana/SE, 2016

A quantidade de material combustível é outro ponto relacionado ao período de chuva e seca que deve ser considerado. No período chuvoso, com luz intensa e disponibilidade hídrica, a taxa de crescimento principalmente das plantas C4 é maior que no período de seca. Esses ambientes com grande biomassa produzida no período de chuva, quando submetidos ao regime de seca, tornam-se mais vulneráveis a grandes incêndios.

Figura 07: Comparativo dos dados do ano corrente com os valores de incêndios florestais máximos, médios e mínimos por meses



Fonte: MapBiomas Fogo, 2021.

Como estatísticas mensais dos incêndios florestais, mostra-se com mais frequência os meses de setembro e outubro marcados pelo final do inverno e início da primavera; isso se dá pelo fato do clima, destacando-se o relevo e a vegetação da região do parque e as atividades antrópicas.

Os principais efeitos dos incêndios florestais dizem muito sobre os impactos ecológicos na biota, além das modificações causadas na dinâmica da paisagem; é importante salientar a importância da resiliência da área estudada diante do fogo. Melo e Durigan (2010) trazem a resiliência de Florestas Estacionais Semideciduais que sofrem com os impactos causados pelo fogo, acarretando a perda na comunidade vegetal e a perda da biomassa, havendo, também, a conversão da vegetação nativa e a proliferação de lianas e gramíneas.

Considerações Finais

Com os dados obtidos no Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana (PARNASI) foi possível identificar os valores médios referentes ao quantitativo de chuvas na região que envolve o parque, com isso, vale ressaltar que a quantidade de chuvas anuais refletem no volume de incêndios florestais anuais que ocorrem entre os meses de novembro à fevereiro, que são os meses considerados mais quentes aumentam os números de visitação, a queima de pastos ou “limpeza de pastos” que desencadeiam em incêndios que atingem áreas extensas e compromete a biota desta Área de conservação.

Portanto, as variáveis precipitação pluvial e quantidade de dias sem chuva tiveram uma correlação significativa com a quantidade de incêndios registrados no Parque Nacional Serra de Itabaiana.

Referências Bibliográficas

AB'SABER, A. **Os domínios da natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas**. 3ª ed. Ateliê Editorial, São Paulo, Brasil, 2005. 160pp

CARVALHO, C. M.; VILLAR, J. C. Introdução – levantamento da biota do Parque Nacional Serra de Itabaiana. In: _____. (Coord.). **Parque Nacional Serra de Itabaiana: levantamento da biota.** Aracaju: UFS/ IBAMA/Biologia Geral e Experimental, 2005. p. 9-14.

COSTA, M. & FALLEIRO, R. de M. Plano Operativo de Prevenção e Combate aos Incêndios Florestais – Parque Nacional Serra de Itabaiana. Aracaju: ICMBio, Prevfogo, MMA. Relatório Interno, 2010.

COSTA, M. S. da; MAIER, E. L. B; SATO, S. E. Características climáticas do sul do brasil e seus efeitos sobre a estação ecológica do taim (rs). *In:* S PINHEIRO, L. S.; GORAYEB, A. (ORG.) **Geografia física e as mudanças globais.** Fortaleza: Editora UFC, 2019.

DANTAS, T. V. P. 2008. **Parque Nacional Serra de Itabaiana:** Caracterização, Estrutura e Conservação da Vegetação. São Cristóvão: UFS. 94p. Disponível em: <http://200.17.141.110/pos/prodema/files/dis08/TlioVincius.pdf>. Acesso em: 10 de Agosto de 2023.

FREEDMAN, B. **Enviromental Ecology (The Impacts of Pollution and Other Stresses on Ecossystem structure and funtion)**. Academy Press, Inc. Harcourt Brace Jovanovich, Publishers. San Diego, California, 1989. 300p.

KOTTEK, M. GRIESER, J. BECK, C. RUDOLF, B. RUBEL, F. **World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated.** In: Meteorologische Zeitschrift. Vol. 15, nº. 3, 2006. p. 259-263 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/51997463_World_Map_of_the_Koppen-Geiger_Climate_Classification_Updated> Acesso em: 10 de Agosto de 2023

LIMA, J. S. **Uso e conservação de recursos botânicos por comunidades rurais do entorno ao Parque Nacional Serra de Itabaiana:** uma abordagem etnobiológica. 2010. 224 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2010.

MELO, A. C. G. de & DURIGAN, G. Impacto do fogo e dinâmica da regeneração da comunidade vegetal em borda de Floresta Estacional Semidecidual (Gália, SP, Brasil). **Revista Brasil. Bot.**, v. 33, n. 1, p. 37-50, jan./mar. 2010.

MONTEIRO C. A. de F. & MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. 192p.

SIMIONI, J. P. D. & WOLLMANN, C. A. **Caracterização e variabilidade interanual da precipitação pluviométrica na Estação Ecológica do Taim, Rio Grande do Sul, no período de 1996 a 2009.** Revista Geoaraguaia, v. 6, n. 1, 2016.

SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. **Incêndios Florestais**: controle, efeitos e uso do fogo. Curitiba, 2007. 264p.

VICENTE, A. 1999. Levantamento florístico de um fragmento florestal na Serra de Itabaiana – Sergipe. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil, 82pp

VICENTE, A.; RIBEIRO, A. S.; SANTOS, E. A.; FRANCO, C. R. P. Levantamento botânico. In: Carvalho, C. M. & Vilar, J. C. (Org.). Parque Nacional Serra de Itabaiana – Levantamento da Biota. Biologia Geral e Experimental – UFS, São Cristóvão, Brasil, 2005. p.15- 37

WHITE, B. L. A.; RIBEIRO, A. S. Análise da precipitação e sua influência na ocorrência de incêndios florestais no Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe, Brasil. Ambi-Agua, Taubaté, v. 6, n. 1, 2011. p. 148-156.

Análise das condições ambientais do Dique do Tororó em Salvador/BA
Analysis of the environmental conditions of Dique do Tororó in Salvador/BA

Igor Lima Bahia
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia
0009-0003-4716-4977
bahia.nsa@hotmail.com

Resumo: Este trabalho busca traçar uma análise das condições ambientais no Dique do Tororó, no bairro do Tororó, na cidade do Salvador e reflexão sobre sua conservação. A metodologia utilizada foi o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios adaptado para análise de lagos e lagoas em área urbana. Com a aplicação do protocolo foi observada a situação muito delicada que se encontra este manancial, com destaque para o nível de poluição observado. Realizando uma análise profunda pôde-se entender que o modelo de ocupação realizado na área urbana de Salvador, especialmente nos bairros onde está localizado o dique contribui para que esta condição seja bastante concreta e difícil de ser tratada. A resposta que precisa ser dada é trazer a discussão ambiental para a sociedade, através de práticas de educação ambiental, para que as mudanças necessárias possam realmente acontecer.

Palavras-chave: Mananciais Hídricos Urbanos; Conservação; Educação Ambiental.

Abstract: This work seeks to outline an analysis of the environmental conditions at Dique do Tororó, in the Tororó neighborhood, in the city of Salvador, and a reflection on its conservation. The methodology used was the Rapid River Assessment Protocol adapted for the analysis of lakes and ponds in urban areas. With the application of the protocol, the very delicate situation of this source was observed, with emphasis on the level of pollution observed. Carrying out a deep analysis, it was possible to understand that the model of occupation carried out in the urban area of Salvador, especially in the neighborhoods where the dike is located, contributes to this condition being very concrete and difficult to be treated. The answer that needs to be given is to bring the environmental discussion to society, through environmental education practices, so that the necessary changes can actually happen.

Keywords: Urban Waters; Conservation; Environmental Education.

Introdução

O Dique do Tororó figura como um dos pontos turísticos da capital baiana, sendo o único manancial hídrico da cidade do Salvador tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN, situado próximo ao Complexo Esportivo Cultural Octávio Mangabeira, conhecido como Arena Fonte Nova. Representa não somente uma atração turística, mas também um espaço democrático de lazer e prática de atividades desportivas e saudáveis como corridas e caminhadas.

É um espaço democrático pois está localizado perto de grandes avenidas como a Vasco da Gama e a Mário Leal Ferreira (Bonocô), bem como do Terminal Rodoviário Nova Lapa e das estações Lapa e Campo da Pólvora do sistema metroviário de Salvador, além de várias linhas de ônibus passarem em seu entorno, vindas de boa parte dos bairros da cidade o que permite o acesso mais facilitado à população de baixa renda.

Este projeto propõe um pensamento sobre a necessidade de conservação do Dique do Tororó. Atualmente o elevado estado de poluição, o mau odor, a aparência morta sem um

ecossistema saudável não tem favorecido o lazer e a prática de atividades no local. Embora não seja uma fonte de abastecimento para a cidade do Salvador, o Dique do Tororó é um dos principais mananciais superficiais presentes na cidade e pensar soluções para a diminuição da poluição deste dique poderá preservar as características naturais, as funções ecológicas, a qualidade ambiental e o bem-estar da população (Bressane, Mochizuki, Roveda e Salvador, 2016). As áreas verdes são essenciais para a reprodução da vida urbana, estas precisam ser mantidas e conservadas pelos órgãos públicos competentes como afirma Loboda (2003).

Área de Estudo

O corpo hídrico objeto deste trabalho é o Dique do Tororó, localizado no Bairro do Tororó, na capital do Estado da Bahia, cidade do Salvador (figura 1). Embora alguns estudiosos acreditem ter sido construído pelos holandeses na ocasião da invasão destes à cidade do Salvador no século XVII, Dourado conclui a discussão alegando não ter sido possível a construção do Dique pelos holandeses.

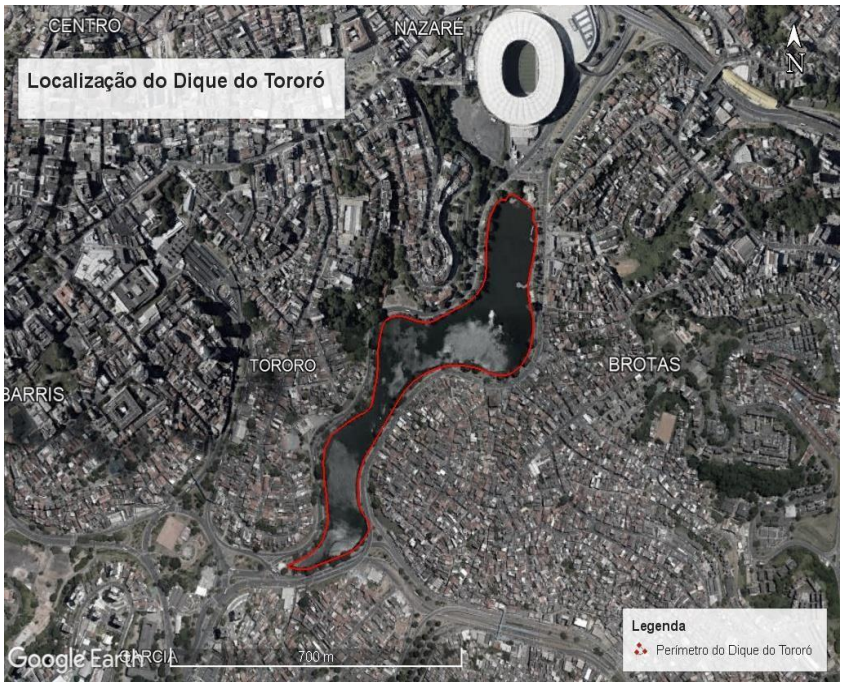
> O Dique é originariamente um acidente geográfico, embora não saibamos ainda em que época foi formado. Sua constituição se deu a partir da afluência dos córregos formados pelas águas das fontes: Nova, das Pedras, do Barril, do Tororó e de São Pedro, além das águas de chuvas (Dourado, 2009, p.39).

O Dique do Tororó, segundo Álvares (2012) está inserido no âmbito da Bacia Hidrográfica do Rio Lucaia. Possui grande importância histórica, turística, cultural além de religiosa. Nesta última, especificamente, para as religiões de matriz africana que possuem uma relação íntima com estes espaços como territórios descontínuos de suas práticas religiosas e ritualísticas. Entendem, portanto, ser este um Lago Sagrado, a bacia de Oxum, Orixá das águas doces, rios, lagos e fontes como afirma Dourado (2009). O Dique do Tororó é um dos mananciais urbanos que existem na cidade do Salvador, em área central da cidade e de acesso facilitado, tem capacidade de navegação de pequenas embarcações e tem um perímetro de 2,5 km.

Figura 1 – Mapa de Localização do Dique do Tororó na Cidade de Salvador.

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Google Earth (2023).

Figura 2 – Perímetro do Dique do Tororó.



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Google Earth (2023).

O Dique do Tororó, sendo um dos principais corpos hídricos da cidade do Salvador possui a sua importância histórica, cultural e social dentro da vida urbana desta capital. Seu nível de poluição acompanhado de mau odor, baixa atividade ecossistêmica pode constituir

fatores que tornam o local desagradável para a prática de atividades de lazer. Importante ressaltar que aqueles que mais utilizam este espaço para o fim de recreação e cuidados com a saúde é a população de baixa renda, pois seu acesso é bastante facilitado pelas composições de transporte público da cidade e a sua localização central.

As observações realizadas neste trabalho poderão elucidar as condições atuais do Dique do Tororó destacando seu estado de conservação. Ao analisar as condições que se encontra podemos visualizar melhor quais aspectos são os que mais preocupam quando pensamos na conservação deste dique e propor reflexões e resoluções que ajudem a torná-lo um espaço de qualidade para os frequentadores, mas também para o ecossistema ali presente.

Método, aplicação e análise

A proposta de análise do corpo hídrico foi por meio da adaptação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR), segundo o modelo para ser utilizado por estudantes do ensino fundamental adequado por Guimarães, Rodrigues e Malafaia (2012), para ser utilizado em lagos e lagoas urbanas.

O PAR aplicado neste trabalho possui 10 parâmetros para avaliação que podem variar em qualidade em três níveis, do “ideal” para o “regular” e posteriormente para o “ruim”, seguindo um sistema de pontuação decrescente. Os parâmetros foram: “vegetação”, “ocupação da margem”, “erosão”, “lixo”, “estruturas instaladas dentro do lago, concretagem ou similar na margem do lago”, “esgoto”, “plantas aquáticas”, “animais”, “odor da água” e “postos de combustível a menos de 100 metros de distância”. Os níveis de qualidade a serem observados em cada parâmetro são os apresentados a seguir no quadro 1.

Quadro 1 - Protocolo de Avaliação Rápida de Rios adaptado para lagos e lagoas em área urbana.

Vegetação	Maior presença de árvores do que de arbustos e gramas (10)
	Aproximadamente a mesma presença de árvores e de arbustos e gramas (5)
	Menor ou nenhuma presença de árvores, e maior ou somente presença de arbustos e gramas (0)

Ocupação da margem	Nenhuma presença de construções (10)
	Alguma presença de construções, mas não ocupando maior parte do trecho (5)
	Maior presença de construções do que sua ausência no trecho (0)
Erosão	Nenhuma presença de processos erosivos e sem solo exposto (10)
	De 1 a 3 pontos de erosão, inclusive solo exposto (5)
	4 ou mais pontos de erosão, inclusive solo exposto (0)
Lixo	Nenhuma presença de lixo na margem e na água no trecho (10)
	Pouca presença de lixo papéis e pequenos plásticos na margem e na água no trecho (5)
	Muita presença de lixo e objetos do tamanho ou maiores que uma garrafa pet (0)
Estruturas instaladas dentro do lago, concretagem ou similar na margem do lago	Nenhuma estrutura instalada, concretagem ou similar (10)
	Pequena estrutura instalada, mas sem provocar alterações por meio de concretagem ou similar a margem (5)
	Grande estrutura instalada ou concretagem ou similar na margem (0)

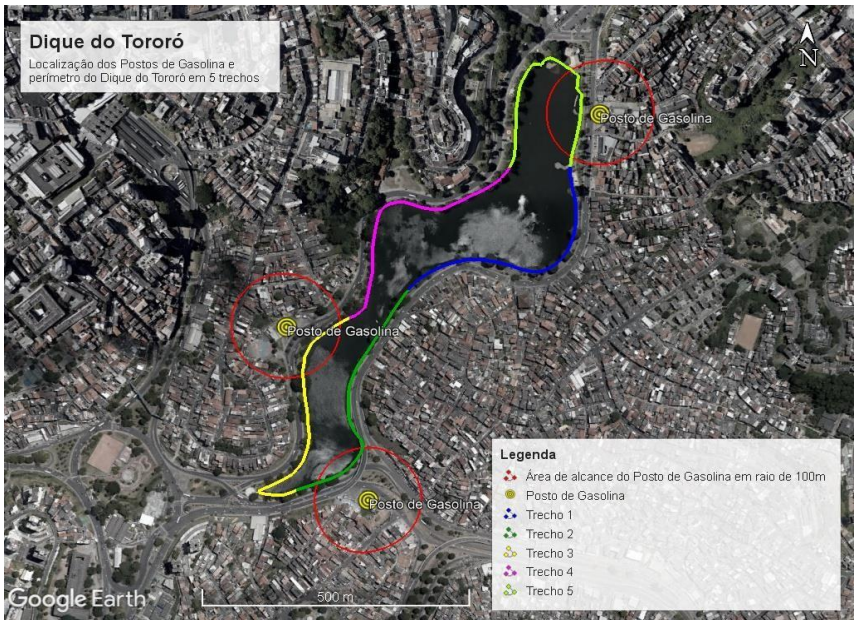
Esgoto	Nenhuma presença de esgoto (10)
	Pouca presença de esgoto rudimentar (5)
	Muita presença de esgoto rudimentar ou presença de esgoto encanado do sistema de esgotamento público (0)
Plantas aquáticas	Presença de plantas aquáticas (10)
	Presença de microalgas (5)
	Nenhuma presença de vegetação aquática (0)
Animais	Observam-se com facilidade peixes, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas) ou insetos aquáticos no trecho avaliado. (10)
	Observam-se com dificuldade poucos peixes, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas) ou insetos aquáticos no trecho avaliado. (5)

	Não se observa peixes, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas) ou insetos aquáticos no trecho avaliado. (0)
Odor da água	Não tem cheiro (10)
	Presença de cheiro de esgoto (ovo podre), de óleo e/ou de combustível. (0)
Postos de Combustível a menos de 100 metros de distância	Ausência de posto de combustível (10)
	Presença de pelo menos 1 posto de combustível (0)

Fonte: Elaborado pelo autor (2022).

O corpo hídrico, que possui perímetro de 2,5km, foi dividido em 5 trechos, possuindo 500m cada trecho. As medições tanto do perímetro, quanto dos trechos e das circunferências centradas nos postos de combustível foram realizados a partir da ferramenta Google Earth. O PAR foi aplicado em cada um dos trechos por meio de visita ao local, sendo analisado cada parâmetro qualitativamente e atribuindo uma pontuação. O nível de atendimento ideal das condições de conservação será alto quando a pontuação atribuída for mais próxima do maior valor que pode ser alcançado em cada parâmetro.

Figura 3 - Mapa do Dique do Tororó com perímetro dividido em trechos e sinalizando a presença de postos de combustível



Fonte: Elaborado pelo autor com base em Google Earth (2023).

A consolidação dos dados obtidos foi feita a partir de dois somatórios, primeiramente foi somado os valores alcançados por parâmetro em todos os trechos me dando uma visão

do corpo hídrico por cada parâmetro. Depois foi somado todos os valores alcançados por cada trecho individualmente em todos os parâmetros me dando uma visão por trecho. Desta forma podemos analisar de forma objetiva cada parâmetro e cada trecho no atendimento das exigências estabelecidas no PAR, como podemos observar na tabela 1 abaixo.

Tabela 1 - Resultados do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios adaptado para lagos e lagoas emárea urbana aplicado no Dique do Tororó

Parâmetro	Trecho 1	Trecho 2	Trecho 3	Trecho 4	Trecho 5	Total por parâmetro
Vegetação	5	0	5	0	5	**15**
Ocupação da Margem	5	5	5	5	0	**20**
Erosão	0	5	5	5	5	**20**
Lixo	0	0	0	0	0	**0**
Estruturas instaladas dentro do lago, concretagem ou similar na margem do lago	0	5	5	10	0	**20**
Esgoto	0	0	0	0	0	**0**
Plantas aquáticas	0	0	0	0	0	**0**
Animais	5	5	5	5	5	**25**
Odor da Água	0	0	0	0	0	**0**
Postos de Combustível	10	0	0	10	0	**20**
Total por Trecho	**25**	**20**	**25**	**35**	**15**	

Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

Ao observar a tabela, pude fazer algumas considerações. Primeiramente notei que a pontuação de todos os trechos está muito abaixo do ideal (valor máximo) de conservação. Quanto aos parâmetros, além dos valores abaixo do ideal, quatro parâmetros não pontuaram, são eles “lixo”, “esgoto”, “plantas aquáticas” e “odor da água”. O parâmetro com maior pontuação foi “animais”, alcançando metade do valor ideal.

A partir do observado pude perceber que o Dique do Tororó sofre com a presença de muito lixo, foi possível achar em todo o perímetro do dique objetos descartados que se aproximavam do tamanho de uma garrafa pet, como pode ser constatado nas figuras 3 e 4 abaixo. O número de frequentadores do local que não descartam seu lixo de maneira adequada podem influenciar nos dados deste parâmetro, porém não podemos deixar de sinalizar a necessidade de uma atenção especial para esta realidade.

Outro ponto percebido é o grande volume de esgoto direcionado para o manancial, em todos os trechos foi possível ver com muita facilidade e muita frequência a presença de deposição de esgotamento sanitário. Esta é uma grande preocupação levantada neste trabalho, pois por não se tratar de um canal de rio e não possuir vazão suficiente, o acúmulo de esgoto no dique pode aumentar consideravelmente. Sinais disso já podemos ver neste trabalho, outro parâmetro que não pontuou foi o “odor da água” o que já pode ser resultado do crescente acúmulo de esgoto.

Figura 4 - Lixo do Dique do Tororó (Trecho 2).

Fonte: O autor (2022).

Figura 5 - Lixo no Dique do Tororó (Trecho 3)

Fonte: O autor (2022).

Apesar do nível de poluição analisado, ainda podemos observar com dificuldade a presença de animais como peixes, aves, insetos e pequenos anfíbios, isto pode ser a sinalização de que há a presença de um ecossistema ainda ativo embora pouco saudável. Somado a isso a presença de processos erosivos tem se apresentado neste trabalho, deste modo podemos inferir, por meio dos dados, que a falta de cobertura adequada pode ser o principal motivo para o seu aparecimento.

Outro parâmetro analisado foi a presença de “postos de combustível”. Segundo Silva e Oliveira (2017) a presença de postos de combustível a menos de 100 metros de distância do manancial representa um risco de contaminação do manancial por químicos nocivos tanto ao ecossistema quanto à saúde da população que é abastecida por ele. Embora o Dique do Tororó atualmente não seja utilizado para abastecimento, ainda existe um ecossistema em atividade. As tentativas de requalificação do complexo no entorno do Dique do Tororó não se mostraram suficientes para mudar esta condição, os problemas estruturais permaneceram e estes problemas, identificados por aqueles parâmetros que não alcançaram pontuação satisfatória, segundo o PAR, tornam o espaço do Dique do Tororó desagradável.

A partir do exposto e entendendo as complexidades de um manancial localizado no centro de uma metrópole como Salvador, algumas propostas podem ser levantadas para mitigar os impactos que o Dique do Tororó vem sofrendo, como já relatamos neste trabalho. Porém antes de qualquer coisa precisamos entender que o primeiro responsável por dar

atenção e cuidado a este corpo hídrico é o poder público, que deve atuar como garantidor do bem-estar da população por meio da manutenção de áreas verdes, como afirma Loboda (2003).

Considerações Finais

A contaminação do Dique do Tororó é produto de uma ocupação inapropriada e sem o planejamento urbano adequado, que englobasse a questão ambiental. A mudança significativa desta realidade encontrada precisará passar pela cultura e pelo aprendizado do uso consciente do solo urbano. É necessário um esforço do poder público para tornar os problemas socioambientais definitivamente uma pauta da sociedade. Identificando, pesquisando e refletindo sobre como a ocupação urbana em Salvador prejudicou os recursos naturais e trazer esta discussão para a sala de aula, para as comunidades. É muito comum que em nosso dia a dia estejamos em contato com algum produto deste tipo de ocupação, avenidas de vale, rios canalizados, praias que recebem esgoto entre outros. O problema é que não percebemos estas realidades em nosso dia a dia, ou pior, nos acostumamos com essa realidade de degradação.

A mudança precisa acontecer primeiramente na sociedade, e no modo como esta sociedade enxerga a sua relação com a natureza, refletir sobre a relação homem-natureza é o papel da geografia. É preciso trazer essa discussão sobre os problemas ambientais para a formação das pessoas. Sendo possível, inclusive, a aplicação de protocolos semelhantes ao utilizado neste trabalho. Com o propósito de construir uma educação ambiental por meio de oficinas permanentes nas escolas de educação básica, mas também nas associações de moradores e para as comunidades e centros de cultura.

Desta forma e com mais estudos sobre o ordenamento territorial urbano de Salvador podemos encontrar soluções não só para a questão do Dique do Tororó, mas também para outros pontos da cidade que estão em situação parecida ou pior. Com a difusão de estações adequadas de tratamento de esgotos domésticos, especificamente na situação do Dique do Tororó com o redirecionamento do sistema de esgotamento para estas estações e a fiscalização eficiente sobre o esgotamento de indústrias com potencial poluidor altíssimo.

Referências

ÁLVARES, Maria Lúcia Politano et al. Delimitação das bacias hidrográficas e de drenagem natural da cidade de Salvador. Revista Interdisciplinar de Gestão Social, v. 1, n. 1, 2012.

BRESSANE, Adriano et al. Sistema de apoio à gestão de áreas verdes na preservação permanente de corpos hídricos urbanos. Ciência Florestal, v. 26, p. 957-969, 2016.

DOURADO, Cláudia Marques. Orixás do Dique do Tororó: simbologia e problemática cultural da população afrodescendente baiana. 2009.

GUIMARÃES, Ariane; RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; MALAFAIA, Guilherme. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de rios para ser usado por estudantes do ensino fundamental. Revista Ambiente & Água, v. 7, p. 241-260, 2012.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL (IPHAN). Patrimônio

Mundial - BA. Portal IPHAN. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/479/. Acesso em: 22 de novembro de 2022

LOBODA, C. R. Estudo das áreas verdes urbanas de Guarapuava - PR. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, p. 174. 2003.

SILVA, Gessica Arianny da; OLIVEIRA, Anderson Gomes de. Mapeamento de áreas vulneráveis e potenciais impactos ambientais causados por postos de combustíveis no Município de Salvador, BA. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO - SBSR, 18., 2017, Santos. Anais, Santos: INPE, 2017. p. 6702 – 6709.

Garimpo do Caxias e implicações do teor de mercúrio em corpos líquidos
Garimpo do Caxias and implications of the mercury content in liquid bodies

Lílian Daniele Pantoja Gonçalves
Universidade Estadual do Maranhão-UEMA
0000-0002-4903-9147
danielegeo@yahoo.com.br

Gilberlene Serra Lisboa
PPGG/UFRJ
0000-0001-7348-4155
gilberlene_@hotmail.com

José Fernando Rodrigues Bezerra
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0002-6333-8768
fernangeo@yahoo.com.br

Resumo: A mineração é uma atividade relevante para o desenvolvimento da economia, setores produtivos e sociedade e economia. Contudo, a atividade tem gerado impactos ambientais, sendo potencializados pelo uso de produtos como o mercúrio, o que acarreta efeitos negativos no ambiente minerado, ocasionando contaminação dos recursos hídricos. Esta pesquisa visa analisar os problemas ambientais provenientes da extração do ouro, sobretudo o uso do mercúrio no Garimpo de Caxias e o nível de contaminação por esse produto químico. A área de estudo localiza-se a 8 km do município de Luís Domingues, noroeste do Estado do Maranhão. A pesquisa está baseada na metodologia do Geossistema, afim de diagnosticar as consequências da atividade mineradora nos meio físico. Sinaliza-se como resultado para o modelo de produção investigados, o qual direciona para um impacto negativo de nível elevado nos corpos líquidos da área minerada.

Palavras-chave: Garimpo de Caxias, Ouro, Mercúrio.

Abstract: Mining is a relevant activity for the development of the economy, productive sectors and society and economy. However, the activity has generated environmental impacts, which are enhanced by the use of products such as mercury, which has negative effects on the mined environment, causing contamination of water resources. This research aims to analyze the environmental problems arising from the extraction of gold, especially the use of mercury in Garimpo de Caxias and the level of contamination by this chemical product. The study area is located 8 km from the municipality of Luís Domingues, northwest of the State of Maranhão. The research is based on the Geosystem methodology, in order to diagnose the consequences of the mining activity in the physical environment. It is signaled as a result for the investigated production model, which leads to a high level negative impact on the liquid bodies of the mined area.

Keywords: Mining of Caxias, Gold, Mercury.

Introdução

As atividades humanas, ao longo dos tempos, têm representado papel determinante nas relações do homem com a natureza, sendo direcionadas para os mais variados aspectos dessas relações. Nesse contexto, a atividade mineradora constitui uma das primeiras expressões das atividades humanas no sentido da manufatura, através da

manipulação de rochas e minerais para a produção de artefatos que facilitassem a vida em sociedade, tanto pela melhoria das condições de comodidade como pela possibilidade da produção de bens e acumulação de capital.

A ação de extração mineral é uma das atividades mais primitivas exercidas pelo homem como fonte de sobrevivência e produção, através da manipulação de rochas e minerais para a produção de artefatos que facilitassem a vida em sociedade, especialmente pela possibilidade da produção de bens e acumulação de capital. Segundo Ramos (2005),

—a interferência do homem na natureza com a finalidade de exploração dos recursos naturais gera problemas ambientais, onde o solo e a água são os primeiros recursos afetados‖. Essas áreas podem ser inutilizadas caso haja teores de elementos-traço acima do estipulado pelas legislações em vigor, sendo que esses podem permanecer no ambiente por um longo período. Neste sentido, —a atividade extrativa decorrente da mineração, têm causado por suas práticas sem técnicas adequadas e sem controle um visível quadro de degradação no ambiente‖ (FERNANDES; ALAMINO, 2014).

De acordo com Pastana (2001, p 15), no Maranhão, a descoberta de ouro na porção Norte do Estado, região localizada entre os rios Gurupi e Maracaçumé, remonta ao ano de 1624, com as primeiras incursões de aventureiros europeus em território brasileiro. Segundo relatos da época os primitivos índios que viviam na região já conheciam o metal considerando-o, todavia, de pouca importância.

A importância desta pesquisa está centrada no resultante desta caracterização, ou seja, pretende-se investigar o garimpo de Caxias, que está localizado a 8 km da sede do município de Luís Domingues - MA, na porção Noroeste do Estado (Figura 1). O município de Luís Domingues está localizado na porção Noroeste do Estado do Maranhão, integrando a Mesorregião Norte do Estado, e da Microrregião do Gurupi. Limitando-se ao Norte com o Oceano Atlântico; ao Sul, Amapá do Maranhão; a Leste, Godofredo Viana; a Oeste, com Carutapera. A localidade dista 227 km da capital do Estado, São Luís – MA. O acesso é possível através da BR-316 e por via marítima pelo ferry boat. O município possui uma população estimada em 2017 de 6.867 pessoas (IBGE, 2016). A área da pesquisa é o Garimpo de Caxias, área de extração de ouro, localizado no povoado de Caxias, a 8 km da cidade de Luís Domingues, sendo delimitado pelas seguintes coordenadas geográficas: 1º24’55,1’’de latitude sul e 45º 50’33.4’’ de longitude oeste.

O referido garimpo teve sua potencialidade aurífera identificada em 1934, iniciando-se pelo processo de exploração incipiente. Inicialmente os garimpeiros tinham acesso aos barrancos, e todo o trabalho era executado manualmente. Segundo relato do mais antigo morador da área, os instrumentos usados neste período eram: pilão de ferro, pesando

aproximadamente 200 kg, e a bateia, que de acordo com Ferreira (1990, p. 88) é uma gamela que se usa na lavagem das areias auríferas ou do cascalho diamantíferoǁ.

A atividade extrativa mineral ocasiona alterações no ambiente, tornando-se fonte de degradação, quando empreendida sem as medidas de controle adequadas. — O mercúrio metálico lançado no meio ambiente, é volátil, podendo ser oxidado e metilado para a forma mais tóxica, o metil-mercúrio, incorporando-se aos organismos vivos pela cadeia alimentar. Dessa forma, pode ocasionar sérios danos à saúde dos animais e do ser humano (TANNÚS, 2001).

Desta forma, no processo de garimpagem na área de estudo, a utilização do mercúrio pelos garimpeiros para concentração do ouro na bateia é um procedimento comum. Geralmente utilizam o composto orgânico do mercúrio no formato Metilmercúrio [CH-Hg], este é considerado o mais importante devido à alta toxicidade para o organismo humano. Além do uso indiscriminado de mercúrio e da forma como tal elemento é manuseado, pode aumentar o nível de metilação, assim como o escoamento superficial pode transportar o mercúrio para corpos d'água locais e contaminar o lençol freático. Desta forma, o risco de contaminação do ambiente por mercúrio, em área de garimpo, tem sido alvo de preocupação da pesquisa, no intuito de identificar as alterações ambientais que ocorrem no Garimpo de Caxias mediante atividade de mineração de ouro, nesse sentido à pesquisa tem o intuito de verificar a quantidade de teor do elemento lançado nos efluentes do garimpo. Portanto, um dos procedimentos da pesquisa, se dá através da coleta de amostras de água superficial em dois importantes lagos do garimpo (antigos barrancos) e análise físico química da água consumida pela comunidade para identificação do teor de mercúrio. Assim, a pesquisa possibilita compreender as relações entre meio ambiente e o modelo de exploração, possibilitando o desenvolvimento de novas medidas de prevenção e controle ambiental.

A pesquisa tem como objetivos identificar o teor de contaminação pelo mercúrio nos corpos hídricos do garimpo de Caxias e caracterizar as consequências socioambientais decorrentes da extração do ouro no Garimpo de Caxias.

Metodologia

A presente pesquisa foi conduzida metodologicamente com base na abordagem da Teoria do Geossistema, na perspectiva de Bertrand (1968), na qual o autor busca uma abordagem integrada da natureza tendo como ponto de partida o estudo da paisagem.

De acordo com Ferreira (2010), Bertrand (1968) propõe integrar à paisagem natural todas as implicações da ação antrópica (paisagem total). Ele minimiza o excesso naturalista e quantitativo defendidos pelos ex-soviéticos e considera o geossistema como uma categoria espacial cuja estrutura e dinâmica resultam da interação entre o —potencial ecológicoǁ, a

—exploração biológicall e a —ação antrópicall. Assim, o geossistema estaria em estado de clima quando o potencial ecológico e a exploração biológica estivessem em equilíbrio. As intervenções humanas provocariam o rompimento desse equilíbrio. Em 1997, Bertrand cria um novo conceito mais amplo para o geossistema, chamado por ele de GTP (Geossistema, Território e Paisagem), que pode ser compreendido pelas três vias interdependentes que trabalham cientificamente na construção do espaço geográfico, tendo como interesse epistemológico e metodológico a preocupação de preservar a complexidade e a diversidade do ambiente, na tentativa de auxiliar na superação da ruptura entre sociedade e natureza. No garimpo do Caxias esses três eixos estão interligados, devido a atuação do homem e a atividade minerária desenvolvida na área.

Para esta pesquisa, ocorreu as seguintes etapas: levantamento e análise do material bibliográfico apoiado em autores como: Alamino; Araujo Fernandes (2014), Lacerda (2006); Ramos (2005), Tannus (2001); pesquisas realizadas na biblioteca da Universidade Estadual do Maranhão (UEMA), Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), estudo das Resoluções do CONAMA 357/05 e 396/08 relacionadas ao meio ambiente no setor mineral, qualidade das águas. Além de produção de mapas temáticos da área de estudo, tais como: mapa de localização através de outros procedimentos, como: realização de dois trabalhos de campo no período de estiagem com o auxílio do GPS, Dronne, câmera digital, e observações quanto à rotina de trabalho dos garimpeiros, entrevistas com os garimpeiros, bem como diálogo com este grupo.

No que se refere à coleta e preservação das amostras de água superficial a amostragem de corpos líquidos da área do garimpo e no sentido de analisar os problemas ambientais notadamente devido à possibilidade de contaminação pelo mercúrio utilizado para decantação do ouro, foram coletados amostras de corpos líquidos superficiais dos lagos do garimpo e água do poço comunitário para verificação de teor do mercúrio total.

As coletas de amostras de água foram baseadas pelo método da CETESB (2011), conforme o guia de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos, e demais metodologias adotadas, seguindo orientações preliminares do Prof. João Reis responsável pelas análises do Laboratório de Solos da Universidade Estadual do Maranhão.

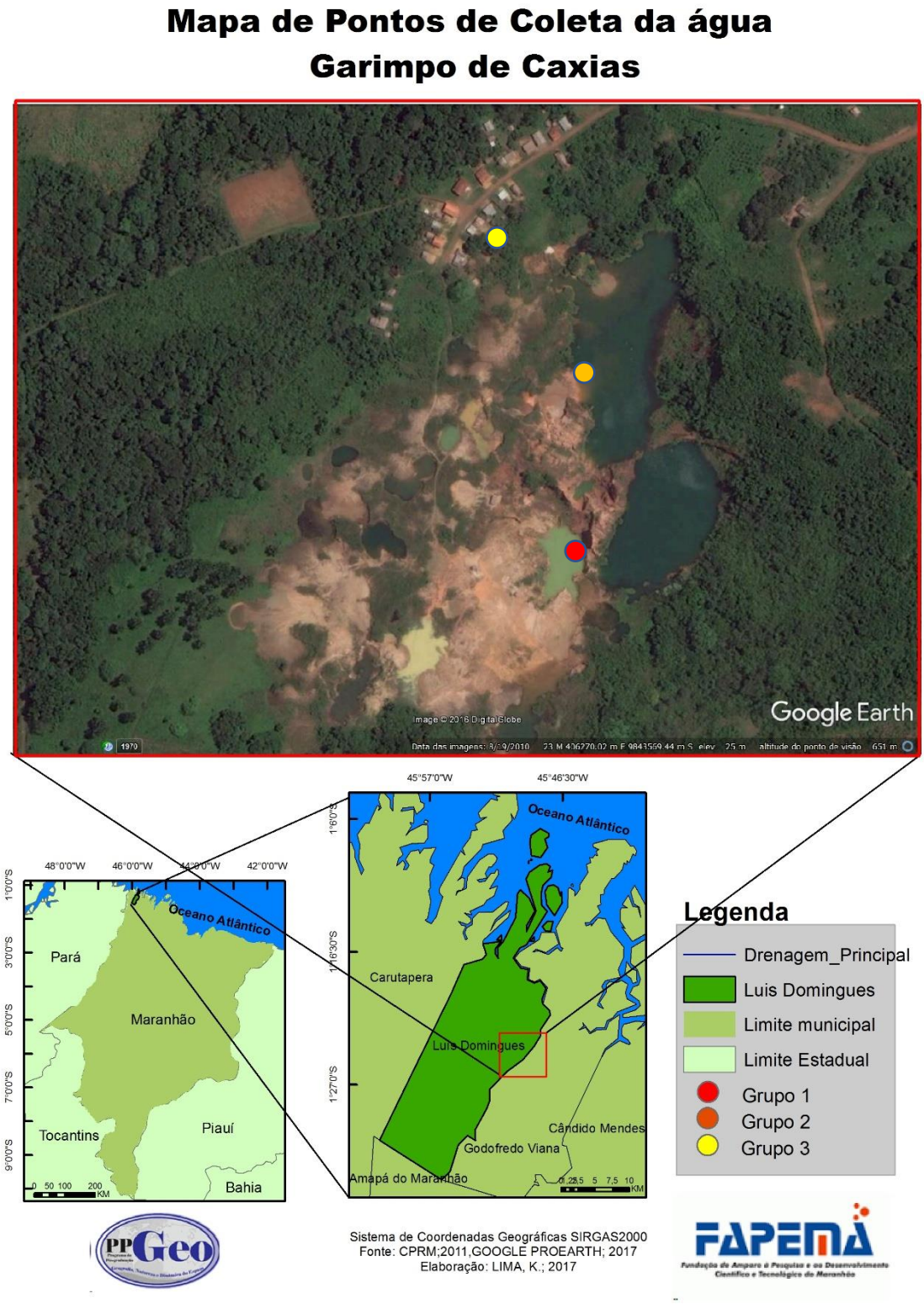
A pesquisa teve como ponto de partida, a identificação do teor de mercúrio nos corpos líquidos superficiais do garimpo através de coletas de amostras que foram baseados pelo método da Agência Nacional das Águas (ANA, 2011, p.53), observados e anotados fatos, que poderiam interferir nas características da amostra (cor, odor, ou aspecto estranho como presença de óleos e material sobrenadante), obedecendo os cuidados elencados na

metodologia. Os locais de coleta foram escolhidos de acordo com a localização estratégica e uso de água dos lagos, formados por antigos barrancos de mineração.

Para análise do teor de mercúrio dos corpos hídricos do garimpo, as amostras foram coletadas em duas campanhas de campo: concernente ao período de estiagem e no final o período chuvoso.

Assim, foram coletadas 05 amostras de águas dos lagos minerados e 01 do poço comunitário, as coletas foram divididas em 3 grupos. (Figura 1). O Grupo 1- Lago Principal: Coleta 1A: a 04 metros da margem direita com profundidade de 01m. - Coleta 1B: a 03 m da margem esquerda com profundidade de 0,70cm a 1m. Grupo 2 - Represa de água de barranco Coleta 2A: 04 m da margem esquerda, profundidade de 2m. Coleta 2B: próximo a lavagem dos tapetes e caixa d`água- 02m da margem direita, com profundidade de 2m. Grupo 03 – Água de torneira- poço comunitário. Coleta 3A- 01 amostra coletada de água corrente da casa de moradora em frente aos barrancos. As amostras foram coletadas sem a presença de chuva nas últimas 24 horas, de forma manual com o auxílio de uma haste coletora já acoplado em garrafa de polietileno (PET) capacidade para 500 mL. — As garrafas estavam devidamente etiquetadas, tampadas e previamente descontaminadas com água destilada e ambientados com água do próprio local de coletall. Para fins de preservar as amostras, as mesmas foram mantidas sob resfriamento em gelo, em caixas térmicas, até chegada ao laboratório, onde foram acondicionadas em geladeira a 4º C e, posteriormente, encaminhadas para análise (ANA, 2011, p.55). Em laboratório, as análises de mercúrio total, foram realizados pelo Espectrofotômetro de absorção Atômica, de acordo com a metodologia citada em Lutz 2008. As demais informações coletadas nos trabalhos de campo, foram posteriormente analisados e interpretados seus dados. Desta forma, o registro da atividade de exploração do mineral, permitiu através das pesquisas de campo, Figura 1 uma análise estruturada dos meios físico, biótico e antrópico, que serão detalhados a seguir.

Figura 1: Mapa de localização dos pontos de coleta de amostras de água.



Fonte: Elaborado pelos autores (2018).

Resultados

Os primeiros estudos realizados na área do garimpo, revelaram áreas degradadas pela extração de ouro, devido intensa atividade de exploração desde os anos de 1980, resultando em seus corpos líquidos expressiva quantidade de metilmercúrio nos sedimentos, decorrente do último intenso ciclo garimpeiro. Nessa ocasião, um contingente numeroso de homens exerceu um intenso trabalho, utilizando equipamentos, como bombas de sucção, calhas de concentração.

Durante todo esse período de exploração, assim como hoje, o mercúrio ainda é usado indiscriminadamente. No processo de extração do minério, o mercúrio é utilizado para auxiliar na separação do ouro, pelo processo da ―amalgamação‖ em que o mercúrio adere ao ouro formando o amálgama. A prática artesanal exercida pelos garimpeiros, implica na utilização do mercúrio na sua forma líquida, fato este comprovado durante a aplicação dos questionários, no qual todos os entrevistados responderam de forma categórica que utilizam o elemento, o uso dá-se uma vez por semana, com a abertura da caixa de sedimentos, intitulados pelos garimpeiros de ―cobra fumando‖. Tal equipamento é rudimentar e feito com tábuas e assoalhado com um ―carpete‖ grosso, para deter os sedimentos e partículas de ouro. Desta forma, a caixa é aberta uma vez por semana, geralmente aos sábados e com o uso do mercúrio as partículas de ouro são aprisionadas. Assim, cada barranco possui suas máquinas com motor, ocorrendo todos os procedimentos de garimpagem artesanal, porém de forma ilegal.

Com relação à quantidade de mercúrio utilizado por barranco semanalmente, 75% dos garimpeiros responderam que utilizam 50 gramas do elemento, as demais porcentagens registraram uma quantidade menor quanto ao uso do elemento, entre 20 e 30 gramas.

Para fim de identificar os níveis de mercúrio nos corpos líquidos da área de estudo, foram realizadas coletas de águas em pontos específicos em 03 campanhas de trabalho de campo. A primeira campanha não conseguiu identificar a concentração de mercúrio na água. Já a segunda campanha que será demonstrado nos quadros abaixo, identificou-se os níveis de Hg.

A coleta de amostra de água superficial dos lagos minerados e água do poço para fim de análise físico-química, contabilizaram um total de 05 amostras coletadas. Mediante a análise laboratorial, foram comprovadas nas amostras de água dos lagos a presença de mercúrio com um teor variando em alguns pontos acima de 0,2mg/l (0,2 ppm=200ppb), indicando um valor acima do permitido conforme Resolução CONAMA 357/05, que trata de níveis máximos da qualidade das águas superficiais, águas doces – classe 2, classe em que se encontram os corpos de água da pesquisa. A resolução estabelece um valor máximo permitido para os corpos de água Classe 2 de 0,2 µg L-1.

Foram coletados 03 grupos, sendo 05 amostras de água, ficando dividido da seguinte forma:

Quadro 1: Concentração de mercúrio dos corpos líquidos do Garimpo de Caxias-período chuvoso

Grupo de amostras	Coleta	Limite de detecção	Concentração de *Hg* (mg/l)
Grupo 01	Coleta 1A -Lago principal- margem direita	>LD	**0,2092**
	Coleta 1B- Lago principal –margem esquerda	<LD	**0,016**
Grupo 02	Coleta 2A- Lago 02- margem esquerda	>LD	**0,232**
	Coleta 2B- Lago 02- margem direita, próximo alavagem de tapetes e caixa dágua	>LD	**0,267**
Grupo 03	Coleta 1A- Água correnteda comunidade- casa em frente aos barrancos	<LD	**0,00258**

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

>LD: Indica maior que o limite de detecção do método (0,2 mg/l) <LD: Indica menor que o limite de detecção do método.

Na campanha de campo realizada para novas coletas de amostras de água dos corpos líquidos, no período de estiagem, e com base nas análises laboratoriais realizadas, observou-se concentrações de mercúrio e que estas variavam entre os pontos. A menor concentração encontrada nesta campanha ocorreu no grupo 01- Coleta 1B e grupo 3 - 1A, e a maior concentração ocorreu no Grupo 2 - Coleta 2B, limite este que ultrapassa o permitido pela Resolução.

Quadro 2: Concentração de mercúrio dos corpos líquidos do Garimpo de Caxias – Coleta deágua-período de estiagem.

Grupo de amostras	Coleta	Limite de detecção	Concentração de *Hg* (mg/L)
Ponto 01	Coleta 1A -Lago 1 principal- margem esquerda	>LD	**0,041955**
Ponto 02	Coleta 2A- Lago 1 principal- margem direita	>LD	**0,022699**
Ponto 03	Coleta 3- Represa margem esquerda	>LD	**0,034063**

Fonte: Dados da pesquisa, 2018.

Neste grupo de amostragem, os pontos 01 e 03 ultrapassaram os limites de teor de mercúrio permitidos pela Resolução CONAMA. Somente o ponto 02 encontra-se no limite permitido. De fato, este ponto é utilizado com menos frequência pelos garimpeiros, o que supostamente resultou no limite menor de detecção de mercúrio.

> O mercúrio foi utilizado para extração de ouro por gerar amálgama (ouro-mercúrio), uma liga metálica entre o ouro e o mercúrio que serve para capturar o ouro fino misturado ao sedimento de fundo. Posteriormente, para separar o mercúrio do ouro, a ebulição do amálgama era realizada, para que fosse liberado o mercúrio na fase vapor. Esse procedimento foi realizado a céu aberto em grande escala entre as décadas de 70 e 90 liberando cerca de 100 toneladas de Hg no ambiente (LACERDA; MALM 2008, p. 176).

Cabe ressaltar que o uso do mercúrio no garimpo de Caxias é intenso, porém em baixa quantidade, comparando-se aos garimpos que extraem o minério de forma mecanizada. Mas isto não minimiza os impactos deixados nos corpos líquidos do garimpo e os riscos na saúde de todos que convivem na área.

Reflexos socioambientais do Garimpo de Caxias

Foram levantados os diversos aspectos e impactos ambientais no garimpo de Caxias, os quais podem servir de base para uma avaliação ambiental da área. A seguir, serão demonstrados os impactos ambientais gerados durante o processo de exploração mineral.

Degradação da Paisagem: O principal e mais característico impacto causado pela atividade minerária é o que se refere à degradação visual da paisagem e dos solos. Não se pode, porém, aceitar que tais mudanças e prejuízos sejam impostos à comunidade, da mesma forma

que não se pode impedir a atuação da mineração, uma vez que ela é exigida por essa mesma comunidade como forma de opção de trabalho e sobrevivência.

Nas fotos abaixo revela um ambiente visivelmente degradado, causado pelo efeito da atividade de mineração.

Figura 2: Desmoronamento de barrancos área de mineração do garimpo

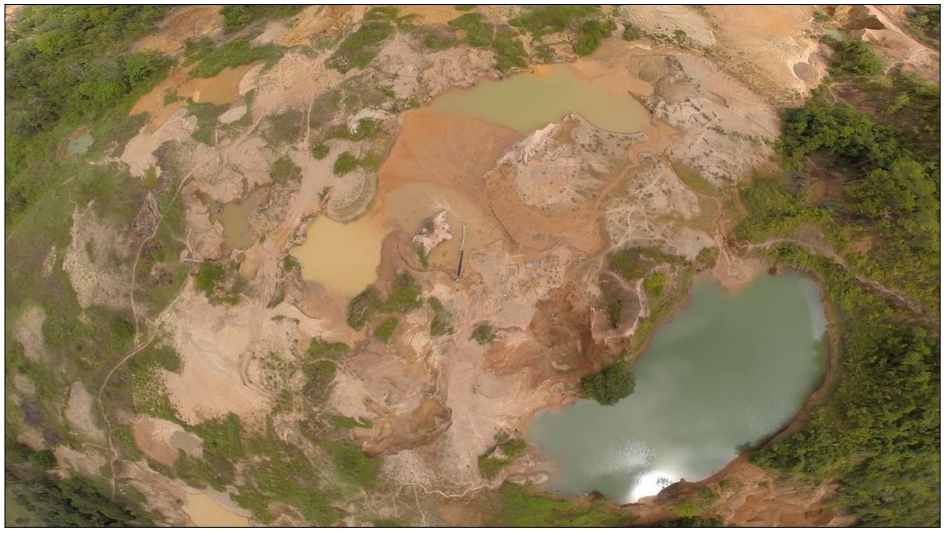
Fonte: Própria pesquisa, 2018.

Meio Físico: O decapeamento da vegetação reduz a biodiversidade; a mineração modifica a paisagem e reduz a disponibilidade de recursos minerais; o desmonte de solo e rochas são feitos com bombas que trazem jatos de água, desmoronando de forma provocada os barrancos, e a grande revirada de terra na área causando uma mudança no ambiente minerado (Foto 02).

Os efeitos no solo podem ser vistos na formação de processos erosivos, tomando por base as considerações de Araújo et al., (2009), a perda dessa camada do solo reduz a fertilidade do solo por que: (a) conforme o solo se torna mais denso e fino, fica menos penetrável às raízes e pode se tornar superficial demais a elas; (b) reduz-se a capacidade de o solo reter água e torná-la disponível às plantas, e (c) os nutrientes para as plantas são levados com as partículas de solo erodidas (ARAÚJO et al., op. cit., p. 24).

Ainda de acordo com o supracitado autor, os riscos de erosão dependem tanto das condições naturais quanto dos modelos de uso da terra, ou seja, qualquer atividade humana que exija a remoção da cobertura vegetal protetora promoverá a erosão da área.

Figura 3: Fragilidade de área com solo exposto no garimpo de Caxias



Fonte: Própria pesquisa, 2018.

Meio Biótico: Neste meio percebe-se a ausência de animais e aves, pois a presença humana e os ruídos e barulho dos motores nos barrancos condicionam a migração de aves e mamíferos, e o ato de minerar na área chega a causar interferências na morfologia dos vegetais provocando ainda degradação visual da paisagem.

Figura 4: Lago oriundo de atividade mineradora- reflexos na mudança da paisagem

Fonte: Própria pesquisa, 2018.

Meio Antrópico: para o meio antrópico, foram identificados impactos positivos e negativos. Os positivos estão ligados à geração de emprego e renda, o que possibilita uma oportunidade para a sobrevivência de trabalhadores garimpeiros e suas famílias, mesmoque tal atividade realizada no garimpo seja exercida como informal e de forma ilegal.

Quanto aos impactos negativos, diagnosticou-se:

a) condições insalubres de trabalho (figura 4), uma vez que estão expostos ao sol, a água, poeira e contato sem nenhuma precaução com o mercúrio;

b) o uso de mercúrio na atividade expõe trabalhadores a grandes riscos de saúde;

c) risco de morte por desmoronamento de barrancos.

Figura 4: Trabalhador em *ambiente insalubre* instituído pela atividade garimpeira

Fonte: Própria pesquisa, 2018.

Nota-se que os reflexos da degradação ambiental em áreas de garimpo podem ser observados no conjunto da paisagem e em todos os seus elementos como o solo, fauna, flora e na geomorfologia. Assim, as mudanças que ocorrem no meio físico geram grande impacto no ambiente minerado.

Embora conhecendo-se, mesmo que de forma lacônica, os reflexos ou problemas associados às atividades mineradoras que tanto impactam o ambiente com sua forma de extração e o uso do mercúrio sem critérios, conclui-se que, por meio de instrumentos de avaliação de impacto e planejamento ambientais, pode-se adotar medidas que evitem ou atenuem os impactos negativos advindos da mineração, reduzindo assim os danos socioambientais e, consequentemente, os custos envolvidos na sua remediação ou correção.

Os impactos ambientais causados pela mineração na área de extração de ouro, implicam, entre outras causas, o desmatamento de áreas verdes, modificação da topografia, contaminação dos corpos líquidos como possivelmente dos garimpeiros.

Por ser uma atividade essencial para os garimpeiros, toda a problemática relacionada a esta atividade merece tratamento especial regulamentando sua forma de ação, vigilância continuada e permanente dessas populações, além de se estabelecer as bases para avaliar

a resolutividade das medidas preventivas, corretivas e ou mitigadoras. Nota-se que a área de garimpo sofre diariamente alterações prejudiciais, haja vista que o ato de minerar, tanto no processo de extração mineral quanto no de deposição de rejeitos, modifica a estrutura do terreno, o que, a priori, indica a impossibilidade de se reverter o quadro. Em todas as etapas da atividade extrativa, a preservação ambiental deveria vir sempre acompanhada do cuidado com o meio, através de medidas preventivas controlando desta forma, alguns impactos possíveis de ocorrer na área minerada, como: planejamento da retenção do material desagregado; do uso de metais pesados, como o mercúrio, um bom padrão de qualidade da água para consumo humano. Uma vez adotadas essas medidas, os impactos seriam minimizados.

A contaminação de recursos naturais da área, como a água e o solo, principalmente, ocasionam impactos sociais e econômicos, limitando a sua utilização. Os problemas de saúde também são passíveis de ocorrer, considerando- se a vulnerabilidade a qual está submetida esta população e que carecem de estudos mais específicos.

Por fim, considera-se que a mineração é uma atividade econômica imprescindível para a comunidade que vive no entorno dela e moradores de Luís Domingues, todavia seus efeitos e consequências devem ser analisados de forma minuciosa e ressalvando o bem estar socioambiental. Nesta perspectiva, deve-se propor mecanismos práticos que possibilitem a mitigação dos impactos negativos da mineração, visando um desenvolvimento socialmente justo e ambientalmente correto.

Embora a atividade no Garimpo de Caxias seja considerada uma impulsora de impactos negativos, é fato que a pesquisa possibilitou ainda, identificar pontos positivos na área do garimpo, como por exemplo a não utilização de explosivos para a abertura de barrancos têm sido de certa forma um atenuante para os problemas de cunho ambiental que ocorrem na área.

Por ser uma atividade que atinge uma dimensão considerada pequena em metros quadrados, e a forma artesanal de extração do minério, não se vê a prática de pilha de rejeitos, mesmo com o garimpo ativo há décadas, além da não utilização de maquinários como retroescavadeiras e tratores não são vistos ou circulam no local.

Considerações Finais

Apesar da importância econômica que a atividade de mineração representa para a localidade, e para a economia, cabe ressaltar que o modo como vem sendo desenvolvida caracteriza descaso para com o meio ambiente e de proteção do trabalho, assim como para com as pessoas que desta sobrevivem, devido as condições de periculosidade e de insalubridade em que muitos se encontram. Nota- se que a área de garimpo sofre diariamente

alterações prejudiciais, haja vista que o ato de minerar, tanto no processo de extração mineral quanto no de deposição de rejeitos, modifica a estrutura do terreno, o que, a priori, indica a impossibilidade de se reverter o quadro. Em todas as etapas da atividade extrativa, recomenda-se que a preservação ambiental deveria vir sempre acompanhada do cuidado com o meio, através de medidas preventivas controlando desta forma, alguns impactos possíveis de ocorrer na área minerada, como: planejamento da retenção do material desagregado; do uso de metais pesados, como o mercúrio, um bom padrão de qualidade da água para consumo humano. Uma vez adotadas essas medidas, os impactos seriam minimizados.

Conclui-se que a mineração é uma atividade econômica imprescindível ao desenvolvimento da sociedade, o que não é diferente na área pesquisada. Todavia seus efeitos e consequências devem ser analisados de forma minuciosa e ressalvando o bem estar socioambiental. Nesta perspectiva, deve-se propor mecanismos práticos que possibilitem a mitigação dos impactos negativos da mineração, visando um desenvolvimento socialmente justo e que amenizem as alterações ambientais da área.

Por outro viés de análise, observa-se que os moldes de mineração exercidos no garimpo de Caxias até hoje, em seu formato estritamente manual fato este que possibilita enquanto análise um atenuante diante de toda a degradação gerada. Uma vez que em décadas de atividade não se vê a expansão em termo de extensão de área em km² garimpada, ou seja, sempre estão garimpando nas mesmas áreas, nos barrancos, mesmo que este seja ―revirado‖ a terra inúmeras vezes. O que se mostra diferente dos moldes adotados por empresas multinacionais de mineração que estão instaladas na mesma região, fazendo de sua forma de exploração a mais onerosa possível para o meio ambiente e significativas comunidades que vivem no entorno, com o desmatamento de extensas áreas, uso de composto químico como Cianeto e exploração total do minério causando escassez e esgotamento do recurso com seu modelo de exploração

Um fator preocupante refere-se à saúde dos moradores e garimpeiros da área de estudo, já que estes trabalhadores proporcionam a subsistência enquanto grupos humanos em condições precárias de trabalho, em meio a toda sorte de doenças como malária, gripe e principalmente a exposição e risco de doenças derivadas do contato com mercúrio. Por falta de informações e até condições, os garimpeiros trabalham diretamente com o mercúrio, sem o uso de qualquer tipo de equipamento de proteção. Portanto, diante dos resultados das análises, faz-se necessário o desenvolvimento de estudos pra investigação de saúde dos garimpeiros e moradores da comunidade do garimpo. A fim de esclarecer a população sobre os riscos socioambientais das atividades do garimpo.

Nota-se que, os reflexos da degradação ambiental em áreas de garimpo podem ser observadas, tanto no conjunto da paisagem e em todos os seus elementos, como: solo, fauna, flora e na geomorfologia. Assim, as mudanças que ocorrem no meio físico advém do grande impacto no ambiente minerado. É importante ressaltar que a gestão municipal é conhecedora das atividades do Garimpo, porém se omite diante de toda situação.

Por fim, conhecendo-se, mesmo que de forma lacônica, os reflexos ou problemas associados às atividades mineradoras a que ocasionam impactos ao ambiente mediante sua forma de extração e o uso do mercúrio sem critérios. Conclui-se que, por meio de instrumentos de avaliação de impacto e planejamento ambiental, pode-se adotar medidas de controle que evitem ou atenuem os impactos negativos, reduzindo assim os danos socioambientais e, consequentemente, os custos envolvidos na sua remediação ou correção.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - (FAPEMA), pela concessão da Bolsa de mestrado.

Referências

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Sistemas de gestão ambiental –Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio. NBR ISO 14.001. Rio de Janeiro: ABNT, 1996. 32p.

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso ABNT NBR ISO 14001: 2015. APCER. 41p.

ANDRADE, J.C.S., MARINHO, M.M.O., KIPERSTOK, A. uma política nacional de meio ambiente focada na produção limpa: elementos para discussão. Bahia análise & dados. Salvador/BA, 6, vol. 10 n° 04, p. 326-332, março/2001;

ARAUJO, G. H. de S., et. al. Gestão ambiental de áreas degradadas. 4 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009. 320p.

AZEVEDO, F.A. Toxicologia do mercúrio. São Carlos: RIMA, 292 p., 2003.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, 2005. Resolução CONAMA 357/05 – Qualidade das águas superficiais.

BARRETO, M. L. & DAMASCENO. E. C. Garimpo de ouro no Brasil: desafios da legalização. Tese de doutorado da Universidade de São Paulo – USP, sendo BARRETO a autora e DAMASCENO o orientador. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP – Departamento de Engenharia de Minas (BT/PMI/119). São Paulo – 2000;

BERNARDO, Luiz Di; BERNARDO, Angela Di; FILHO, Paulo Luiz Centurione. Ensaios de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água. São Carlos: Rima Editora. 2002. 237 p.

LACERDA, L.D. & MALM, O. Contaminação por mercúrio em ecossistemas aquáticos brasileiros: uma análise das áreas críticas. Estudos Avançados (USP) 22: 173-190. 2008.

LUTZ, Instituto Adolfo. Métodos físico-químicos para análise de alimentos/coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, p. 1020

TANNÚS, M. B. et. al. Projeto Paracatu: concepção e resultados preliminares. Jornada internacional sobre el impacto ambiental del mercúrio utilizado por la mineria aurífera artesanal em Iberoamérica. Setembro de 2001. Lima, Peru: CYTED, 2001.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos et.al. Sistema Brasileiro de Classificação dos solos. 3 ed. Brasília , DF: Embrapa, 2013. 353 p.

SANTOS, Luiz Carlos Araujo dos, LEAL, Antônio Cezar. Gerenciamento de recursos hídricos no Estado do Maranhão – Brasil. Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia, v.5, n.13, p. 39-65, jun. 2013.

RAMOS, W.E.S. Contaminação por mercúrio e arsênio em ribeirões do quadrilátero ferrífero-MG, em área de mineração e atividades garimpeiras. Tese. Viçosa- MG, 122 p. 2005.

Dinâmica Funcional e Processos Geoecológicos Degradantes: proposições para os ambientes semiáridos no Nordeste Brasileiro

Functional Dynamics and Degrading Geoecological Processes: propositions for semiarid environments in the Brazilian Northeast

Sheylla Patrícia Gomes do Nascimento
Programa de Pós- Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0001-7404-2332
sheyllapgn@academico.ufs.br

Edilsa Oliveira dos Santos
Programa de Pós- Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0002-2279-9066
edilsaoliver@academico.ufs.br

Rosemeri Melo e Souza
Programa de Pós- Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0002-5916-3598
rome@academico.ufs.br

Resumo: O presente estudo tem como objetivo geral embasar a dinâmica funcional e processos degradantes, em ambientes semiáridos da região Nordeste do Brasil, por meio da Geoecologia da Paisagem e seus enfoques análiticos de estudo. Apresentando proposições que, para fins metodológicos podem subsidiar o planejamento e gestão dessas áreas. Entende-se que devido o processo histórico e os diferentes uso e formas de ocupação dessas áreas em questão, a exemplo o desmatamento da vegetação de Caatinga, atividades agrícolas e outros, comprometem não só a estrutura quanto o funcionamento dos geossistemas e transformações na paisagem, acarretando em pressões no sistema ambiental e no desempenho e mecanismos de autorregulação, fluxos de Energia, Matéria e Informação (EMI), evidenciados no estudo proposto para compreensão das interações geoecológicas em paisagens semiáriadas e seus níveis de degradação.

Palavras-chave: Semiárido Nordestino Brasileiro; Paisagem; Geoecologia; Enfoque Funcional; Degradação Ambiental.

Abstract: The present study has the general objective to base the functional dynamics and degrading processes, in semiarid environments of the Northeast region of Brazil, through the Geoecology of the Landscape and its analytical approaches of study. Presenting propositions that, for methodological purposes, can support the planning and management of these areas. It is understood that due to the historical process and the different uses and forms of occupation of these areas in question, such as the deforestation of the Caatinga vegetation, agricultural activities and others, they compromise not only the structure but also the functioning of the geosystems and transformations in the landscape, causing in pressures in the environmental system and in the performance and mechanisms of self-regulation, flows of Energy, Matter and Information (EMI), evidenced in the proposed study to understand the geoecological interactions in semiarid landscapes and their levels of degradation.

Keywords: Brazilian Northeastern Semiarid; Landscape; Geoecology; Functional Focus; Environmental degradation.

Introdução

O território brasileiro evidencia um mosaico de paisagens, e estas, por sua vez, necessitam de efetivos processos de análise e monitoramento das condições ambientais, para fins de planejamento e gestão territorial, já que expõem uma variedade de feições paisagísticas, assim como diversificação tipológica (NASCIMENTO, *et. al*., 2021), estrutura e outros, em consonância com a configuração natural e ação antrópica decorrente, associadas às diferentes formas de uso e ocupação, o que comprometem a dinâmica funcional, acarretam de forma parcial ou total, em processos degradantes nestes sistemas geocológicos, a exemplo, nos ambientes semiáridos e suas transformações na paisagem.

Consoante a isto, para entendermos a dinâmica funcional de uma dada paisagem se faz necessário compreender o conjunto de processos que garantem o funcionamento dos geossistemas, sendo este composto por elementos que faz referência à compartimentação do relevo, clima, cobertura vegetal, sistemas edáficos (solos), hídricos, ou até mesmo no seu arranjo estrutural, o que abarca a geologia e litologia local, ou apenas de um desses elementos, definindo, portanto, a delimitação das paisagens, nas quais são condicionadas pelo funcionamento de seus sistemas interatuantes, associados à ação humana (RODRIGUEZ, *et. al*., 2007; ROSS, 1992; AMORIM; OLIVEIRA, 2008).

Assim, cada paisagem determina sua própria dinâmica funcional, sustentada por mecanismos e balanços de fluxos de Energia, Matéria e Informação (EMI), e por uma cadeia de relações reversíveis (homeostáticas), ou seja um equilíbrio funcional, que atestam a integridade e coerência do sistema (DIAKONOV, 1988).

Nota-se que, as alterações no que concerne ao funcionamento e aos mecanismos das relações de autorregulação (este quando está em desacordo ocorre uma instabilidade ou pertubação no sistema geoecológico paisagístico), direcionam a um processo de degradação, no qual geram desequilíbrios significativos na dinâmica funcional, o que resulta numa dinâmica funcional degradante.

Para tal, a degradação geoecológica define-se, a partir da perda de atributos e propriedades sistêmicas, estas promovem o cumprimento das funções geoecológicas, sejam elas de força, entrada, armazenamento, saída e outras, além da atividade dos mecanismos de autorregulação. Estas funções quando estão em constante instabilidade alteram a circulação dos fluxos de EMI e, por consequência, à perda dos potenciais naturais e da capacidade produtora dos sistemas, onde os processos geoecológicos degradantes da paisagem são consequência ou do reforço dos processos naturais ou resultam da ação do homem sobre o meio (RODRIGUEZ, *et. al*., 2007).

Em face do exposto, as paisagens semiáridas que compõem a região do Nordeste Brasileiro, em decorrência do processo de uso e ocupação, em ascensão entre os séculos XVI e XVII, tornaram-se ambientes favoráveis para o desenvolvimento extensivo e intensivo das atividades agropecuárias, seja por meio do uso inadequado e indevido dos recursos naturais, exemplo, a devastação de áreas com presença de vegetação de Caatinga, ameaçando muitas espécies endêmicas da flora local, comprometendo também a fauna e sua cadeia alimentar, além da estrutura e funcionamento da paisagem como um todo.

Essas interações geoecológicas de ordem negativa nos sistemas ambientais interferem na dinâmica funcional das paisagens semiáridas, atenuam e promovem processos geoecológicos degradantes, como perda da biodiversidade, solo exposto, contaminação e diminuição de nutrientes do mesmo, o que gera, portanto, a redução de serviços ecossitêmicos básicos, ameaçando a sobrevivência humana local e o desempenho de suas funcionalidades.

Nessa perspectiva que, o presente estudo objetiva-se, embasar a dinâmica funcional e processos degradantes, exemplificando os ambientes semiáridos, por meio da Geoecologia da Paisagem e seus enfoques análiticos de estudo. Apresentando proposições que, pode subsidiar o planejamento e gestão dessas áreas.

O que na prática contribui para o desenvolvimento de atividades de uso e ocupação mais racionais, tomadas de decisões mais técnicas, e por fim o uso de ferramentas de gestão e aplicabilidade, adotando modelos de funcionamento sistêmico (VIDAL; SILVA, 2021).

Enfoques Analíticos na Paisagem: uma revisão conceitual

Para melhor compreensão dos estudos que abordam a paisagem, se faz necessário conceituá-la, assim, consoante a Rodriguez, *et. al*., (2007), a “paisagem” é definida como um conjunto interrelacionado de formações naturais e antroponaturais, sendo um sistema que contêm e reproduz recursos; como um meio de vida e da atividade humana; um laboratório natural e percepções estéticas.

Em decorrência, acerca da conceituação da categoria paisagem, esta vem correlacionada com a renovação e urgência em face às questões ambientais, na procura de entender a interferência do homem e os impactos que este provoca no ecossistema, resultante de suas ações, o que permite, por sua vez, a inserção de estudos geoecológicos que se fudamentem em ideias, conceitos, métodos de estudo, através dos enfoques analíticos na paisagem.

Tais enfoques se dividem em: estrutural, funcional, evolutivo-dinâmico, histórico-antropogênico e, integrativo da estabilidade e sustentabilidade para o desenvolvimento territorial. Quadro 1.

Quadro 1 – Conceituação dos enfoques analíticos na paisagem.

Estrutural	Relação da combinação dos componentes que integram e formam as paisagens e suas subunidades estabelecendo padrões, organização em sua estrutura no sistema paisagístico;
Funcional	Estabelece-se como as relações funcionais dos elementos que estruturam as paisagens exercem suas funções, processos estáveis (quando o sistema paisagístico está em equilíbrio), ou instáveis, na transmissão de energia, matéria e informação;
Evolutivo-Dinâmico	Consiste em esclarecer as leis e regularidades do desenvolvimento do território, ou seja, análisar quais forças estão sendo exercidas sobre e na paisagem que atenuam os processos de estabilidade e/ou instabilidade do sistema local;
Antropogênico e integrativo da estabilidade e sustentabilidade	Propõe-se basicamente a estudar os problemas de modificação e transformação das paisagens, sua classificação e características, após os impactos geoecológicos e a dinâmica antrópica das paisagens, em resistir e/ou reestabelecer o complexo paisagístico.

Fonte: Elaborado a partir de RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, (2022); VIDAL; SILVA, (2021) .
Organizado: Autoras, (2023).

Estes permitem entender de forma teórico-metodológica questões pertinentes com a estrutura horizontal e vertical da paisagem, a influência sob pedogênese e morfogênese de uma dada área; do funcionamento, gênese e dinâmica funcional da paisagem, ao identificar se o sistema geoecológico está estável ou instável, por meio de suas funções entre geocomplexos e geofluxos; do desenvolvimento e análise evolutiva-dinâmica, abrangendo o processo histórico e as pertubações sofridas no ambiente; da transformação da paisagem pelo efetivo das atividades antropogênicas e sustentabilidade desse sistema, enfatizando os processos contínuos que acompanham e/ou modificam suas partes interatuantes.

Ao adotar estes enfoques no estudo em questão, os mesmos nos revelam, a necessidade da abordagem geossistêmica e a análise integrada da paisagem sob à luz da Geoecologia das Paisagens que apresentam modelos teórico-metodológicos, conceituação de termos que auxiliam no estudo da paisagem, importantes para discussão de novas perspectivas acerca do tema, onde a ideia de multidisciplinairdade valorizam as questões ambientais, ultrapassando fronteiras de conhecimento e aplicações padronizadas, atrelando os estudos e aos processos dos elementos entre Natureza e Sociedade.

Enfoque funcional na leitura dos ambientes semiáridos, a partir da dinâmica funcional e seus processos degradantes na paisagem

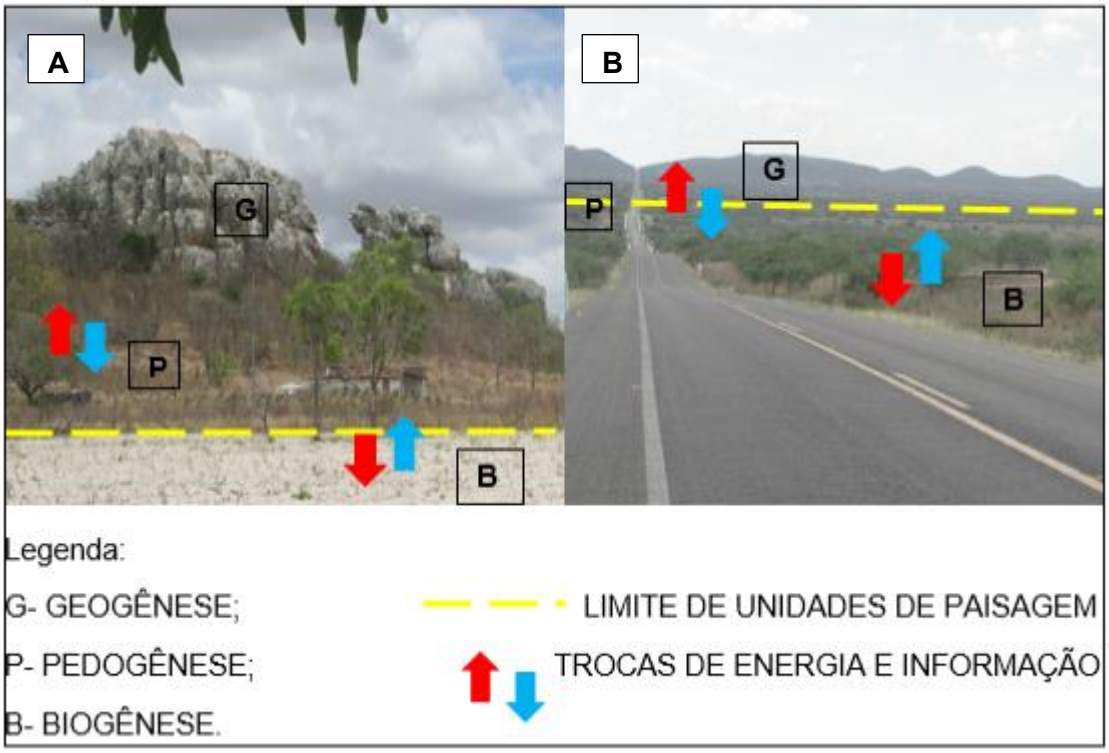
Em suma, o enfoque funcional delinea-se, como o nome já diz, a partir do funcionamento da paisagem, e ocorre com a sequência estável dos processos que desempenham um papel fundamental na transmissão de energia, substância e informação, o que resulta, portanto, na garantia da conservação de um estado do sistema paisagísitico no qual for analisado, isto, ou seja, obedecendo um regime de funcionamento (DIAKONOV, 1988).

Para tal, este funcionamento da paisagem tem por finalidade esclarecer como ela está estruturada, onde necessita-se saber quais são as relações funcionais de seus elementos, porque está estruturada de determinada maneira (relações genéticas ou casuais) e para que está estruturada de certa forma (quais são suas funções naturais e sociais). Assim, baseia-se que na paisagem, todos seus elementos cumprem funções determinadas, desempenham seus papeis no sistema paisagístico e participam de forma peculiar no seu processo de gênese e formação.

Torna-se notório compreender que por meio deste enfoque em questão, existe a necessidade de determinar as funcionalidades dos subsistesmas ou subunidades que refletem nas interrelações externas e internas da paisagem, na qual dominam sua essência e vida, independentes do fundo físico-geográfico comum.

Infere-se, portanto, que a gênese da paisagem na perspectiva funcional firma-se como uma das manifestações das formas complexas do movimento da matéria que existe na natureza e sociedade, sendo precursora de processos como: a geogênese (matéria), pedogênese e biogênese (energia e informação), e ocorre nos limites do perfil vertical das paisagens, tornando-se a força motriz entre o intercâmbio ativo de energia e susbstâncias. Nesse sentido que a gênese da paisagem resulta no processo de formação dos geocomplexos, nos quais promovem a hierarquização dos geossistemas e a interação dos seus elementos, as relações genéticas entre seus elementos estruturais, conclui-se que consiste na forma ou modo de aparecimento e desenvolvimento da paisagem e suas subunidades, estas por sua vez, condicionadas por um determinado tipo de processos e de fatores (NASCIMENTO, *et. al*., 2021), como o caso das paisagens seminâridas (Figura 1 a, b).

Figura 1- Exemplo de Gênese da Paisagem e o perfil vertical formação de geocomplexos, no Semiárido de Alagoas, Brasil.



Fonte: Autoras, (2023).

Em detrimento da gênese da paisagem semiárida, em sua leitura a mesma apresenta-se por meio de processos que ocorrem nos limites da fronteira superior da paisagem, presente na atmosfera, exposto pela letra (G), até o limite inferior da camada de alteração do intemperismo, favorece os processos de Pedogênese (P), na formação do solo, a exemplo, e da Biogênese (B), pois estas intersecções ou zonas de fronteira e seus limiares transformam a estrutura da paisagem e suas subunidades, onde uma está sobre domínio cristalino e maciços residuais, com presença de pediplano sertanejo, onde são típicas de superfícies aplainadas retocadas ou degradadas, no semiárido do nordeste brasileiro. As setas indicadas na figura influem no intercâmbio ativo de energia, substância e seus fluxos de informação, determinantes no conhecimento da paisagem e sua heterogeneidade.

Outros fatores também são determinantes nas paisagens semiáridas para seu funcionamento, tais como: o clima e seu regime de precipitações, comportamento da bacia hidrográfica em questão e seu regime de vazão, comportamento da biota, vegetação predominante, componentes pedológicos, diferentes usos de solo e da terra, e o fornecimento dos serviços ecossitêmicos locais.

Com isso, para o funcionamento da paisagem nestes ambientes, de forma geral, adimite-se como uma das principais propriedades do complexo geográfico, o geossistema para uma análise integrada, pois permite compreender e determinar a sequência estável de

processos que atuam permanentemente e que realizam a transmissão de energia, substância e informação, garantindo a conservação do estado da paisagem, para cada tipo de paisagem determina-se por produtos do funcionamento específico.

Assim, o funcionamento do sistema paisagístico está composto por um conjunto de processos elementares correlacionados de traslado,intercâmbio e conversão da substância e a energia entre os componentes e os geocomplexos contínuos através de um sistema de circulação e intercâmbio intercruzantes, sejam eles, processos mecânicos, físico-químicos e biológicos simples (BASTIAN, 1993).

Tomando como nota, à respeito deste enfoque, Vidal *et. al*. (2014) afirma que, o modelo funcional apresenta as conexões da paisagem com diferentes níveis hierárquicos que se unem, por intermédio da ação das relações laterais (geofluxos). Estas relações são primordiais para fundamentar o entendimento deste modelo, pois a ação desempenha a integração funcional e o ontercâmbio de energias e matéria que produzem no sistema paisagístico semiárido, a saber.

Autores expõem que:

> os enfoques funcionais apresentam fatores importantes para a discussão sobre sua estrutura funcional, nas quais correspondem as funções geoecológicas que o sistema desempenha. Assim, a despeito das funções geoecológicas, são modelos adaptáveis que podem seres aplicadas em diferentes áreas sofrendo acréscimos ou reformulações, para melhor aferir os geofluxos que a compõe (NASCIMENTO, *et. al.,*2021, p. 81).

Vale salientar que o enfoque exposto considera também estudos relevantes, associados à dinâmica funcional e os processos geoecológicos degradantes, no qual referencia, o objetivo presente neste trabalho. No que concerne à dinâmica funcional, esta trata-se dos conjuntos dos processos que garantem o funcionamento dos geossistemas nos mecanismos e balanços de fluxos de EMI específicos e por cadeia de relações reversíveis, denominada de relações homeostáticas, que asseguram a integridade, equilíbrio e coerência dos geossistemas.

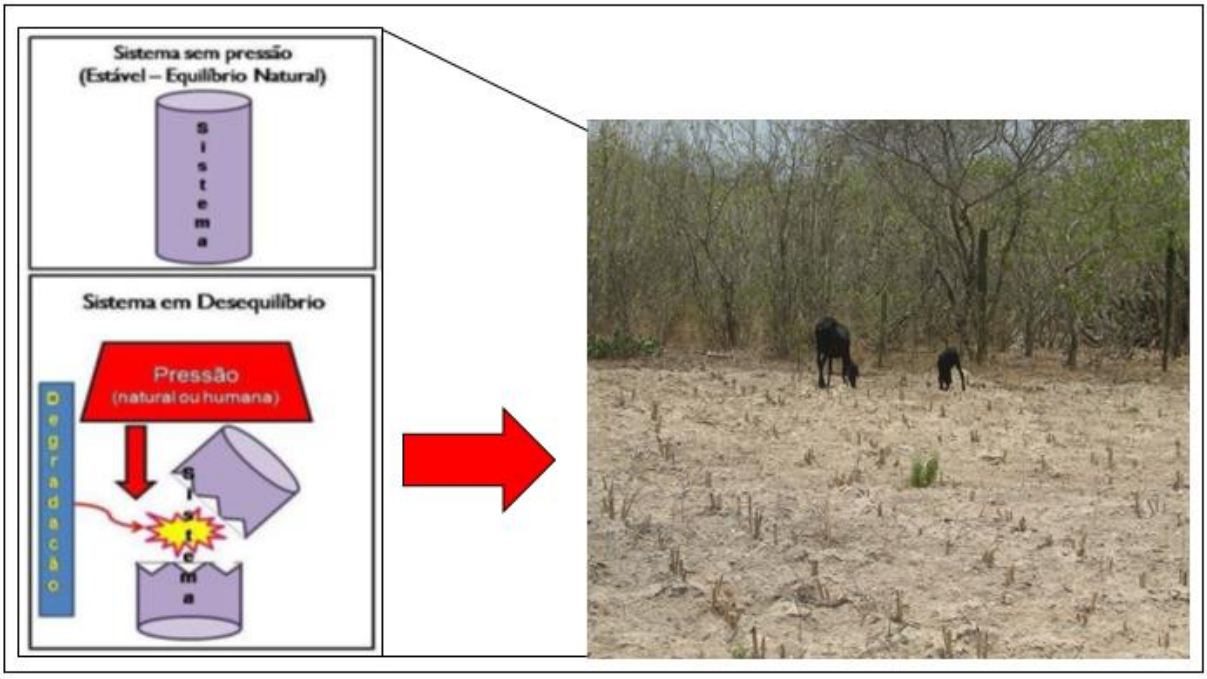
Quando ocorrem pertubações e/ou alterações no funcionamento e operacionalização nos mecanismos de autorregulação tendenciam a um processo de degradação, desequilíbrio da dinâmica funcional, um bom exemplo deste é a desmatamento da vegetação de Caatinga para zonas de pastagens ou atividades agrícolas, onde tem uma significativa perda de biomassa, maior incidência de radiação solar em solos expostos, perda significativa de nutrientes, o que dificulta a germinação e o desenvolvimento de algumas plantas, interfere diretamente no mecanismo de infiltração da água e sua percolação nos solos, acarretando em processos erosivos e compromentendo as funções ambientais e de autorregulação dos geossistemas em paisagens semiáridas e a instabilidade do seu sistema.

> O sistema instável, ou sem estabilidade, é aquele que perdeu os seus mecanismos de autorregulação. Quando a autorregulação é afetada, as

> entradas e saídas do geossistema ocorrem desproporcionalmente, perdendo ainda a capacidade de retornar ao seu estado inicial no tempo previsto. Nesta situação, manifestam-se problemas ambientais de diferentes intensidades, e percebe-se ainda a incapacidade do sistema de cumprir plenamente os seus serviços ou funções ambientais (SEABRA; VICENS; CRUZ, 2013. p. 34).

Exemplificando o modelo (Figura 2), exposto por Seabra, Vicens e Cruz, (2013. p. 34) sobre o sistema paisagístico:

Figura 2- Estabilidade e Desequilíbrio do Sistema em ambiente semiárido, Alagoas-Brasil.

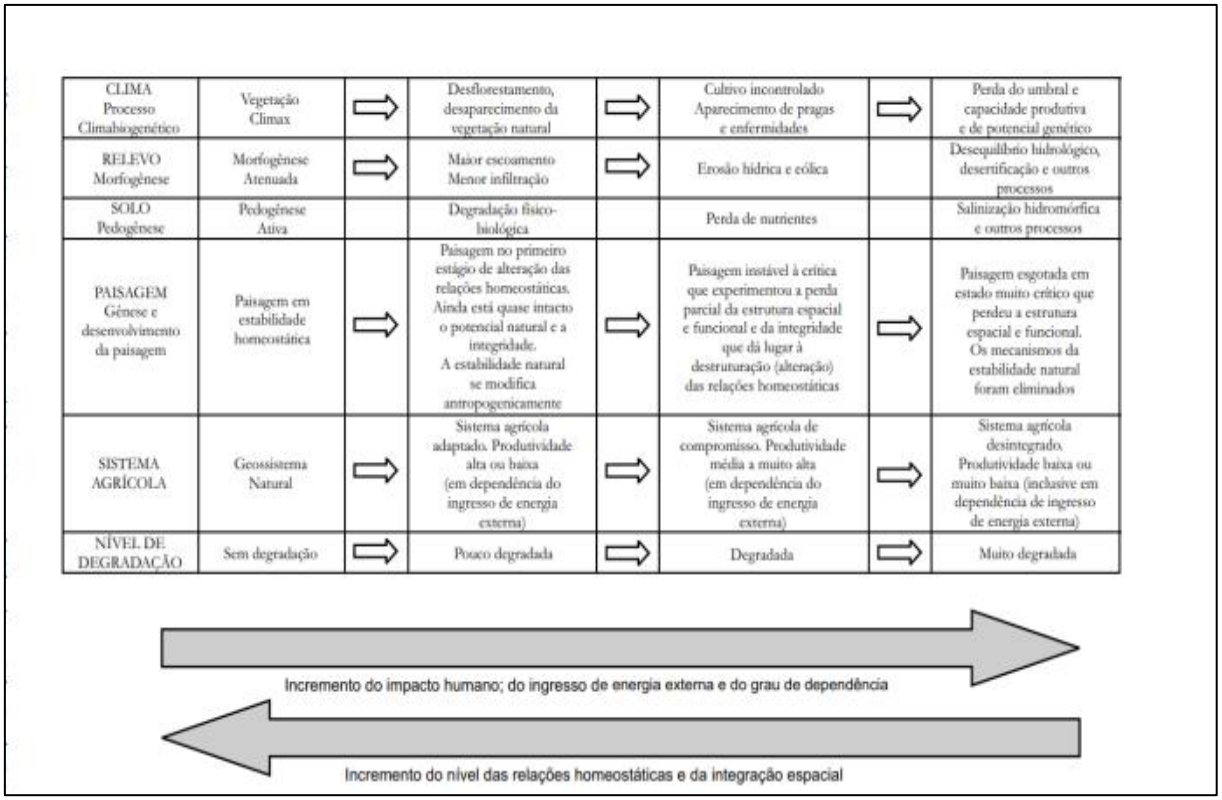


Fonte: (SEABRA; VICENS; CRUZ, 2013), **Modificado:** Autoras, (2023).

Estas alterações acarretam na degradação geoecológica tendo a perda de atributos e propriedades sistêmicas que assegura o cumprimento das funções geoecológicas e a atividade dos mecanismos de autorregulação. São consequências direta da ação antrópica sobre os sistemas ambientais e as paisagens semiáridas, em questão, o que resulta na perda dos potenciais naturais e da capacidade produtora dos sistemas.

Nesse sentido que, os processos geoecológicos degradantes Os processos geoecológicos degradantes mostram-se como consequências do reforço dos processos naturais, além de constituírem por muitas vezes um produto direto, como resultado negativo da ação antrópica. Segundo Rodriguez *et. al.,* (2022), estes estão vinculados diretamente com a sequência em etapas dos níveis de degração, conforme evidencia a (Figura 3).

Figura 3 – Sequência de Degradação dos Geossitemas.

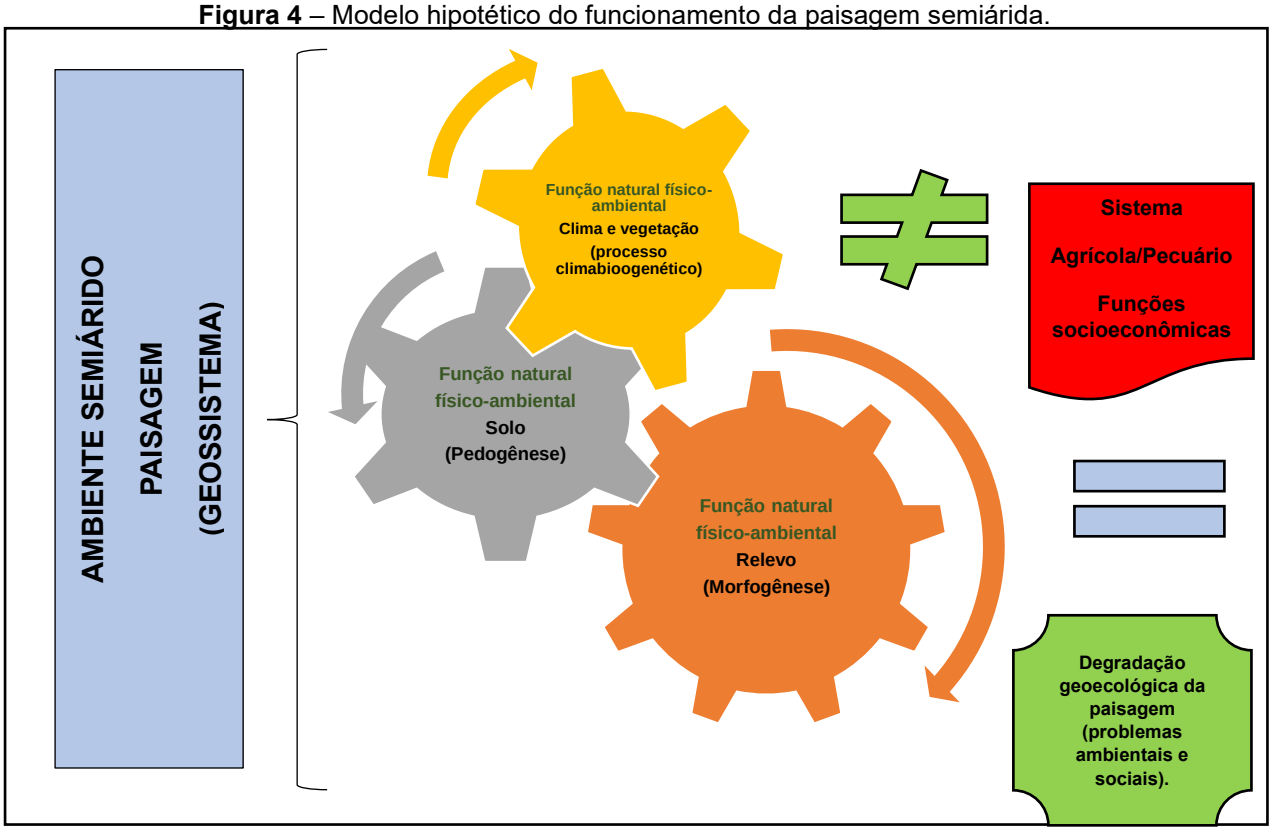


Fonte: RODRIGUEZ *et. al*., (2022, p. 140).

Tomando como base, a figura que expõe o modelo da sequência de degradação dos geossitemas, apresentados pelos autores supracitados que, as autoras do trabalho elaboraram um modelo hipotético, no entendimento da paisagem e posteriormente o modelo adaptado autoexplicativo para ambientes semiáridas, no que concerne o estudo geossistêmico para compreender a dinâmica funcional em face aos processos geoecológicos degradantes e seus diferentes graus de pertubação.

Para fins metodológicos ao considerar a paisagem semiárida, como uma categoria geossistêmica, adotou-se a princípio, considerar os elementos formadores da paisagem: clima, vegetação, solos e relevo **(processo geoecológico natural)** e os mecanismos de funcionamento dos mesmos, em contrapartida infere-se também, as respostas da ação humana com o desenvolvimento dos sistemas agrícola/pecuário **(processo geoecológico de interação)**, como evidencia o modelo hipotético, acerca da paisagem, em áreas semiáridas. Figura 4.

Figura 4 – Modelo hipotético do funcionamento da paisagem semiárida.



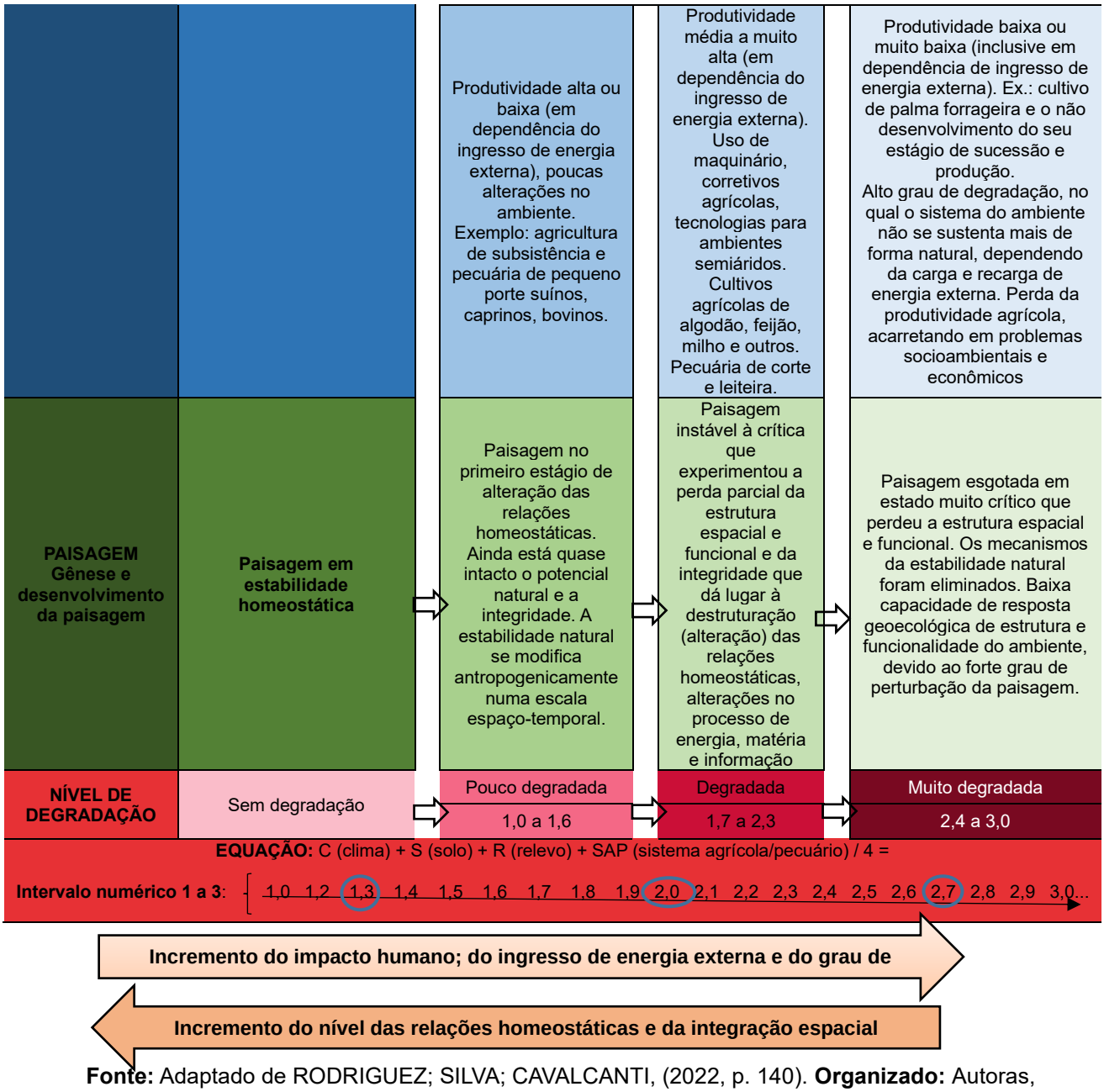
Elaboração: Autoras, (2023).

Dentro da análise exposta no modelo hipotético para as respostas da paisagem semiárida, em meio às relações estabelecidas pela não estabilidade, entre os processos geoecológicos (naturais ou de interação) consideram-se como problemas ambientais. Assim, definem-se os mesmos por combinações de diferentes objetos da racionalidade ambiental, onde estes revelam os processos que exercem pressão e estado de desequilíbrio na autorregulação da estrutura e funcionamento dos geossistemas naturais, potencializando o surgimento de consequências, em resposta causa/efeito do ambiente o cumprimento das funções socioeconômicas, as deficiências gerais que acometem a sustentabilidade em grupos sociais e afetam diretamente os seus serviços ecossitêmicos, em paisagens semiáridas.

Por fim, com base no exposto, apoiando-se nos estudos geoecológicos da paisagem e adaptando a sequência de degradação, apresentada por Rodriguez *et. al*., (2022), elaborou-se uma sequência do processo de degradação geoecológica da paisagem com proposições que auxiliem na tomada de decisões para aplicabilidade em ambientes semiáridos (Tabela 1), a partir da sua aplicabilidade em resposta ao ambiente analisado, torna-se possível, identificar e quantificar por métrica da paisagem, o estado ambiental e seus níveis de degradação, definindo em pouco degradada, degradada e muito degradada, o geossistema em análise, e constatando assim o desempenho de suas funções.

Tabela 1 – Modelo da Sequência do processo de degradação geoecológica para aplicabilidade em paisagens semiáridas.

CLIMA Processo Climabiogenético	**Vegetação Clímax**	**Desflorestamento, desaparecimento da vegetação natural (1,3)**	**Cultivo incontrolado. Aparecimento de pragas e fitopatógenos (2,0)**	**Perda do limiar e capacidade produtiva e de potencial genético (2,7)**
	Caatinga hiper e hipoxerófila Sucessão ecológica	Desflorestamento para introdução de agricultura extensiva/construção de pequenas moradias, estradas vicinais e outros.	Produção agrícola, pecuária intensiva e urbana sem controle; Desmatamento das madeiras nobres/ queimadas para produção de carvão vegetal; Cultivo diversos e de algumas plantas exóticas no lugar da vegetação natural. Presença de Jurema-Preta (*Mimosa hostilis*).	Maior reflectância da radiação solar e menor absorção entre as plantas; Elevação da temperatura; Maior emissão de carbono; Alterações no processo de fotossíntese das plantas; Perturbações no sistema de produção, adaptação e genético da vegetação e fauna local; Perda da fauna local; Menor índice pluviométrico em escala espaço-temporal;
SOLO Pedogênese	**Pedogênese Ativa**	**Degradação físico-biológica (1,3)**	**Perda de nutrientes (2,0)**	**Salinização hidromórfica e outros processos (2,7)**
	Conjunto de fatores associados Clima/organismos/material de origem/ tempo/ relevo	Remoção da cobertura vegetal/perda relativa da biomassa (NDVI e SAVI)	Perda elevada da biomassa com a aceleração do desmatamento; diminuição da produção de matéria orgânica; Solos expostos; Lixiviação dos solos (carregando sedimentos) e o efeito splash por gotículas da chuva que potencializam a erosão.	Acidificação dos solos; Contaminação dos solos; Salinização hídrica;
RELEVO Morfogênese	**Morfogênese Atenuada**	**Maior escoamento Menor infiltração (1,3)**	**Processos erosivos (2,0)**	**Desequilíbrio hidrogeoecológico, desertificação e outros processos (2,7)**
	*Pediplano sertanejo *Rampas de colúvio (sistema de transporte) *Termoclastia	Escoamento superficial	Erosão lateral/Deposição de colúvio/Erosão laminar/hídrica	Comprometimento na recarga dos aquíferos, devido a menor infiltração e maior escoamento superficial; Sazonalidade hídrica; Áreas Suscetíveis a Desertificação
SISTEMA AGRÍCOLA / PECUÁRIO	**Geossistema Natural**	**Sistema agrícola e pecuário adaptado (1,3)**	**Sistema agrícola de compromisso (2,0)**	**Sistema agrícola desintegrado (2,7)**



Fonte: Adaptado de RODRIGUEZ; SILVA; CAVALCANTI, (2022, p. 140). **Organizado:** Autoras, (2022) **Reformulada em**: (2023):

Portanto, conhecer a dinâmica funcional e os processos geoecológicos degradantes de uma determinada paisagem, subsidia para o planejamento e gestão territorial, ambiental, para identificar áreas afetadas e suas principais causas por meio de produtos cartográficos, além de promover a tomada de decisão pelo poder público, sociedade civil e acadêmica. Fomentar e fortalecer o conhecimento e o aporte de estudos geoecológicos.

Considerações Finais

Considera-se que, por meio do enfoque analítico funcional, este torna-se imprescindível na composição e gênese da paisagem, em especial nos ambientes semiáridos,

para estudos geoecológicos, sendo necessário compreender que cada paisagem é única e estas possuem funções variadas para manutenção do sistema paisagístico que a compõe, na troca e transmissão de fluxo de energia, matéria e informação, entradas e saídas como resposta de um estado geoecológico, no seu processo interatuante de autorregulação e auto-organização, para que não ocorra um desequilíbrio exercido por forças naturais e/ou antrópicos, no qual interfere na dinâmica funcional e potencializa os processos geoecológicos degradantes.

Conforme, exposto no estudo ao elencar fatores que podem desestabilizar o estado ambiental das paisagens em áreas semiáridas, promovem diálogos pertinentes ao planejamento e gestão territorial e/ou ambiental, uma vez que, a paisagem é um sistema complexo de avalição, no que concerne suas funcionalidades, e necessita ser analisado e investigado de forma sistêmica, integrada para estabelecer políticas públicas eficazes nestes ambientes em questão, em detrimento as transformações que ocorrem em escala espaço-temporal com a paisagem e a ação do homem sobre o meio.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelas bolsas concedidas. À co-autora e orientadora do trabalho, professora Dra. Rosemeri Melo e Souza. E ao Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Sergipe (PPGEO/UFS).

Referências

AMORIM, R. R; OLIVEIRA, R. C. de. As unidades de paisagem como categoria de análise geográfica: o exemplo do município de São Vicente-SP. Revista Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 20 (2), p. 177-198, dez, 2008.

BASTIAN, O. The assesment of landscape habitat value at different scales. Revista Acta Geographica Debrecina, T. XXX-XXXI, Debrecen. p. 29-45, 1993.

DIAKONOV, K.N. Geofísica das Paisagens: método dos balances. Moscou: Editora da Universidade Estadual de Moscou, 1988.

NASCIMENTO, S. P. G. do; SANTOS, E. O. dos; SANTOS, J. R. U. dos; MELO E SOUZA, R. Geoecologia e paisagem: aplicabilidade do modelo funcional nos ambientes litorâneos e semiáridos de Alagoas. In: MELO E SOUZA, R. CHAVES, A. M. S; NASCIMENTO, S. P. G. do (Orgs.). Geoecologia e Paisagem: Enfoques teórico-metodológicos e abordagens aplicadas. Aracaju: CRIAÇÃO, 2021. p. 73-101.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V. da; CAVALCANTI, A. P. B. Geoecologia das Paisagens – uma visão geossistêmica da análise ambiental. 2ª ed. Fortaleza: Ed. da UFC, 2007.

_____. Geoecologia das Paisagens – um visão geossistêmica da análise ambiental. 6ª ed. Fortaleza: Ed. Da UFC, 2022.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxionomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia da USP. São Paulo: n. 6. p. 17-29, 1992.

SEABRA, V. da S; VICENS, R. S; CRUZ, C. B. M. Conceito de paisagem numa perspectiva geossistêmica. Revista Ambientale – UNEAL. Ano 4, v. 01, p. 30-42, 2013.

VIDAL, M. R; SILVA, E. V. da; RODRIGUEZ, J. M. M; MASCARENHAS, A. L. dos S. Análise de modelos funcionais em paisagens litorâneas. Revista do Instituto Histórico e Geográfico do Pará (IHGP), Belém, n. 1, v. 01, p. 103-116, jan./jun, 2014.

VIDAL, M. R; SILVA, E. V; Enfoque estrutural e funcional da Geoecologia das Paisagens: modelos e aplicações em ambientes tropicais. Revista GeoFronter, Campo Grande-MS, v. 07, p. 01-09, 2021.

Degradação Ambiental de um Rio de Primeira Ordem da Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga: o Caso do Rio Ambude no Município de São Luís - MA

Environmental Degradation of a First Order River in the Bacanga River Basin: the Case of the Ambude River in the Municipality of São Luís – MA

Deuzanir da Conceição Amorim Lima
Universidade Estadual do Maranhão
Identificador Orcid: 0009-0009-8432-5016
deuzaniroceano@gmail.com

Weslem Jhony de Oliveira Rodrigues
Universidade Estadual do Maranhão
Identificador Orcid: 0009-0006-6595-1220
weslemrodrigues.uema@gmail.com

Walefe Lopes da Cruz
Universidade Estadual do Maranhão
Identificador Orcid: 0000-0003-3600-3177
walefe.lopescruz@gmail.com

Thales de Sá Ximenes
Universidade Estadual do Maranhão
Identificador Orcid: 0000-0001-7257-559X
thalesximenes10@gmail.com

Resumo: A degradação ambiental em rios de primeira ordem, decorrentes de impactos ambientais, têm sido promovido em larga escala pela implantação de grandes empreendimentos imobiliários. O Rio Ambude é um importante rio de primeira ordem da sub-bacia do Rio Maracanã e compõem a rede de drenagem que alimenta a Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga, em São Luís – MA. No entorno de sua nascente estão implantados três grandes empreendimentos que compreendem aos Residenciais Santo Antônio, Morada do Sol e Amendoeira. Para realizar uma análise do Rio Ambude, foi feito trabalho de campo, produzido mapa hipsométrico e construído gráfico de precipitação. A partir dos resultados obtidos foi possível entender que os empreendimentos estão localizados em cotas altimétricas maiores que as observadas no rio e sua área de influência. A região recebe um aporte pluvial superior a 2000 mm/ano que transportam material residual proveniente da terraplanagem e do processo de construção dos Residenciais.

Palavras-chave: Rio Ambude. Degradação Ambiental. Impactos Ambientais. Empreendimentos.

Abstract: Enviromental degradation in first-order rivers, resulting from environmental impacts, has been promoted on a large scale by the implementation of large real estate projects. The Ambude River is an important first-order river in the Maracanã River sub-basin and makes up the drainage network that feeds the Bacanga River Basin, in São Luís - MA. Around its source there are three large developments that include Residencials Santo Antônio, Morada do Sol and Amendoeira. To carry out an analysis of the Ambude River, field work was carried out, a hypsometric map was produced and a precipitation graph was constructed. From the results obtained, it was possible to understand that the enterprises are located in higher altitudes than those observed in the river and its area of influence. The region receives a rainfall of more than 2000 mm/year that carries waste material from earthworks and the residential construction process.
Keywords: Ambude River. Ambiental Degradation, Environmental Impacts. Enterprises.

Introdução

O processo de degradação ambiental, por um grande infortúnio, tem sido recorrente em diferentes ecossistemas. Os ecossistemas possuem um fator de resiliência que determina

a capacidade que ele tem de se recuperar de um dado impacto. Logo, se impacto que incide sob o ambiente ultrapassa sua capacidade de resiliência, este torna-se incapaz de voltar a sua condição de pleno funcionamento ecológico sozinho. Essa noção de resiliência voltado para estudos socioecológicos é bem fundamentada na ciência desde 1970 a partir do trabalho do ecologista canadense C. S. Holling (Souza *et al.* 2021; Lindoso, 2017; Buschbacher, 2014). Holling (1973) constata em seu trabalho que a capacidade de um sistema ecológico manter o equilíbrio depende de escalas limitadas de tempo e espaço.

É comum que impactos em ambientes fluviais de grandes cidades, tornem-se irreversíveis, uma vez que, a pressão urbana tende a, não só ultrapassar a capacidade de resiliência destes, como também geralmente culminam em intervenções antrópicas que descaracterizam completamente o ambiente.

Os rios de primeira ordem tendem a ter essa capacidade negligenciada, apesar de sua extrema importância ecológica e de serem protegidos através da Legislação Brasileira pelo Código Florestal Brasileiro, sendo considerados como Área de Preservação Permanente (APP) desde 1965 pela Lei 4.771/1965 e mantido na versão atualizada do Código Florestal pelo art. 4º da Lei 12.651/2012. A pressão imobiliária sem um ordenamento territorial adequado tem causado impactos que, em sua grande maioria, superam a capacidade de resiliência desses corpos hídricos em áreas de nascentes. Infelizmente, no atual cenário de gestão territorial é comum identificar áreas protegidas por lei completamente suprimidas por conglomerados de edificações tanto em áreas urbanas quanto rurais, embora a problemática seja mais incidente em zonas urbanas.

De modo geral, a cidade de São Luís no estado do Maranhão, não possui mais rios urbanos de qualidade. Até mesmo as nascentes dos rios de primeira ordem têm sido suprimidas ou sofrem algum impacto ambiental decorrente de invasões do MST e de implantação de grandes empreendimentos que suprimem a vegetação, impermeabilizam o solo e geram resíduos em grandes volumes, especialmente durante o processo de ocupação do espaço quando há necessidade de terraplanagem ou nivelamento do solo com retirada e deposito de terra.

Considerando o cenário de vulnerabilidade dos recursos hídricos à impactos ambientais que tendem a levar a degradação de rios de primeira ordem na cidade de São Luís conforme explanado acima, o presente trabalho busca, através de um recorte menor, fazer uma análise do caso do Rio Ambude que é um importante rio de primeira ordem da Sub-Bacia do Rio Maracanã que alimenta a Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga.

Área de Estudo

A cidade de São Luís, no estado do Maranhão, é uma cidade bem drenada da Ilha do Maranhão, que conta com 9 Bacias Hidrográficas em seu limite territorial (INCID, 2010) e uma população de 1.037.775 segundo o último senso do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022). A Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga, inserida entre as 9, fica na porção noroeste da cidade de São Luís (Silva, 2012) e se destaca como uma das mais expressivas da região. Segundo Morais *et. al.* (2014) sua "nascente está inserida no Tabuleiro do Tirirical" e "suas estruturas geológicas superficiais são constituídas por rochas da Formação Itapecuru, Barreiras e Açuí".

De acordo com Martins (2019), a "Bacia do Rio Bacanga possui a função principal de ser uma unidade produtora de água". Para o autor "tal importância singular da bacia reflete no reservatório Batatã e no Sistema de Abastecimento Público do Sacavém, os quais são responsáveis por cerca de 20% de toda água consumida no município de São Luís". Martins (2019) também constatou que a composição espacial da bacia apresenta um mosaico de formas variadas "compostos por um aglomerado de conjuntos residenciais, ocupações irregulares, unidades de conservação (Parque Estadual do Bacanga e APA do Maracanã) e equipamentos sociais (UFMA, Barragem do Bacanga e antiga Estrada de Ferro Norte/Sul)".

A região em que a bacia está inserida pode ter o clima classificado, segundo a Classificação de Koppen (1928), como clima do tipo Aw' considerado como tropical chuvoso, quente e úmido, entre padrões tropical e equatorial, sob o regime de estações distintas bem demarcadas pelos padrões de precipitação com um período chuvoso e outro de estiagem. Segundo Torres (2022), que analisou os dados de temperatura e precipitação do INMET (2018) para a cidade de São Luís, "a temperatura anual média é de 26,7º" nessa região e a pluviosidade "possui acumulado anual médio de 2.199 mm sendo os meses de março e abril os mais chuvosos enquanto o mês de outubro é o que apresenta menor precipitação".

Morais *et al.* (2014) constatou que ao longo da referida bacia hidrográfica, a cobertura vegetal que predomina é o cerrado com,

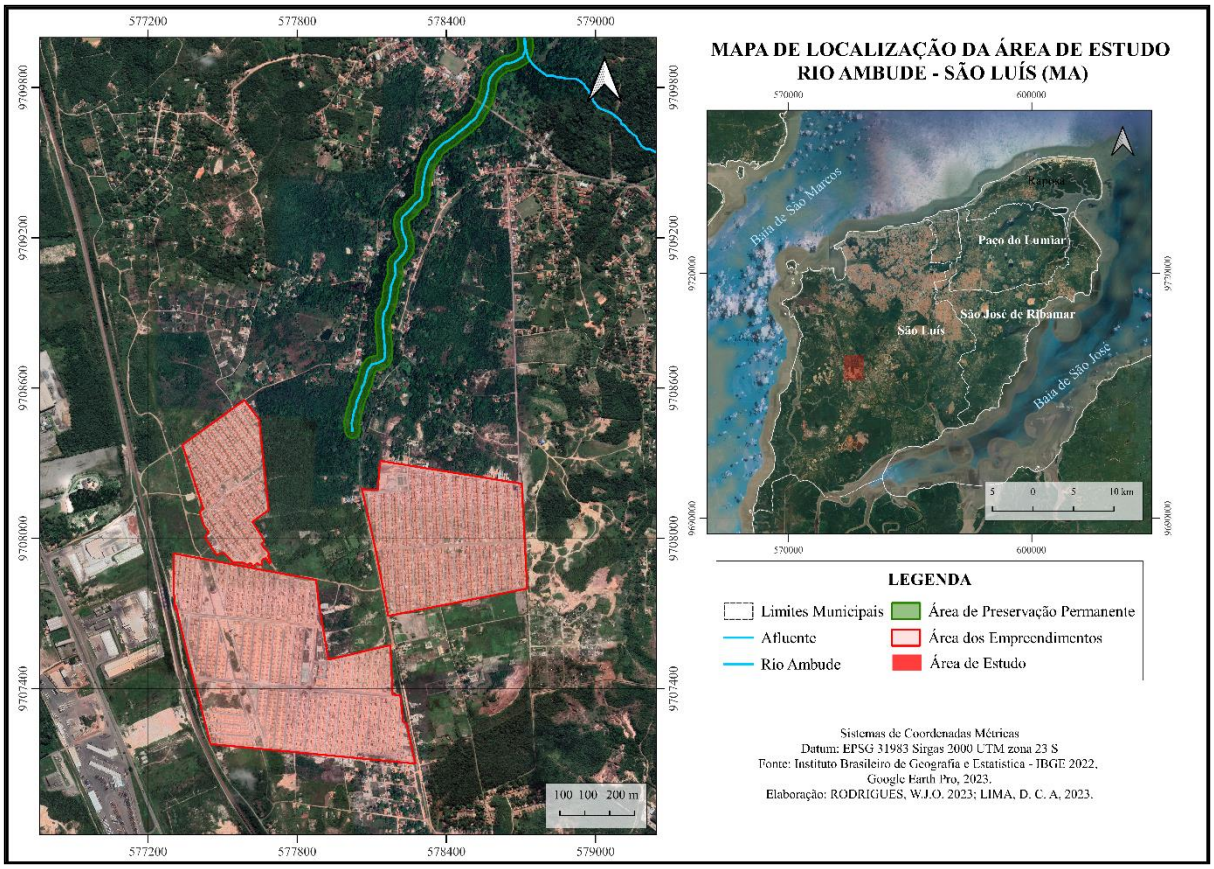
> "...os principais domínios sendo Matas de Várzeas e Matas de Galeria Florestas Secundárias (capoeira) e Mata Secundária de Terra Firme que é resultante do avanço das ocupações humanas e instalações de áreas agrícolas de subsistência principalmente nas últimas três décadas". (Morais *et al*., 2014).

Inserida nesse contexto físico geográfico, a área de estudo, objeto deste trabalho, está localizada no alto curso da bacia hidrográfica do Rio Bacanga, delimitada pelas coordenadas 2°37' 25.86" S a 2º 37' 25.34" S e 44º 18' 34.14" W a 44º 17' 20.03" W, no Bairro do Maracanã da zona rural da Ilha do Maranhão, mais precisamente a área que compreende

ao rio de primeira ordem conhecido como Rio Ambude e sua área de influência delimita na Figura 1. O Rio Ambude é um importante rio de primeira ordem que, junto a outros, compõem a rede de drenagem que alimenta a Bacia Hidrográfica do Rio Bacanga.

O bairro do Maracanã, onde o rio está inserido é conhecido pela abundância de juçarais, vegetação típica de área de várzea que dá nome a um evento cultural da região chamado festa da juçara que ocorre anualmente e reúne grande parte da população ludovicense e turistas de outros estados que ficam sabendo do acontecimento anual. Essa festa contribui significativamente para a comunidade da região já que movimenta a agricultura familiar e incrementa a economia local. Muitos moradores possuem a planta em abundancia em seus próprios quintais e ali mesmo produzem e embalam o sumo da juçara para vender em suas portas ou nas barracas da festividade que já ganhou inclusive uma área mais estruturada para acontecer, embora nos últimos anos não tenha tido a devida manutenção.

Figura 1 – Mapa de Localização do Rio Ambude e sua área de influência.



Fonte: Os autores (2023).

Além dessa movimentação cultural, também é possível observar uma grande articulação do setor imobiliário na região que tem sido alvo desse setor por possuir extensas áreas da união não ocupadas por edificações, o que é típico de zonas rurais. No entanto, essa especulação imobiliária, que é importante ressaltar, parte do próprio setor público,

normalmente não leva em consideração a importância ecológica e social das áreas que comumente se tornam alvo. Destacam-se na área de estudo empreendimentos de grande porte que compreendem aos projetos de habitação do governo: Residencial Santo Antônio, Residencial Morada do Sol e Residencial Amendoeira que respectivamente, da direita para esquerda, formam um desajeitado U que cerca a área de nascente do Rio Ambude.

Metodologia

A metodologia do presente trabalho foi fundamentada na teoria geossistêmica conhecida como Geossistema-Território-Paisagem (GTP) de Bertrand (1997) que propõe uma análise de um dado sistema ambiental incluindo como indispensável os componentes da natureza impactada pela ação da sociedade (Lima, 2020). Além disso, adotou se o método qualitativo-descritivo para entender os processos de degradação ambiental que incidem sobre o rio Ambude, levando em consideração a problemática da implantação de grandes empreendimentos em áreas ambientais preservadas e o conhecimento dos autores.

Para o referido estudo foi feito inicialmente um reconhecimento da área via imagens de satélite do Google Earth com intuito de definir pontos de interesse. Em um segundo momento, com acompanhamento de uma moradora que cresceu no bairro, foi feito um trabalho de campo para análise in situ dos pontos pré-definidos na imagem e consequente realização da verdade de campo relacionada as problemáticas teorizadas em gabinete.

Constatadas as problemáticas relacionadas aos possíveis impactos ambientais que incidem sobre a área de estudo e feita a análise prévia das condições do Rio Ambude em campo, seguiu-se para a etapa de levantamento bibliográfico e cartográfico para embasamento e complemento da análise realizada.

Para o então embasamento do presente estudo, foi adquirido um Modelo Digital de Elevação (MDE) com dados da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução espacial de 30 m disponibilizado pela *United States Geological Survey* (USGS) através do site https://earthexplorer.usgs.gov/. Este MDE foi importado para um ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) brasileiro, conhecido *Quantum GIS* (QGis) onde foi reprojetada para o Sistema de Referência de Coordenada (SRC) – EPSG: 31983 – SIRGAS 2000 / Método *Universal Transverse Mercator* (UTM) zona 23 S e em seguida foram extraídos os erros para correção dos valores negativos através da ferramenta Calculadora Raster, utilizando a fórmula **IF (“Raster” <0,1, “Raster”)**.

Feito o pré-processamento do MDE, na sequência, foi elaborado o mapa de Hipsometria com a extração das curvas de nível utilizando a ferramenta Raster/Extração e Contorno e com a categorização dos dados de altimetria que constavam na tabela de atributos através da ferramenta Simbologia em Propriedades da Camada onde foi atribuído um

gradiente de cores para os valores interpolados linearmente. Para um melhor entendimento, Martins (2019) ressalta que “A hipsometria é uma técnica de representação da elevação de um terreno através de cores. Geralmente é utilizado um sistema de graduação de cores que varia dos tons mais quentes aos mais frios, representando respectivamente as áreas com maiores e menores elevações”.

Considerando a definição de escala em imagens de sensoriamento remoto observada por Boggionne *et al.* (2009) e a resolução espacial de 30 metros da SRTM trabalhada no presente, a escala do produto cartográfico final de Hipsometria é de 1:60.000.

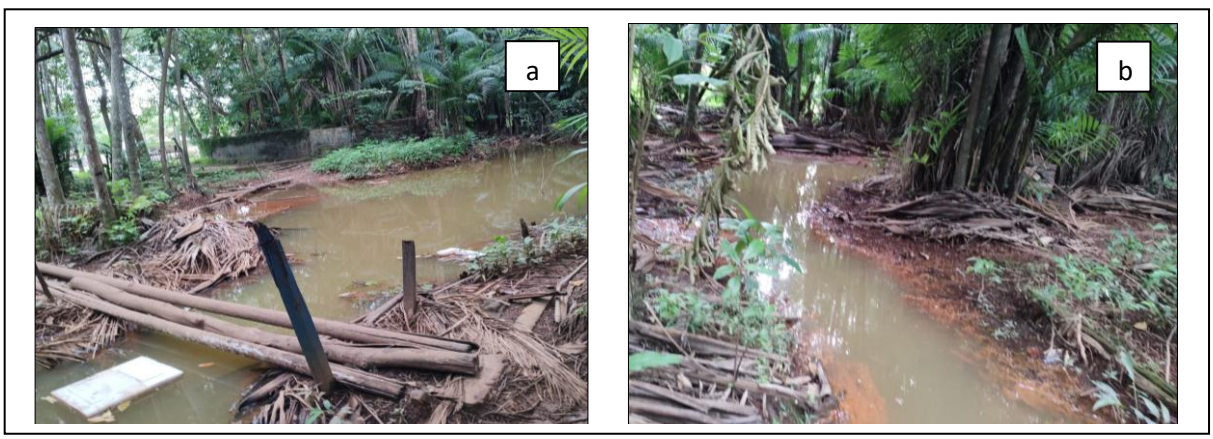
Também foram baixados dados de pluviometria do município de São Luís disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pelas Normais Climatológicas do Brasil para relacionar as características altimétricas do relevo. A pluviometria representa os índices de precipitação que incidem sobre uma dada área. Torres (2022) destaca em seu trabalho a relação intima entre a precipitação na cidade de São Luís e a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) que é diretamente proporcional.

Resultados e Discussões

Para entender as condições atuais do Rio Ambude e analisar visualmente o nível de degradação sofrido pelo rio decorrente dos impactos ambientais inferidos pela implementação dos Empreendimentos Residenciais de grande porte do projeto Minha Casa Minha Vida do Governo Federal do Maranhão no entorno da sua nascente, foi feito um trabalho de campo com constatação visual dos referidos impactos, onde se constatou de fato, um processo de assoreamento que incidente tanto nas margens quanto no centro do canal.

Foram analisados dois pontos distintos do rio, um no seu médio curso e outro próximo a sua desembocadura em um ponto de confluência com o rio Maracanã. O ponto 1 é um trecho do canal mais abrigado pela mata ciliar típica de mata de galeria, composta por juçarais e vegetação secundária mista (Figura 2 – a e b).

Figura 2 – Registro do Ponto 1: a – vista a montante e b - vista a jusante.



Fonte: Os autores (2023).

Foi observado no ponto 1 que, neste trecho, a agua do rio é turva indicando alto teor de materiais em suspensão na coluna d'água, bem como pouca profundidade associado a baixa energia e fluxo lento do rio o que o leva a ter uma capacidade de transporte extremamente reduzida. Entretanto é possível afirmar que há 16 anos atrás as condições do Rio eram bem diferentes. Chaves (2007) descreve o rio Ambude como tendo boa vazão, mata ciliar razoavelmente preservada e com grande quantidade de aves. A referida autora também salienta que, neste ano de 2006 quando visitou a área de estudo, "o processo de degradação já era observado através da existência de um **aterro às margens de sua nascente** que impedia a circulação normal de suas águas".

> "...com as chuvas esses sedimentos descem o rio e já se tem um novo processo, o de assoreamento. A sua passagem para a margem direita da avenida se faz por um insuficiente e comprometido bueiro. Sua confluência com o rio Maracanã é observada numa área de brejo em meio a juçarais para depois desaguar no rio Bacanga" (Chaves, 2007).

Nos registros fotográficos evidenciados pela referida autora (Figura 3) é possível observar mudanças significativas no fluxo e na turbidez da água. A cor terrosa amarronzada da água é típica de um ambiente de brejo com mata de galeria devido ao alto teor de matéria orgânica (MO) nesse tipo de ambiente, porém ao compararmos com o observado in situ neste trabalho, constata-se uma coloração esbranquiçada na coluna d'água e coloração avermelhada em material depositado nas margens, denunciando possível teor alto de material fino, provavelmente sedimento siltoso argiloso, o que pede uma investigação mais apurada dos sedimentos transportados e depositados no rio. Embora esse tipo de sedimento possua uma alta capacidade de retenção de água ele também torna o solo mais impermeável, característica que vai no sentido contrário às de solos de ambiente de várzea que, justamente pela forte presença de MO, tendem a ser mais porosos o que permite a infiltração de aguas pluviais e o afloramento de aguas subterrâneas.

Figura 3 – Registro do Ponto 1: a – Corredeira rio Ambude e b – Chácara Ambude.

Fonte: Chaves (2006) e SETUR (2005).

Santos & Pereira (2013) corrobora com a discussão levantada quando classificam, de acordo com a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1986), os solos da área que envolve o objeto de estudo deste trabalho, incluído na Sub-bacia do Maracanã, como Latossolo e Gleissolos. Segundo os autores,

> "O latossolo encontra-se ao longo de topos tabuleiros e colinas cujo relevo é plano com pequenas e suaves ondulações, de textura fina a média, derivados dos sedimentos da Formação Barreiras. Os **gleissolos** formam-se nas áreas úmidas **rica em matéria orgânica** encontrados **nas áreas de várzeas do Rio Maracanã e seus afluentes**." (Santo & Pereira, 2013).

No ponto 2 (Figura 4) foi possível observar o mesmo padrão de coloração na água, bem como baixa vazão, pouca profundidade e corrente com baixa energia. É um trecho mais exposto que passa por um bueiro adaptado para a passagem da avenida de acesso principal do bairro. A montante do ponto nota se a transição entre a área mais abrigada pela vegetação e a área mais exposta e concretada.

Santos & Pereira (2014) destacam que, impermeabilizações e selamentos do terreno, como o relatado acima, são possíveis causas do déficit na recarga de aquíferos importantes.

Figura 4 – Registro do Ponto 2: a – vista a montante e b - vista a jusante.

Fonte: Os autores (2023).

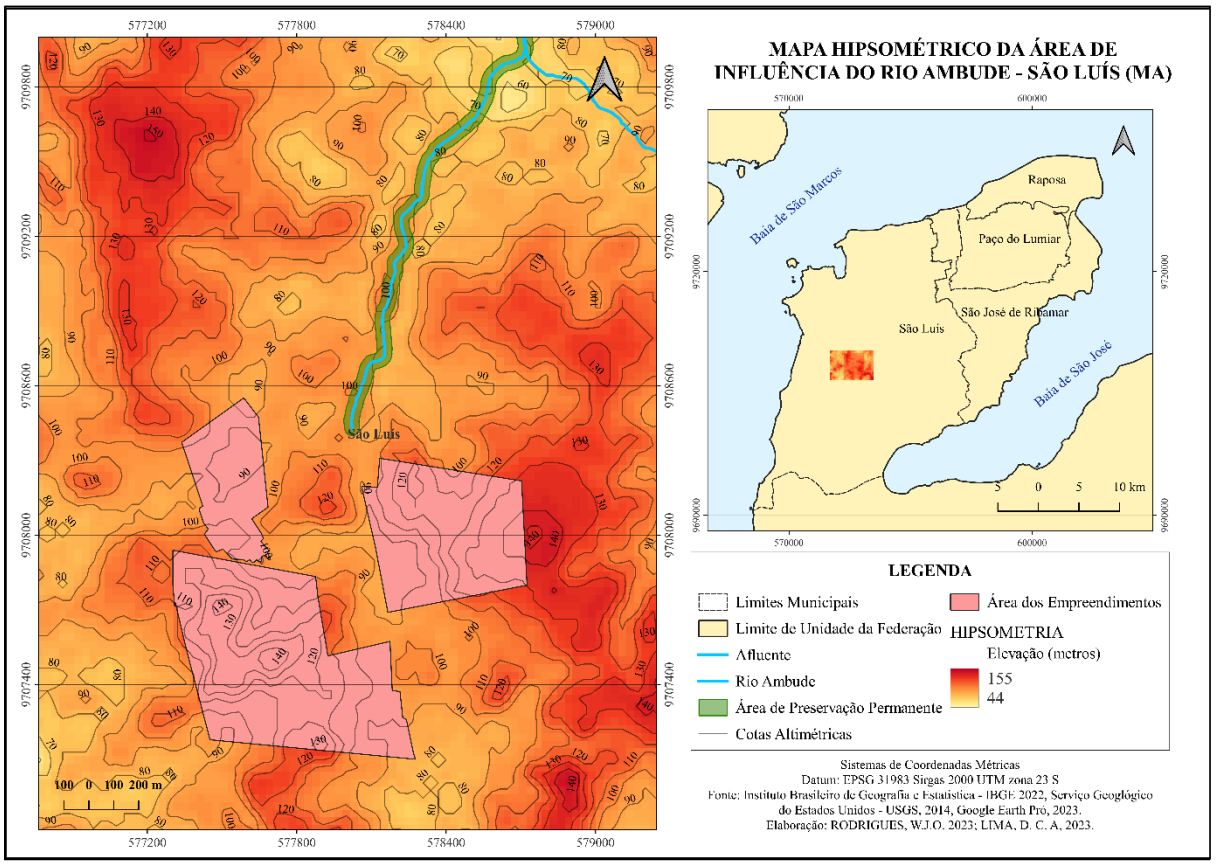
Entendendo que o escoamento superficial acontece naturalmente no sentido da maior altitude para a menor altitude, foi feito um mapa hipsométrico evidenciando as cotas altimétricas da área de estudo (Figura 5) onde é possível observar que as isolinhas que perpassam pela área dos empreendimentos representam cotas altimétricas maiores que as do rio e seu entorno.

Vale lembrar que, de acordo com Martins (2019) a hipsometria é "uma técnica de representação da elevação de um terreno através de cores" e nessa técnica é "utilizado um

sistema de graduação de cores que varia dos tons mais quentes para os mais frios, representando respectivamente as áreas com maiores e menores elevações".

Alinhado a esse sistema de graduação de cores, a área dos empreendimentos representada pelos polígonos na cor rosa no mapa contém cota altimétrica máxima de 140m e média de 122m contando a área dos três empreendimentos que circundam a nascente do rio Ambude. Em contrapartida a área de influência do rio em um raio de 30 metros partindo de cada margem obedecendo a delimitação estipulada pelo art. 4º da Lei 12.651/2012 do Código Florestal, representada no mapa pelo buffer em verde claro, contem cota máxima de apenas 100m e média de 87m.

Figura 5 – Mapa de Hipsometria do Rio Ambude e sua área de influência.



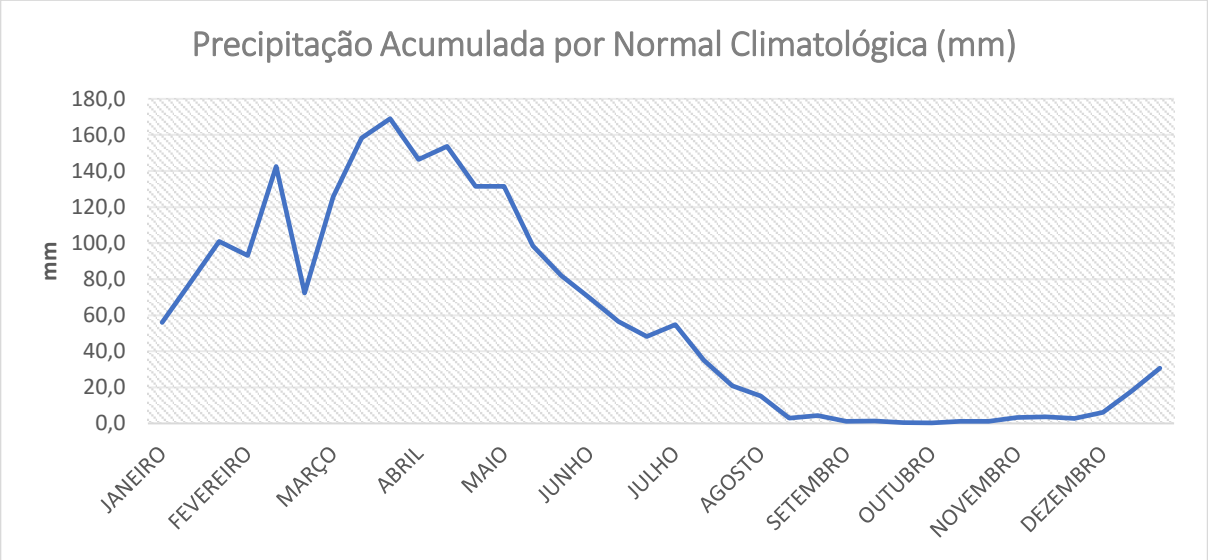
Fonte: Os autores (2023).

Esse padrão sustenta a teoria levantada de que os sedimentos residuais da terraplanagem e da fase de construção dos empreendimentos têm sido escoados para a calha do rio Ambude, especialmente quando associados ao padrão de precipitação por normais climatológicas dos anos de 1991 a 2020 (Figura 6) que de acordo com o INMET (2023) aponta precipitação anual acumulada de 2117,1 mm em São Luís –MA de modo geral. Os valores

máximos se concentram nos meses de março e abril flutuando entre a máxima de 158mm e a mínima de 125,6mm.

Em contrapartida, os meses de agosto a dezembro representam bem um período médio de estiagem, contando com máxima de 30,7mm e a mínima de 0,3mm mensais. Importante ressaltar que, segundo a *World Metereological Organization* nº49, (WMO, 1988), a Norma Climatológica é a média dos dados climatológicos computados para um período de 30 anos consecutivos das quais a mais atual disponibilizada é a que compreende ao período de 1 de janeiro de 1991 a 31 de dezembro de 2020.

Figura 6 – Registro da curva pluviométrica a partir das Normais Climatológicas.



Fonte: Os autores (2023).

Silva e Miyazaki (2014) também trabalharam os impactos ambientais oriundos da implementação de loteamentos, onde através de suas investigações, pontuaram que os impactos ambientais identificados foram o assoreamento do córrego estudado que ocorreu devido ao acumulo de sedimentos vindos das áreas onde houve o remanejo do solo e as intervenções na corrente, o que corrobora tanto com a problemática levantada quanto com os resultados obtidos neste trabalho.

Morais *et al.* (2014) aponta que a nascente da bacia hidrográfica do rio Bacanga, que comporta o objeto de estudo do presente trabalho, fica inserida no Tabuleiro do Tirirical. Santos & Pereira (2014) afirmam que essas áreas de tabuleiros consideradas áreas de recarga do aquífero Barreiras e Itapecuru e que elas não exercem suas funções ecológicas.

Considerações Finais

Considerando as constatações feitas *in situ* e baseado nas discussões a partir da literatura é possível afirmar que, sim, os empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida, implantados no entorno da nascente do rio Ambude, estão gerando impactos ambientais no rio e em sua área de influência. Tais impactos envolvem o assoreamento do rio e a baixa qualidade da água por conta do material residual transportado pelas aguas pluviais para a área do canal.

É notada a necessidade de fazer um Estudo de Impactos Ambientais (EIA) da região para registro, em um órgão do estado, dos impactos que incidem sobre a área e ainda para a condução de uma proposta de uso e manejo sustentável da sub-bacia do Maracanã e consequentemente do Rio Ambude.

Referências

BRASIL, Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Brasília, 25 de maio de 2012.

BOGGIONE, G. A.; SILVA, M. V. A.; CARVALHO JUNIOR, N. R. de.; TELES, T. L.; NAZARENO, N. R. X. de. Definição da escala em imagens de sensoriamento remoto: uma abordagem alternativa. In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. Anais... Natal: INPE, 2009. p. 1739-1746.

BUSCHBACHER, R. A teoria da resiliência e os sistemas socioecológicos: como se preparar para um futuro imprevisível?. Boletim regional, urbano e ambiental. v. 1, n. 9, p. 11 – 24, 2014.

CAVALCANTE, J. M. T. Variações climáticas e seus impactos nos recursos hídricos do semiárido nordestino. 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

CHAVES, J. R. V. PROJETO MARACANÃ – DO DISCURSO À PRÁTICA DA SUSTENTABILIDADE: Estudo sobre as percepções dos Agentes Ambientais e os reflexos do desenvolvimento das ações no meio ambiente, no lazer e na qualidade de vida. 2007. 286 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2007.

COSTA, F. R. da; LIMA, E. R. de. O papel das mudanças climáticas nos processos erosivos no Nordeste do Brasil. In: SILVA, E. C. da; LIMA, E. R. de (Orgs.). Geografia Física: temas e debates contemporâneos. Salvador: EDUFBA, 2018. p. 119-136.

HOLLING, C. S. Resilience and Stability of Ecological Systems. Annual Review of Ecology and Systematics, v. 4, p. 1–23, 1973.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA . Censo Brasileiro de 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ma/sao-luis/panorama. Acesso em: 16 ago. 2023.

INSTITUTO DA CIDADE, PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO E RURAL. Bacias Hidrográficas da Ilha do Maranhão. Disponível em: https://saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/2253_bacias_hidrograficas.pdf. Acesso em: 16 ago. 2023.

KOPPEN, W.; GEIGER, R. Klimate der Erde. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map b150cmx200cm. 1928.

LINDOSO, D. P. Vulnerabilidade e resiliência: potenciais, convergências e limitações na pesquisa interdisciplinar. Ambiente & Sociedade, São Paulo, v. XX, n.4, p.131-148, 2017.

LIMA, E. R. de. Vulnerabilidade socioambiental dos pequenos produtores rurais no semiárido nordestino brasileiro. 2014. 238 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, 2014.

LIMA, D. C. A. Análise por geoprocessamento das Unidades De Paisagem nos municípios de Rosário, Axixá e Icatu – MA. 2020. 79 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Maranhão. Maranhão, 2020.

MARTINS, B. N. Avaliação da vulnerabilidade à intrusão salina no curso inferior do rio Bacanga através do método Galdit. 2019. 114 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2019.

SILVA DE MORAIS, M.; SERA LISBOA, G.; DOMINGOS VIANA, J.; PEREIRA DA SILVA, T.; TEIXERA GUERRA, A.J.; RODRIGUES BEZERRA, J.F. Mapeamento da Fragilidade Ambiental na Bacia do Rio Bacanga, Município de São Luís – MA. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 10. 2014.

SILVA, J. V. F.; MIYAZAKI, L. C. P. Impactos Ambientais Oriundos da Implantação de Loteamentos: O Caso do Nova Ituiutaba II e IV. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 10. 2014.

SILVA, Q. D. Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão. Tese de Doutorado. Presidente Prudente- Universidade Estadual de São Paulo, 2012.

SOUZA, C. M. M.; MELLO, B. J.; GOMES, A. M. Desenvolvimento sustentável e resiliência socioecológica: agenda para uma transição sustentável dos territórios. Redes, v. 26, 2021.

TORRES, M. A. N. Análise das Ilhas de calor urbanas em São Luís – Maranhão. 2022. 142 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente. 2022.

WMO n° 49. Technical Regulations: General Meteorological Standards and Recommended Practices. Vol. 1, Secretariat of the World Meteorological Organization, Geneva, 1988.

Mapeamento do uso e cobertura da terra da porção oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas, Piauí

Land use and land cover mapping of the western portion of the Guaribas river basin, Piauí

Francisco Wellington de Araujo Sousa
Instituto Federal do Piauí
https://orcid.org/0000-0003-2667-3206
wellingtongeo88@gmail.com

Iracilde Maria de Moura Fé Lima
Universidade Federal do Piauí
https://orcid.org/0000-0003-3936-180X
iracildemourafelima@gmail.com

Gustavo Souza Valladares
Universidade Federal do Piauí
https://orcid.org/0000-0002-4884-6588
valladares@ufpi.edu.br

Resumo: A porção oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas se localiza na região sudeste do estado do Piauí, totalmente inserida na região do Semiárido nordestino. Apresenta uma extensão territorial de cerca de 2.285,06 km^2, correspondendo a uma importante área em termos de produção econômica do estado. Este trabalho teve como objetivo realizar o mapeamento do uso e cobertura dessa área da bacia hidrográfica do rio Guaribas, utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Quanto aos procedimentos metodológicos, inicialmente foi feito o levantamento das referências teóricas-metodológicas, e em seguida realizado o mapeamento temático em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Os trabalhos de campo foram realizados com o objetivo de analisar a paisagem da bacia, quanto à identificação e caracterização dos tipos de usos e coberturas da terra. Os resultados apontaram diversas alterações na paisagem natural, como consequência do desenvolvimento de atividades sem medidas sustentáveis de manejo do solo, principalmente relacionado a representatividade de áreas com atividades agrícolas na bacia em estudo.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Sistema de Informação Geográfica. Uso e Cobertura da Terra. Paisagens

Abstract: The western portion of the Guaribas river basin is located in the southeastern region of the state of Piauí, fully inserted in the northeastern semi-arid region. It has a territorial extension of about 2,285.06 km2, corresponding to an important area in terms of the state's economic production. The objective of this work was to map the use and coverage of the western portion of the Guaribas river basin, using geoprocessing and remote sensing techniques. As for methodological procedures, initially a survey of theoretical-methodological references was carried out, and then the thematic mapping was carried out in a Geographic Information System (GIS) environment. Field work was carried out with the objective of analyzing the landscape of the basin, regarding the identification and characterization of the types of land uses and covers. The results showed several changes in the landscape, as a result of the development of activities without sustainable soil management measures, mainly related to the representativeness of areas with agricultural activities in the basin under study.

Keywords: Geoprocessing. Geographic Information System. Land use and coverage

Introdução

As pesquisas sobre o uso e cobertura das terras são imprescindíveis para a compreensão da alteração das paisagens naturais e dos impactos ambientais, que são provocados principalmente, pelas ações antrópicas. Essas alterações são decorrentes das intensivas edificações, desmatamentos, urbanização, assim como as transformações em áreas destinadas a prática de grandes plantações agrícolas. Dessa forma, objetivando um planejamento para o desenvolvimento adequado das formas de uso e cobertura do espaço pelo homem, essas pesquisas possibilitam a tomada de decisão, contribuindo assim em ações consciente para um ambiente que garanta os recursos naturais para a sociedade de forma sustentável.

Batista, Silva e Santos (2010) colocam que, com os avanços tecnológicos ocorridos ultimamente, os estudos sobre o uso e cobertura das terras têm se tornado cada vez mais precisos, requerendo menor tempo para realização de tais pesquisas, principalmente devido à evolução das geotecnologias no processo de mapeamentos temáticos.

Desse modo, entre as ferramentas que auxiliam na realização dessas pesquisas, estão as imagens de satélites, que são importantes fonte de dados que recobrem a superfície terrestre e possibilitam o estudo e monitoramento de fenômenos naturais que ocorrem no meio ambiente, ao mostrar as transformações em determinado espaço geográfico, e os impactos causados pelas atividades humanas (FLORENZANO, 2011).

Desta forma, as imagens de satélites cada vez mais revelam a condição em que se encontra a cobertura das terras, demonstrando, a depender do tipo de satélite, os diversos tipos de usos e cobertura das terras. Deve-se destacar que, outras técnicas têm avançado desde a segunda metade do século XX, como os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), o uso de sensoriamento remoto e o geoprocessamento, sendo essas ferramentas utilizadas constantemente nos estudos ambientais.

Os Sistemas de Informação Geográfica são voltados para a coleta, armazenamento, recuperação, manipulação e apresentação de informações sobre entes de expressão espacial. Estas ferramentas vêm sendo utilizadas como suporte para políticas e estratégias de ordenamento territorial, ambiental e setorial, assim como para a gestão pública e participação da sociedade (CAVALCANTI, 2000; LIMA, 2015).

De acordo com Novo (2010), o sensoriamento remoto compreende a utilização de um conjunto de sensores, ferramentas para processamento de dados, instrumentos de transmissão de dados colocados a bordo de aeronaves, espaçonaves, ou outras plataformas, com o propósito de estudar eventos, fenômenos e processos que ocorrem no ambiente terrestre a partir do registro e da análise das interações entre a radiação eletromagnética e as substâncias que o compõem em suas múltiplas manifestações.

No que se refere ao geoprocessamento, este é um termo abrangente, que envolve diversas tecnologias de tratamento e manipulação de dados geográficos, através de programas computacionais. Dentre essas tecnologias, se destacam: o sensoriamento remoto, a digitalização de dados, a automação de tarefas cartográficas, a utilização de Sistemas de Posicionamento Global - GPS e os SIG (PINA; SANTOS, 2000).

Conforme Vaeza *et al*. (2010), as técnicas de sensoriamento remoto e de geoprocessamento tornaram-se instrumentos úteis e fundamentais no monitoramento da dinâmica de uso e cobertura das terras, pelo fato de proporcionar maior regularidade na atualização de dados, rapidez no processamento e viabilidade econômica. Desse modo, o conhecimento do uso e cobertura das terras de determinada área associado ao uso de diversas técnicas oferecem maior suporte e possibilidades à tomada de decisão sobre os efeitos negativos que as ações humanas causam ao meio ambiente.

Nesse contexto, as informações obtidas por meio das geotecnologias são de grande importância para um planejamento do uso racional dos recursos naturais. Um diagnóstico preciso e confiável do uso e cobertura das terras é imprescindível para que medidas de planejamento, independentemente da escala, sejam elaboradas aproveitando os recursos naturais de maneira sustentável (BATISTA; SILVA; SANTOS, 2010).

Portanto, a pesquisa tem como objetivo realizar o mapeamento do uso e cobertura da porção oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas (POBHG), utilizando técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. A escolha do recorte espacial da bacia hidrográfica está relacionada ao intenso uso dos recursos naturais nessa porção, assim como os indicadores socioeconômicos mais expressivos dos municípios que fazem parte da POBHG. Acrescenta-se também a importância histórica de ocupação nessa área, principalmente em Picos e nos municípios mais próximos.

Metodologia

Os procedimentos metodológicos adotados nesse trabalho foram: pesquisa bibliográfica, uso de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto em ambiente de Sistema de Informação Geográfica e trabalhos de campo. A etapa de pesquisa bibliográfica foi baseada em leituras e fichamento de livros e artigos sobre a temática abordada, assim como foi realizado uma pesquisa em *sites* de órgãos e outras fontes, como suporte para a caracterização da área de estudo.

Quanto aos procedimentos de mapeamento, destaca-se que para elaboração do mapa de localização da área de estudo, foram utilizados os *shapefiles* da Agência Nacional de Águas (ANA, 2017) e os dados da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), obtidos de forma gratuita no *site* do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE).

Na confecção do mapa de distribuição espacial das formas de uso e cobertura da terra foram utilizadas imagens multiespectrais do satélite *Landsat* 8 sensor *Operational Land Imager* (OLI), bandas 4, 5, 6, 8, datadas de 20 de junho de 2018 e resolução espacial de 30 metros. As imagens foram obtidas no *site* do INPE, sendo que a escolha desta data é devido a boa qualidade visual da mesma, principalmente com relação à cobertura de nuvens e ausência de queimadas. Ressalta-se que esse mês já se encontra no período seco do ano na região.

Utilizou-se como referência e proposta metodológica para a realização desse mapeamento, o Manual Técnico de Uso da Terra (IBGE, 2013) e o Relatório de Monitoramento do uso e cobertura da terra (IBGE, 2018).

Na etapa de classificação foi adotada a classificação supervisionada pelo método automatizado da máxima verossimilhança e interpretação visual. A classificação supervisionada consiste na técnica em que o analista define a priori as classes, a partir do fornecimento de amostras (áreas de conhecimento) espectralmente representativas, mas não necessariamente homogêneas das classes (FLORENZANO, 2011). Nesse processo de classificação

> o analista escolhe pequenas áreas de amostras na imagem, contendo poucas centenas de pixels que sejam bem representativos, espectralmente, de padrões ou feições dos alvos por ele reconhecidos, ou que podem ser identificados com a ajuda de outras fontes, tais como dados coletados no campo ou de mapas (MENESES; ALMEIDA, 2012, p. 198).

No método da máxima verossimilhança, se considera a ponderação das distâncias entre as médias dos valores dos *pixels* das classes, utilizando parâmetros estatísticos. Reconhece que todas as bandas têm distribuição normal e estima a probabilidade de um dado pixel integrar a uma classe específica. Portanto, cada pixel é destinado à classe que tem a mais alta probabilidade, isto é, a máxima verossimilhança (INPE, 2008; MENESES; ALMEIDA, 2012).

Desta maneira, o produto cartográfico referente ao uso e cobertura da terra foi desenvolvido no *software Arcgis 10.2.* Inicialmente fez-se a reprojeção da imagem para SIRGAS 2000, UTM zona 24 Sul. Após esse procedimento foi realizado a composição falsa cor das bandas 6, 5, 4 (RGB) por meio das ferramentas *Data Management tools* > *Raster* > *Raster Processing* > *Composite Bands*.

Em seguida foi feita a fusão das bandas multiespectrais RGB (654) com a banda pancromática (banda 8), para assim obter uma imagem com características de resolução espacial de 15 metros. Posteriormente foi feito o recorte da área de estudo via *Spatial Analyst tools* e opção *Extract by mask.*

Com o auxílio da classificação supervisionada, foi realizado o processo de delimitação das classes de uso com a criação de um arquivo vetorial (*shapefile* de polígono).

Ressalta-se que na identificação das classes também foi primordial a interpretação visual com base nos elementos da imagem (cor, tonalidade, padrão, localização, dentre outros).

As inspeções à campo consistiram em uma etapa necessária nesse processo, onde foram captados 32 pontos e observado a realidade terrestre. Desse modo, os trabalhos de campo auxiliaram na confirmação das informações obtidas na fotointerpretação, para assim corrigir as dúvidas e a acurácia dos dados, sendo uma etapa primordial no mapeamento.

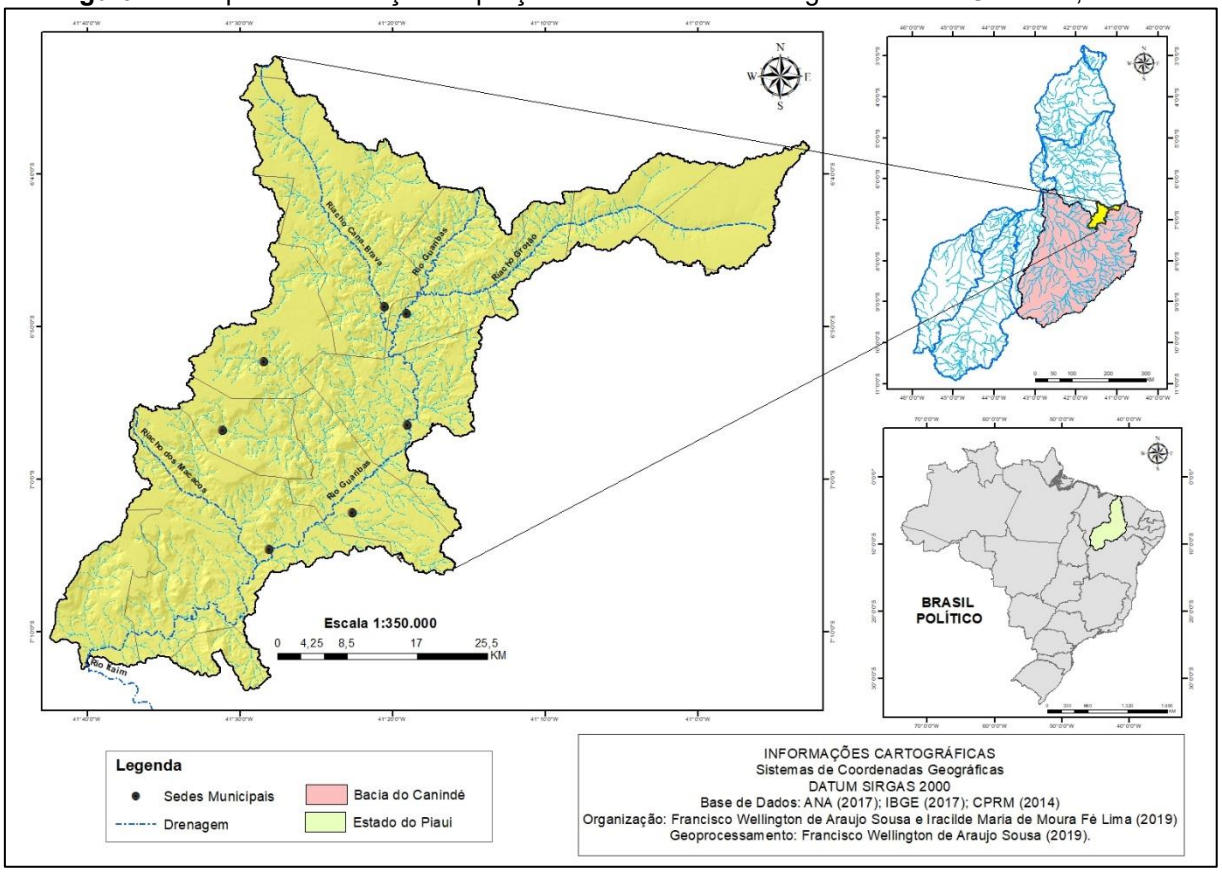
Localização e caracterização da área de estudo

A bacia em estudo localiza-se na Mesorregião Sudeste Piauiense, perfazendo uma área de 2.285,06 km^2. Inserida totalmente na região semiárida (BRASIL, 2005), a referida bacia engloba parte de doze municípios, tendo sete deles sede administrava nessa porção estudada, com um total de 144.524 habitantes, conforme dados do Censo do IBGE 2010. A figura 1 mostra o mapa de localização da área de estudo.

No que se refere às características geoambientais da POBHG, observa-se que esta área encontra-se alicerçada num ambiente predominantemente de estrutura sedimentar, distinguidas nas rochas da Bacia do Parnaíba (de idade Paleozoica) que correspondem à Formação Jaicós, Pimenteiras e a Formação Cabeças, ocorrendo também depósitos recentes da era Cenozoica, que são as Coberturas Detrito-lateríticas.

A Formação Jaicós datada do período Siluriano, ocorre em 7,79% da área total da bacia, cuja constituição diz respeito a conglomerados e arenitos com intercalações de siltitos e folhelhos; a Formação Pimenteiras que se originou no período Devoniano e abrange 30% da área, sendo constituída por arenitos, folhelhos e siltitos. Já a Formação Cabeças, do período Devoniano, ocupa a maior porção da área da bacia, ou seja, 38,13%, e sua composição corresponde aos arenitos, com intercalações de folhelhos e siltitos; enquanto as Coberturas Detrito-lateríticas, originadas no período Terciário, correspondem a 24,08% da área e se compõe de sedimentos arenosos, areno-argilosos e lateríticos.

Figura 1 – Mapa de localização da porção oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas, Piauí.



Fonte: ANA (2017); CPRM (2014); IBGE (2017). Organização: Os autores (2020).

Quanto à geomorfologia, suas características de amplitude altimétrica se apresentam na bacia com uma variação entre a altitude máxima e altitude mínima de 550 m, cuja altitude mínima é de 170 m, na foz do rio Guaribas, enquanto sua altitude máxima chega a 720 m. Deve-se destacar que predominam as altitudes situadas entre 260 a 350 m, que ocorrem por 24,1% da bacia, seguidas da classe de 530 a 620 m, cuja ocorrência dá por 23,8% da área estudada, a terceira classe mais representativa foi a de 350 a 440 m, que se distribui por 22,7,% da bacia pesquisada (SOUSA; LIMA; VALLADARES, 2021).

Com relação à declividade das formas de relevo na Porção Oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas, foram encontrados os valores de 50,2 % da área com relevo plano, compreendendo a classe mais representativa, tendo como base a Formação Jaicós e as Coberturas Detrito-lateríticas. O relevo com declive suave ondulado (3 a 8%) se distribui por 26,1%, sendo a segunda classe mais representativa, onde ocorrem rochas da Formação Pimenteiras. Por sua vez, 14,8% da área possui relevo com declividade ondulada (8 a 20% de declive), terceira mais representativa, seguida da classe forte ondulado (20 a 45%) que se distribui por 7,3% e montanhoso (>45%) que corresponde a aproximadamente 1,6%, tendo como litologia predominante rochas da Formação Cabeças e Jaicós.

As características climáticas apresentam temperaturas média elevadas o ano todo, com máximas situadas entre 30°C a 36°C e temperaturas mínimas entre 16° e 19°C, correspondente ao clima tropical quente, com médias de precipitações pluviométricas anuais inferior a 800m, definida pelo regime de atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), com 3 a 5 meses de chuvas, principalmente nos meses de janeiro, fevereiro e março como os mais chuvosos (BRASIL, 2005). Salienta-se que as características do clima se refletem nos aspectos hidrográficos da bacia do Guaribas constituída por rios e riachos efêmeros ou temporários.

Por sua vez, quanto aos aspectos pedológicos, foram identificados seis tipos de solos na bacia estudada: Neossolos Litólicos Distróficos que ocupam uma área de 943,51 km^2 (41,2%), que predominam nas áreas de relevos ondulados e forte ondulados; Latossolos Amarelos Distróficos, cuja ocorrência dá-se por 692,15 km^2 (30,2%) da referida bacia, onde o relevo é mais elevado e apresenta declividades planas; Argissolos Vermelho-Eutróficos que se distribui por 378,33 km^2 (16,5%) da área pesquisada, principalmente nas áreas dissecadas, com declividades planas a forte onduladas; Neossolo Quartzarênico Òrtico cuja ocorrência se dá por 109,33 km^2 (5,0%) da bacia em relevos com altitudes que atingem os 400 metros; Neossolo Flúvico Ta Eutrófico que ocupa 93,55 km^2 (4,1%), que ocorrem nas áreas de planícies aluviais e Plintossolo Pétrico Litoplíntico que se estende por 68,19 km^2 (3,0%) da área total da bacia, em relevos com declives ondulados.

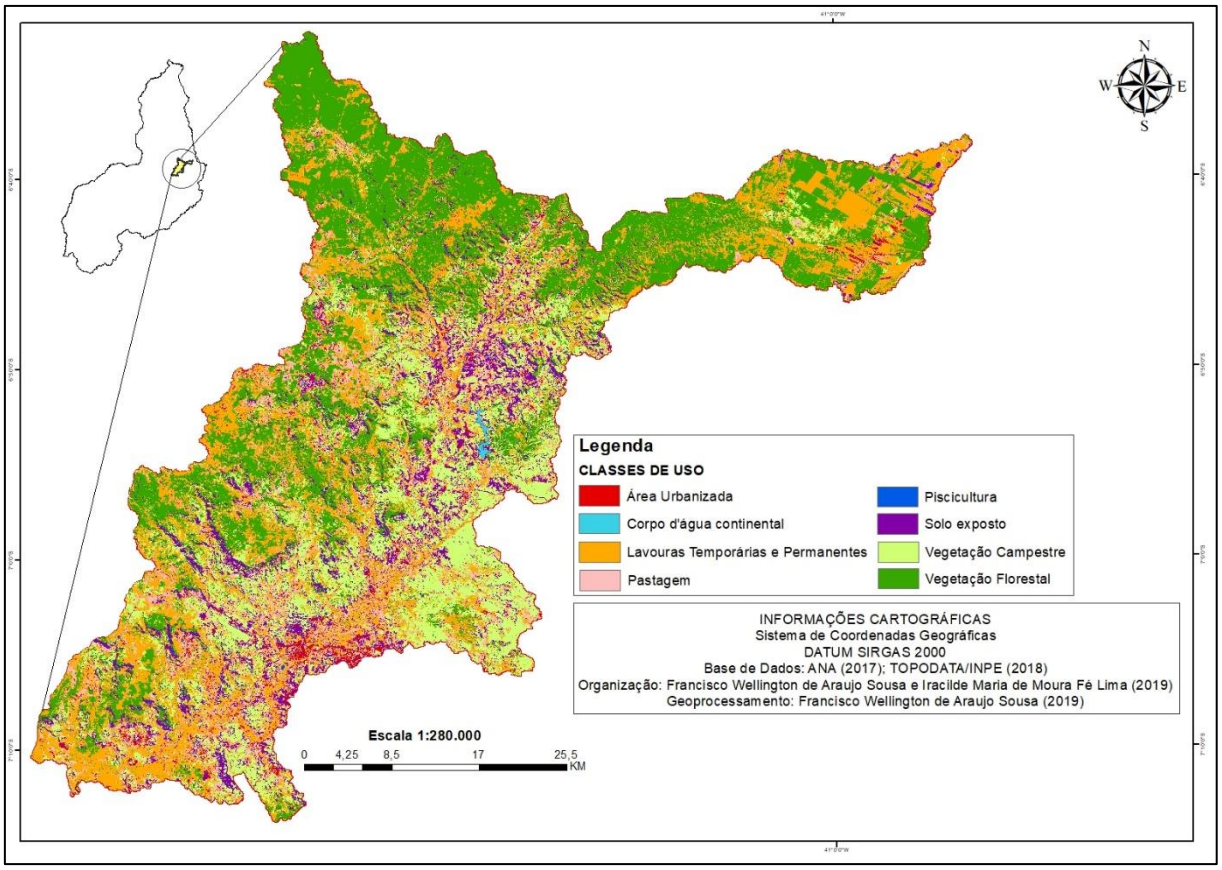
No que se refere aos aspectos da vegetação, a área de pesquisa se caracteriza pela predominância da caatinga, que apresenta em grande parte da região um rarefeito revestimento das espécies vegetais, com fisionomias compostas por gramíneas, arbustos e árvores de porte baixo ou médio, com cerca de três a sete metros. As áreas de transição entre os biomas caatinga e cerrado também caracteriza a POBHG.

Resultados e Discussão

A partir dos procedimentos realizados no processo de classificação do mapa de uso e cobertura da terra (Figura 2) e apoiada nos trabalhos de campo, identificou-se diversos tipos de uso, que para esta pesquisa foram agrupadas em 7 classes, a saber: I) Áreas Urbanas; II) Área agrícola III); Vegetação Florestal IV); Vegetação campestre; V) Pastagem VI) Corpo d'água continental e; VII) Solo Exposto. A Tabela 1 apresenta o quantitativo da área (km^2 e %) das classes de uso e cobertura que foram mapeadas.

Figura 2 – Mapa de uso e cobertura da terra na porção oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas, Piauí

.



Fonte: Topodata/INPE (2018). Organização: Os autores (2020).

Tabela 1 - Quantitativo das classes de uso e cobertura da terra na porção oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas, Piauí

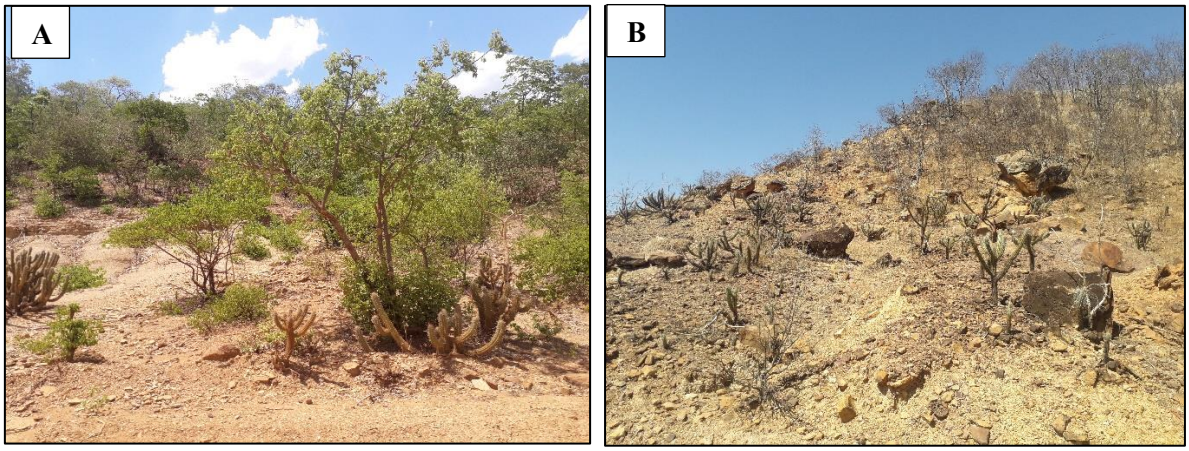
Classes	Área (Km²)	% do Total
Área antrópica agrícola	659,45	28,85
Pastagem	198,22	8,67
Área urbanizada	48,72	2,13
Corpo d'água continental	2,00	0,08
Solo Exposto	212,22	9,28
Vegetação Campestre	472,05	20,65
Vegetação Florestal	692,40	30,30
Total	2.285,06	100

Fonte: Organizado pelos autores (2021).

Observando-se a figura 2 e a Tabela 1 nota-se que a cobertura vegetal natural ocupa o maior percentual na área desta bacia hidrográfica, correspondendo a cerca de 50,95% do total da área, sendo representada por 692,40 km^2 da vegetação florestal e 472,05 km^2 da vegetação campestre. Esses tipos de vegetação são caracterizados principalmente por formações arbóreas com porte superior a cinco metros, como a caatinga arbórea ou florestal

e o cerrado, enquanto a vegetação campestre apresenta fisionomia bem diferente da vegetação florestal, se caracterizando por um estrato predominantemente arbustivo, esparsamente distribuído entre estratos gramíneo-lenhosos. Na área de estudo, essa vegetação se caracteriza pela caatinga, predominantemente arbustiva (Figura 3).

Figura 3 - Painel de fotos destacando variações na cobertura vegetal da caatinga de porte arbustivo no município de São João da Canabrava, Piauí.

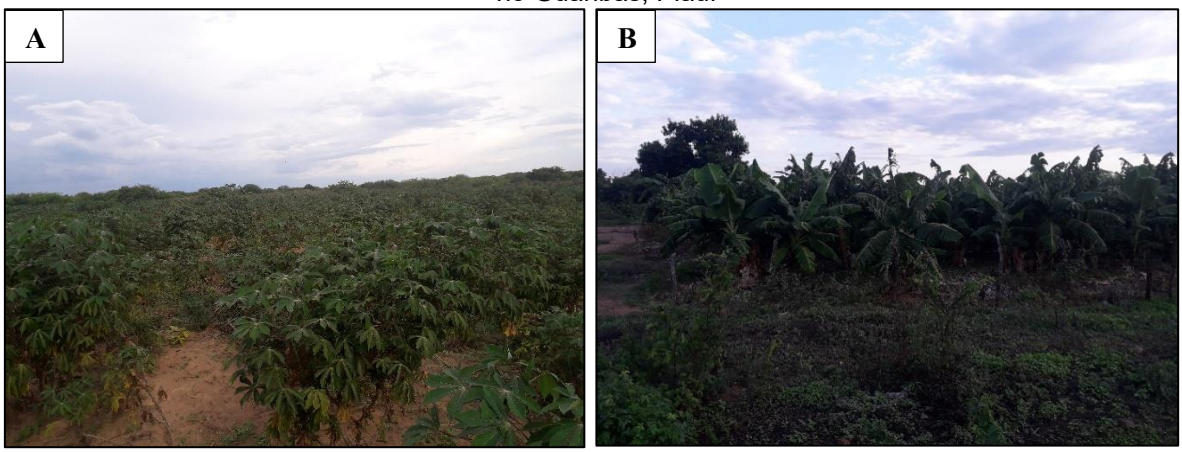


Legenda: A – Vegetação de caatinga arbustiva, no município de São João da Canabrava; B – Vegetação de caatinga, de aspecto arbustivo com maior concentração de cactáceas e afloramentos rochosos.
Fonte: Sousa (dez. 2019).

As áreas cultivadas são representadas principalmente pelas áreas antrópicas agrícolas onde se incluem as lavouras permanentes e temporárias, que se estendem por 659,45 km^2 (28,63%), somadas às áreas de pastagens que correspondem a 8,67%, totalizando 198,22 km^2 da área de estudo. As pastagens são áreas destinadas ao pastoreio do gado e outros animais, com vegetação herbácea cultivada ou vegetação campestre, ambas apresentando interferências antrópicas de alta intensidade (IBGE, 2018).

Destaca-se que nessas áreas cultivadas incluem-se também os cultivos que estão em pousio, ou que estejam localizadas em terrenos alagáveis, além da aquicultura, que na área de estudo está relacionado aos tanques voltados à criação de peixes (IBGE, 2018). Entre os tipos de cultivos com maiores áreas de produção destacam-se a mandioca, feijão, milho, caju e banana (Figura 4).

Figura 4 - Painel de fotos que destacam cultivos agrícolas na porção oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas, Piauí



Legenda: A – Lavoura de mandioca no município de São José do Piauí; B – Bananicultura no município de Sussuapara.
Fonte: Sousa (dez. 2019).

Com base nos dados de 2017 do Censo Agropecuário do IBGE, pode-se destacar que na área de estudo as pastagens plantadas alcançaram nem a metade da área das pastagens naturais dessa área, pois corresponderam somente um total de 21.302 hectares, enquanto as pastagens naturais corresponderam a um total de total de 52.393 hectares. A Figura 5 mostra pastoreio na área de estudo.

Figura 5 - Fotografia que destaca área de pastagem no município de São José do Piauí

Fonte: Sousa (dez. 2019).

As áreas com solo exposto abrangem 9,28%, ou seja, 212,22 km^2; compreendendo os locais que se encontram sem vegetação (Figura 6), como os afloramentos rochosos, penhascos, terrenos em processos de erosão ativos, áreas de extração abandonadas e sem cobertura vegetal, dentre outros (IBGE, 2013; 2018).

Figura 6 - Fotografia de solo exposto no município de São Luís do Piauí

Fonte: Sousa (dez. 2019).

As áreas urbanizadas, que correspondem às cidades, às vilas e aos pequenos núcleos populacionais isolados, como os povoados, apresentaram um total de 48,72 km^2 o que representa 2,13% da área estudada. Nesta categoria, estão também caracterizadas as áreas de uso intensivo, estruturadas por edificações e sistema viário, onde predominam as superfícies artificiais não agrícolas (IBGE, 2013). Destaca-se que grande parte desse percentual de áreas urbanizadas é representado pela cidade de Picos (Figura 7), que possui 70,8% do total de habitantes na área de estudo, considerando o maior contingente populacional na zona urbana dos municípios inseridos nessa porção. Desse modo, Picos representa um importante centro de desenvolvimento na POBHG, se destacando também quanto aos indicadores socioeconômicos, pelo crescimento populacional e urbano nessa faixa da região semiárida piauiense.

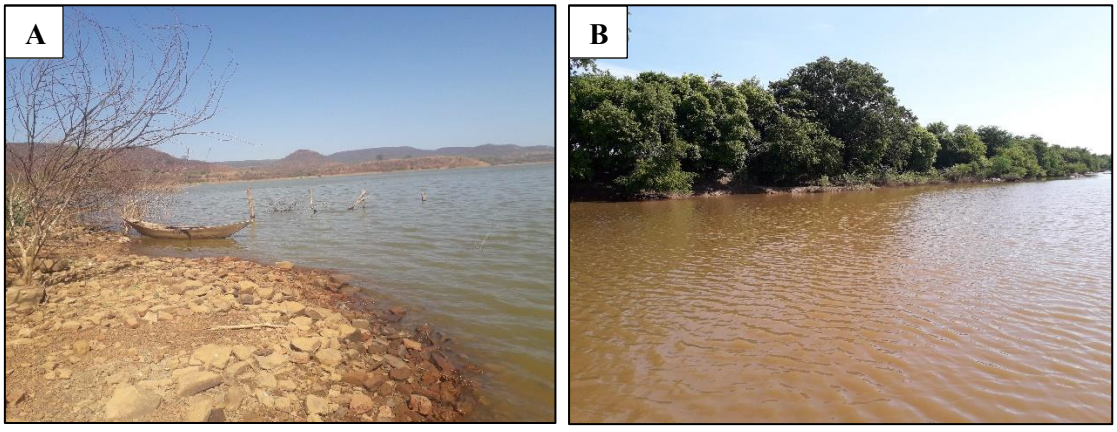
No entanto, drenada pelo rio Guaribas, observa-se que em Picos, grande parte dos terraços e planícies aluviais desse rio estão ocupados por residências, como consequência da dinâmica de crescimento urbano desordenado da cidade. Além disso, ao longo de vários trechos de sua área urbana é perceptível o nível de degradação do rio Guaribas, o principal rio da bacia hidrográfica em estudo, pelo intenso uso inadequado de seu vale (SOUSA; LIMA, 2021).

Figura 7 - Fotografia de trecho da zona urbana do município de Picos

Fonte: Sousa (2023).

Os corpos d'água continentais que abrangem 2,0 km^2 (0,08%), compreendem todas as áreas interiores, como rios, riachos, canais e outros corpos d'água lineares. Também inclui os lagos naturais e os reservatórios artificiais, como por exemplo, os lagos das barragens ou açudes (IBGE, 2018). Na Figura 8 encontram-se destacados o açude de Bocaina e o leito do rio Guaribas num trecho de vegetação ciliar conservada.

Figura 8 - Painel de fotos que destacam corpos d'água continental da área de pesquisa. Em A- o lago da Barragem de Bocaina no município de Bocaina; B – Rio Guaribas no município de Picos



Fonte: Sousa (A - dez. 2019; B – dez. 2018)

A partir dos diferentes usos e cobertura da terra identificados na área de pesquisa e apresentados na tabela 1, verifica-se que na POBHG encontra-se num quadro de relativamente grandes transformações em suas paisagens naturais. O intenso uso na área de

estudo, está inteiramente relacionado às atividades antrópicas que são desenvolvidas sem o cuidado necessário com o meio ambiente, principalmente nas vastas áreas com plantações.

Considerações Finais

Com base nos resultados deste trabalho, fica demonstrada a importância do conhecimento do uso e cobertura das terras da bacia do rio Guaribas e sua relação as questões ambientais. Nesse sentido, a realização do mapeamento possibilitou verificar-se como estão distribuídas as formas de uso e suas relações com os elementos naturais das paisagens do recorte espacial adotado, como também foi possível analisar as pressões antrópicas atuais, principalmente nas áreas próximas ao rio Guaribas.

Portanto, ficou constatado que o cenário atual da porção oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas, principalmente nas áreas de uso da terra onde se situam as planícies do rio Guaribas e em áreas com declividades íngremes se encontram dissecadas e/ou em estado de degradação, principalmente onde as atividades de agricultura, pecuária e uso urbano tem contribuído para esse cenário.

Outro aspecto que se observou é o fato de que, mesmo estando grande parte da área da bacia do rio Guaribas sob pressão pela expansão de uso sem planejamento adequado e sem a presença de unidades de conservação ambiental, ainda conserva cerca de um terço de sua área com cobertura vegetal natural, como cerrado, caatingas arbórea e arbustiva e cobertura campestre, conservando, assim, parte significativa de suas paisagens naturais.

Como alternativas para amenizar o cenário atual das paisagens antropizadas, considera-se a necessidade de uma maior atenção por parte das instituições públicas através de políticas públicas, para que haja orientações para o desenvolvimento da produção e conservação do meio ambiente, objetivando a conservação dos recursos naturais disponíveis, paralelamente ao uso socioeconômico da região.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior-CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, em apoio com a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Piauí – FAPEPI, por proporcionar meios para a elaboração deste trabalho.

Referências

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Bacia hidrográfica ottocodificada do rio Parnaíba**. Brasília: geonetwork, 2017. Escala 1:100.000. Disponível em: https://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home. Acesso em: 22 ago. 2019.

BATISTA, José Luiz Oliveira; SILVA, Ardemírio de Barros; SANTOS, Rosangela Leal. Procedimentos metodológicos para o mapeamento da cobertura e uso do solo da carta SC-24-Z-C-I-3, utilizando geotecnologia. I*n:* SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIA DA GEOINFORMAÇÃO, 3, Recife, PE, 2010. **Anais...** Recife, PE, 2010.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes - DNIT. Ministério da Infraestrutura. **Dados de Rodovias**. 2015. Disponível em: http://servicos.dnit.gov.br/vgeo. Acesso em: 22 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Nova Delimitação do Semi-Árido Brasileiro**. Brasília. Brasília/DF: MI-SPDR, 2005.

CAVALCANTI, A. P. B. **Geoprocessamento**. Teresina – PI: Edição do autor, 2000.

FLORENZANO, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/pesquisa/24/76693. Acesso em: 20 jun. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Malha municipal e estadual digital do Brasil**: situação em 2019 e 2021. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: ftp://geoftp.ibge.gov.br/malhas_digitais/. Acesso em: 04 abr. 2022.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de uso da terra**. Coordenação dos Recursos Naturais e Estudos Ambientais. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2018.

IBGE. **Sedes dos municípios do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2015. Disponível em: http://geoftp.ibge.gov.br/. Acesso em: 04 abr. 2018.

INPE. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/topodata/. Acesso em: 05 out. 2018.

LIMA, E. R. V. Análise Espacial e Sistemas de Informação Geográfica na Geografia. *In:* Revista Equador (UFPI), v. 4, n. 3, 2015. **Edição Especial XVI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Teresina, Piauí.

MENESES, P. R.; ALMEIDA, T. **Introdução ao Processamento de Imagens de Sensoriamento Remoto**. 1. ed. Brasília: CNPq, 2012. v. 1.

NOVO, Evelyn M. L. de Morais. **Sensoriamento Remoto:** princípios e aplicações. 4º ed. São Paulo: Blucher, 2010.

PINA, Maria de Fátima de; SANTOS, Simone M. **Conceitos Básicos de Sistemas de Informação Geográfica e Cartográfica aplicados à saúde**. Brasília: OPAS, 2000.

SOUSA, Francisco Wellington de Araujo; LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Diagnóstico socioambiental da porção oeste da bacia hidrográfica do rio Guaribas, Piauí. **Revista da Academia de Ciências do Piauí,** v. 2, n. 2, p.87–104, Janeiro/Junho, 2021.

SOUSA, Francisco Wellington de Araujo; LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé; VALLADARES, Gustavo Souza. Análise do relevo a partir de imagens SRTM da Porção Oeste da bacia

hidrográfica do rio Guaribas, semiárido piauiense. **OKARA: Geografia em debate**, v. 15, n. 1, p. 111-122, 2021.

VAEZA, Rafael Franco; FILHO, Paulo Costa de Oliveira; MAIA, Adelena Gonçalves; DISPERATI, Atílio Antonio. Uso e Ocupação do Solo em Bacias Hidrográficas Urbana a Partir de Imagens Orbitais de Alta Resolução. **Floresta e Ambiente**, v. 17, n. 1, p. 23-29, jan./jun. 2010.

Parte IV - Geodiversidade, biodiversidade, paisagem e Patrimônio Natural

Curso Práticas em Geoturismo e Sustentabilidade: A Profissionalização no Contexto do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO

Course "Practices in Geotourism and Sustainability: Professionalization in the Context of Seridó UNESCO Global Geopark"

Marília Cristina Santos Souza Dias
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Campus Natal
0000-0003-0212-1482
Mariliacssd@gmail.com

Silas Samuel dos Santos Costa
Minho University - Portugal
0000-0002-0314-278X
Silas.costa.105@gmail.com

Joanderson Fernandes Simões
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Campus Natal
0000-0003-2008-4283
joanderson.fernandes.086@ufrn.edu.br

Janaína Luciana de Medeiros
Consórcio Público Intermunicipal Geoparque Seridó (CPIGS) - Diretoria Executiva
0000-0001-8554-8013
consorciogeoparqueserido@hotmail.com

Matheus Lopes da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - FELCS
0009-0002-7710-7765
matheus.lopes.108@ufrn.edu.br

Resumo: O curso "Práticas em Geoturismo e Sustentabilidade" visa a capacitar profissionais interessados em atuar no turismo sustentável e na gestão de destinos geoturísticos. Focado na conscientização ambiental e cultural, o curso aborda as melhores práticas para valorizar o meio ambiente, respeitar a cultura local e incluir as comunidades residentes. Profissionais capacitados nessa área podem trazer ideias inovadoras para o segmento turístico, desenvolvendo produtos autênticos e responsáveis. O Seridó Geoparque Mundial da UNESCO representa uma oportunidade significativa para o desenvolvimento regional através do turismo. Financiado por um edital do SEBRAE e FAPERN, o curso contou com aulas remotas e práticas ministradas por profissionais de diferentes áreas. Ao todo, 71 alunos participaram da etapa, recebendo certificações ao final do curso. Essa iniciativa contribui para o crescimento responsável do setor turístico na região, promovendo o desenvolvimento socioeconômico sustentável e conscientizando sobre a importância da sustentabilidade em todas as atividades turísticas.
Palavras-chave: Curso. Sustentabilidade. Geoturismo.

Abstract: The course "Practices in Geotourism and Sustainability" aims to train professionals interested in working in sustainable tourism and the management of geotourism destinations. Focused on environmental and cultural awareness, the course addresses best practices to value the environment, respect local culture, and include resident communities. Professionals trained in this area can bring innovative ideas to the tourism sector, developing authentic and responsible products. The Seridó UNESCO Global Geopark represents a significant opportunity for regional development through tourism. Financed by a SEBRAE and FAPERN grant, the course included remote and practical classes taught by professionals from different fields. In total, 71 students participated in the course, receiving certifications upon completion. This initiative contributes to the responsible growth of the tourism sector in the region, promoting sustainable socioeconomic development and raising awareness about the importance of sustainability in all tourism activities.

Keywords: Course. Sustainability. Geotourism.

Introdução

A importância do curso "Práticas em Geoturismo e Sustentabilidade" reside no fato da capacitação em larga escala de profissionais interessados em trabalhar na interseção entre o turismo, os recursos naturais e a sustentabilidade. Essa formação específica é crucial para entender os aspectos técnicos e científicos envolvidos na gestão de destinos geoturísticos e na conservação do patrimônio geológico.

Associada a isso, a sustentabilidade foi o tema central do curso. Os participantes aprenderam sobre as melhores práticas de gestão e desenvolvimento de destinos turísticos que valorizam a proteção do meio ambiente, o respeito à cultura local e a inclusão das comunidades residentes.

Ademais, o curso enfatiza a importância de conservar o patrimônio geológico, que muitas vezes é negligenciado em destinos turísticos convencionais. A conscientização sobre a riqueza geológica e sua geoconservação é fundamental para garantir que futuras gerações também possam apreciar essas maravilhas naturais.

Além disso, o geoturismo, quando praticado de maneira sustentável, pode trazer benefícios significativos para as comunidades locais, como oportunidades de emprego, desenvolvimento econômico e promoção cultural. O curso incentiva os participantes a considerar o impacto social e econômico de suas atividades turísticas.

Portanto, com o crescimento do turismo em todo o mundo, a necessidade de abordagens responsáveis e conscientes torna-se cada vez mais importante. Capacitações como essa, auxiliam os profissionais a desenvolverem estratégias que minimizem os impactos negativos do turismo, promovendo a sustentabilidade a curto, médio e/ou longo prazo.

Ainda, profissionais com formação em geoturismo e sustentabilidade podem trazer novas perspectivas e ideias inovadoras para o segmento turístico. A combinação de conhecimentos técnicos e consciência ambiental permite o desenvolvimento de produtos turísticos únicos e autênticos.

Com a crescente conscientização sobre questões ambientais e sustentabilidade, o geoturismo vem ganhando popularidade. As agências de viagens, operadores turísticos e destinos estão buscando profissionais capacitados para atender a essa demanda crescente por experiências turísticas responsáveis e autênticas.

O objetivo deste trabalho é apresentar a metodologia de execução do curso, bem como os resultados obtidos para que a ideia possa se propagar em outros locais, auxiliando no fomento do desenvolvimento econômico e sustentável de uma região.

O Geoparque Seridó e o Geoturismo

O território do Geoparque Seridó, que contempla os municípios de Cerro Corá, Lagoa Nova, Acari, Currais Novos, Carnaúba dos Dantas e Parelhas, está inserido no Mapa Turístico do Estado do Rio Grande do Norte e do Brasil como Pólo Seridó. Isso se trata de uma iniciativa de cooperação entre municípios e instituições do Seridó potiguar, que tem como objetivo promover o desenvolvimento regional através do turismo, valorizando as riquezas culturais e naturais da área.

A inclusão do Geoparque Seridó neste pólo representa uma oportunidade significativa para o fortalecimento do turismo, a preservação do patrimônio geológico e cultural, o desenvolvimento socioeconômico da região e a conscientização sobre a importância da sustentabilidade em todas as atividades turísticas. Essa união de esforços contribui para o crescimento responsável do setor turístico na área, garantindo que os benefícios sejam compartilhados por toda a comunidade local.

A capacitação profissional dentro do território de Geoparque

A capacitação profissional é essencial para preparar os moradores locais, guias turísticos, empresários e outros envolvidos na gestão de um Geoparque para atender às necessidades dos visitantes e garantir que as atividades sejam realizadas de forma responsável e consciente.

Dessa forma, a compreensão de conceitos relacionados a paisagem, recursos naturais, elaboração de roteiros turísticos, relacionamento com o cliente, oferta de produtos e precificação são temas bastante importantes para a grade curricular de um curso voltado a candidatos a condutores locais ou mesmo profissionais que já atuam no ramo.

Uma das grandes “devolutivas” de um Geoparque é promover vias e oportunidades para o desenvolvimento socioeconômico sustentável de suas comunidades e gestores responsáveis.

O curso "Práticas em Geoturismo e Sustentabilidade"

O curso “Práticas em Geoturismo e Sustentabilidade” (Figura 1) se trata de uma Capacitação financiada de acordo com o Edital SEBRAE FAPERN 07/2022, cujo projeto contemplado foi o “Fortalecimento do Geoturismo no Seridó Geoparque Mundial da UNESCO: Formação, capacitação e suporte aos guias e condutores de turismo para a sustentabilidade”. O evento teve como público-alvo guias e condutores locais do Geoparque Seridó (com Ensino Básico e Médio Completo) e interessados na temática.

Figura 1 - Folder de divulgação do evento.

Fonte: Os autores, 2023.

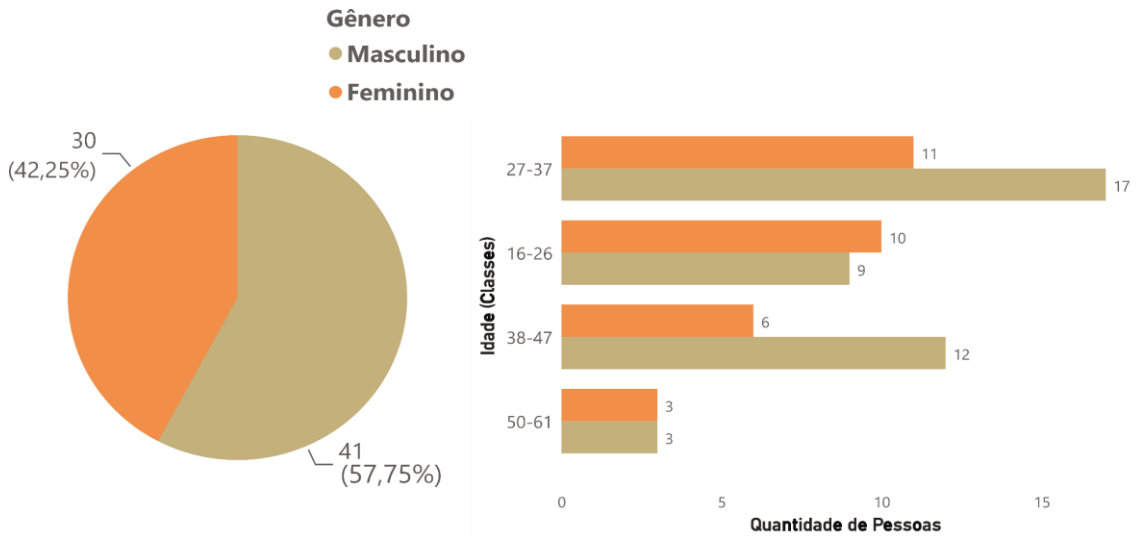
A iniciativa contou com aulas remotas de 9 profissionais de diferentes áreas do conhecimento disponibilizadas por tempo indeterminado para os inscritos no curso, bem como dois dias de aulas práticas no território do Geoparque Seridó, acompanhado de condutores locais já consolidados na área, turismólogos e profissionais das geociências para ministração de aulas expositivas e oficinas.

Ao todo, 71 alunos se inscreveram para a etapa teórica, dos quais 29 também optaram pela etapa prática. Ao final de tudo, os alunos receberam certificações referente às horas/aula que tiveram, teóricas e/ou práticas, pois havia a opção de adquirirem apenas o pacote das aulas teóricas.

Resultados e Discussões

Acerca do perfil dos alunos, mesmo que cada um tenha assinado um termo de permissão, optou-se por não revelar a identidade deles nos resultados apresentados neste trabalho. Acerca do gênero dos participantes, houveram 30 mulheres e 41 homens, cuja faixa etária (Figura 2) foi agrupada nas seguintes classes: i) 16-26 anos, ii) 27-37 anos, iii) 38-47 anos e iv) 50-61 anos.

Figura 2 - Gênero e faixa etária dos participantes do curso.

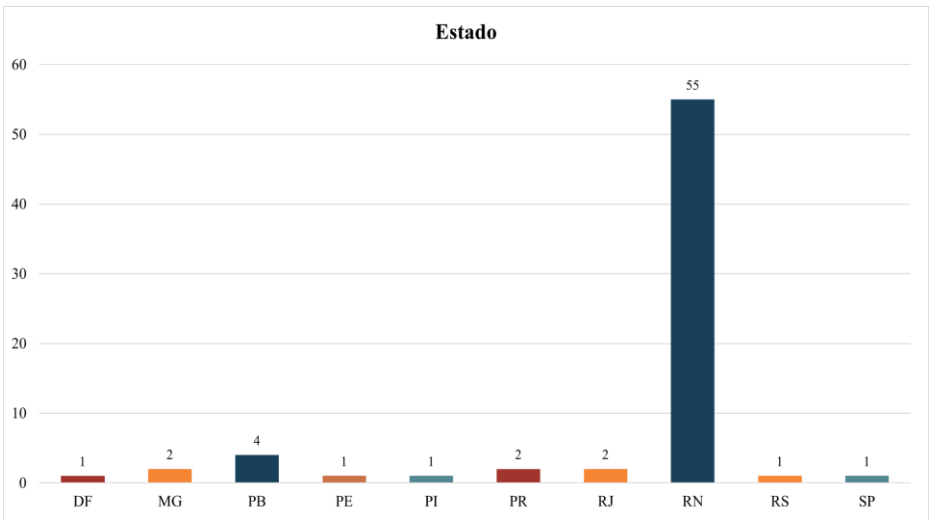


Fonte: Os autores, 2023

Diante disso, é notório pela Figura 2 que o público mais expressivo do curso foi de homens na faixa etária dos 27-37 anos, seguido de mulheres entre 16-26 anos e homens com 38-47 anos, havendo empate entre os gêneros na faixa etária dos 50-61 anos.

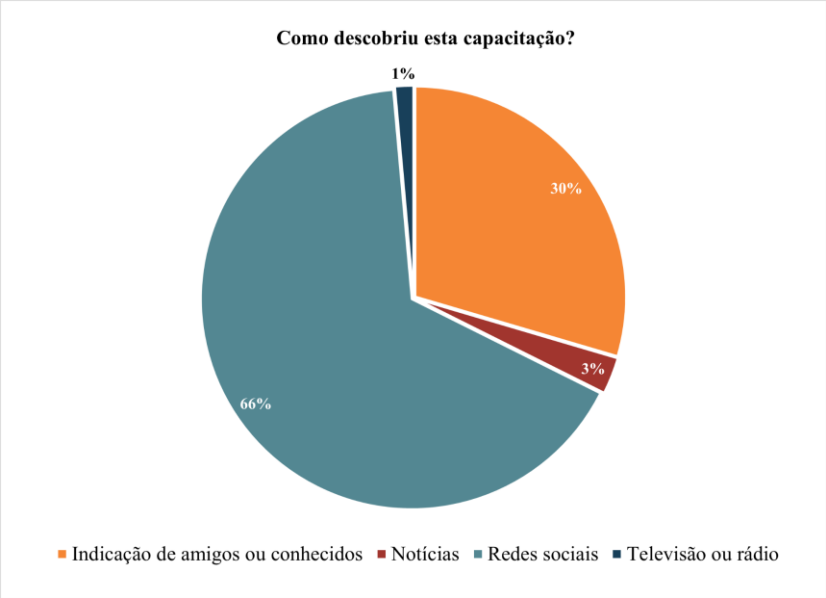
Outro dado importante é que o curso teve alcance nacional em 10 Estados brasileiros (DF, MG, PB, PE, PR, PI, RJ, RN, RS e SP), com destaque para o Rio Grande do Norte (Figura 3), possuindo 55 inscrições do total de alunos matriculados. Possivelmente, este fato está diretamente associado a divulgação em massa nas redes sociais (Figura 4), via *Instagram, Facebook, Whatsapp*, além de portais de comunicação e o site do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO, contemplando 66% dos inscritos.

Figura 3 - Estado de origem dos alunos matriculados no curso.



Fonte: Os autores, 2023.

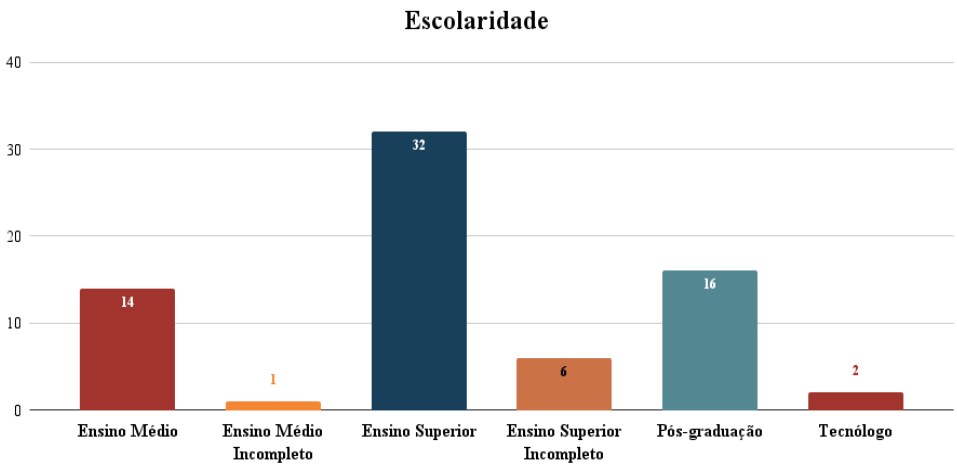
Figura 4 - Meios pelos quais os alunos ficaram sabendo do curso.



Fonte: Os autores, 2023.

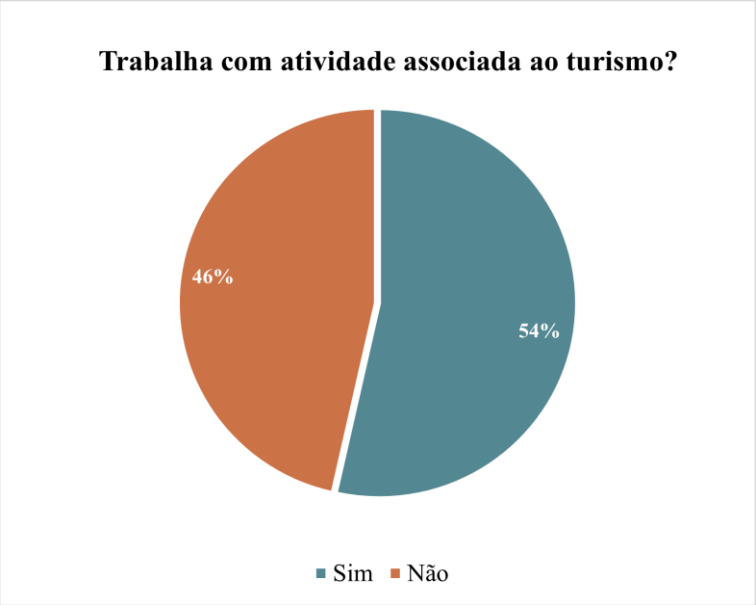
Acerca do grau de escolaridade dos discentes (Figura 5), observou-se que a maioria investiu no curso como algo complementar à sua formação acadêmica de Ensino Superior. Mas, em geral, os conhecimentos adquiridos no curso permitem que o aluno que não é da área do turismo (46%) também encontre uma alternativa complementar de renda. Já os que são da área (54%), encontram uma oportunidade de agregar conhecimentos e valorizar ainda mais o trabalho que já realizam (Figura 6).

Figura 5 - Grau de escolaridade dos inscritos no curso



Fonte: Os autores, 2023.

Figura 6 - Alunos que trabalham ou não na área do turismo.



Fonte: Os autores, 2023

Como exemplo disso, têm-se o relato de caso de uma das alunas do curso, Diana Paula, que passou a atuar como condutora local após a capacitação, conforme seu relato de caso: “com o curso eu aprendi sobre os geossítios do Geoparque Seridó, a identificar uma gravura ou pintura rupestre, a fazer o guiamento, despertando em mim o desejo de apresentar o meu território com amor e cuidado. Hoje eu falo com segurança sobre tudo que aprendi com o curso ministrado no Geoparque Seridó, não sou mais leiga e tenho o desejo de aprofundar cada vez mais o conhecimento pelo nosso território”, disse a aluna.

Os participantes também foram indagados sobre suas motivações para realizar a capacitação, conforme o Quadro 1. Dentre as quais, foram citadas: possibilidades de emprego, curiosidade, busca de novos conhecimentos, aprimorar o trabalho, afinidade com a natureza, saber mais sobre o Geoparque Seridó, aprofundar pesquisas desenvolvidas na temática, dentre outros.

Quadro 1 - Respostas dos alunos sobre o que os motivou a fazer o curso.

O que te motivou a fazer o curso?
Sou praticante de turismo de natureza e aventura e tenho interesse em trabalhar na área.
Possibilidade de emprego
Curiosidade

Conhecer a geologia local
Interesse pessoal
Buscar conhecimentos
Saber mais sobre o Geoparque Seridó
Faço pesquisa sobre geoparques e geoturismo.
Por estar cursando Turismo, logo, o curso irá agregar conhecimentos para projeto e trabalhos.
O que me motivou, é que sou bolsista de um projeto de extensão que tem influência com os temas dessas capacitações
Melhor receber turistas
Gosto da natureza e vai ser bom para minha área
Sou graduado em Turismo, passei alguns anos afastado da área e gostaria de me atualizar para vislumbrar novas oportunidades de trabalho.
Gosto da Área Ambiental e estou terminando Gestão Ambiental
Entender o contexto do geoparque e sua importância no Seridó
Vontade de trabalhar com turismo no lugar que fui criada: o Seridó Sempre enxerguei um potencial imenso nesta região.
Desenvolver mais e mais o Rio Grande do Norte
Aprimorar meu trabalho no turismo do RN.
Fiz um curso em relação a turismo e criei interesse
Me identifico com a área
Sou estudante do curso de guia de turismo ifrn
Trabalho na Subdivisão de Geoparques na UFSM
Estou cursando guia de turismo
Sou guia de turismo e formada em Gestão de turismo
Crescimento pessoal
Inicialmente por causa do curso de turismo, através dele tive a oportunidade de conhecer e saber da importância do Geoparque para a região Seridó
Já atuo na área de ecoturismo e tenho muito interesse em capacitações nesse segmento
Interesse em desenvolver projetos relacionados ao geoturismo
Trabalhar melhor com Turismo
Interesse pela área e afinidade com a pós graduação que estou fazendo

Conhecer mais minha região
Adquirir conhecimento no turismo ligada à natureza
Temática super atual e envolvente e pretendo a cada dia fazer cursos nessa área
O fato de sempre ter feito parte de minha rotina, frequentar ambientes de serra, entre outros que tenha contato com a natureza.
Sou da geociências e tenho interesse na área
Interesse em ecoturismo

Fonte: Os autores, 2023

Sobre o geoturismo, a maioria das respostas apresenta uma relação direta da natureza/paisagens, geologia com sustentabilidade e turismo, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 - Respostas dos alunos sobre o que o que é geoturismo para eles

Para você o que é geoturismo?
São atividades turísticas realizadas na natureza, onde o principal atrativo são as características geográficas.
Atividade voltada ao Turismo
É uma expansão de conhecimento
É Forma de Conscientizar Turistas a Preservação e Lugar Melhor e Saudável para Gerações Futuras
É tudo aquilo que faz parte do bem estar da natureza em ação a Turismo com a natureza
Explorar belezas naturais de forma sustentável
É uma ciência intensamente
O turismo é focado no meio ambiente.
Geoturismo é um segmento da atividade turística que explora a geodiversidade no destino turístico.
É a aprender com o turismo e a geologia os sentidos que levaram aquele tipo de paisagem e formação rochosa a se formar e a está naquele determinado local, gerando assim conhecimento e aprendizado, através daquele passeio e prática do segmento.
É o estudo da natureza ligado ao turismo

Conhecer a Geologia do lugar, e empregar no turismo.
Turismo com ênfase na valorização das belezas geológicas
É quando o turismo é realizado voltado para a geografia e patrimônio natural de um determinado local.
Contato com a natureza
É um turismo realizado em áreas naturais
Turismo ecológico
Geoturismo é uma forma de turismo que utiliza como principal atrativo a geologia de uma região
Atividade econômica com vista sustentável e usufruto da geodiversidade
O geoturismo se caracteriza como sendo a apropriação por parte do turismo de uma forma responsável do ambiente na qual estão as formações geológicas e geomorfológicas
um segmento turísticos na qual o patrimônio Geológico é a principal atração
Algo bem interessante já que temos uma região rica nesse setor
Turismo que vai além da contemplação da natureza, buscando conhecimento acerca do geopatrimônio
O geoturismo além de ser uma das alternativas de promover a conservação ambiental é também um grande incentivador de boas condutas ambientais.
expansão de turismo local
É o turismo ligado à natureza, principalmente aos geossítios, mas que busca associar a preservação com práticas sustentáveis e a população local.
É uma forma de turismo que busca valorizar a geologia da região
Acredito que seja algo relacionado ao turismo ecológico e de aventura, dentro do contexto das geografias locais.
Prática turística em que ocorre a contemplação e o entendimento de elementos associados à geodiversidade.

é uma forma abrangente da natureza que nos faz ter uma imensidão de atrativos naturais, culturais e sua história
Turismo com foco na geologia
Desenvolver o turismo através da geologia de uma região
É um tipo de turismo caracterizado pela região
Um tipo de turismo que usa a geologia de um certo lugar, como principal atrativo
Apreciar e aprender com nosso espaço natural
Lugares em que as pessoas possam entrar em contato com a natureza e conhecer a geologia da região
Conhecer a geologia do RN
Um segmento de mercado.
Geografia
Uma riqueza Natural
Acredito que toda atividade que envolva a preservação de determinado espaço ou região que envolve inicialmente a prática do turismo sustentável
Grosso modo, trata-se da atividade turística que permite ao visitante conhecer patrimônios geológicos e assim entender a história daquele espaço e sua influência na cultura e valores da comunidade local.
É o turismo que conta com determinada área existente em cada município, com seus aspectos geográficos.
É uma forma de turismo que utiliza,como principal atividade, a geologia de uma região.
Geoturismo é uma forma de turismo que utiliza como principal atrativo a geologia de uma região, valorizando o patrimônio geológico e cultural da cidade.
Turismo que envolve atividades com a natureza, principalmente montanhas e formações rochosas
Um conceito,uma modalidade de promoção de turismo cuja gestão e planejamento seja realizado por meio da utilização sustentável dos recursos naturais que compõem o

patrimônio natural abiótico de um determinado território
O turismo que trabalha com o patrimônio geológico.
Turismo através da história da geografia do planeta.

Fonte: Os autores, 2023.

E acerca da sustentabilidade, os discentes associam a conservação da natureza para futuras gerações, com uso consciente dos recursos naturais, relacionando o conceito com a sociedade e a economia também, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Respostas dos alunos sobre o que é sustentabilidade para eles.

Para você, o que é sustentabilidade?
Para garantir a preservação e renovação dos recursos naturais.
É a possibilidade da evolução pacífica do homem com a natureza
Mundo
Turismo que valoriza o patrimônio natural
Ser autossuficiente
Trata-se de uma prática, de um modo de vida em harmonia com meio ambiente de tal forma que os recursos naturais sejam preservados e conservados para as gerações presentes e futuras e utilizados para a promoção do desenvolvimento endógeno (local) de determinados territórios.
Sustentabilidade envolveria práticas onde se tenta minimizar os impactos negativos advindos de alguma intervenção/atividade humana.
É a preservação do meio ambiente, a reciclagem etc...
Sustentabilidade são atividades voltadas para a preservação e renovação dos recursos naturais.
Equilìbrio entre homem/natureza, preservando o meio onde vivemos para futuras gerações
Uso consciente dos recursos naturais
Turismo que gera renda com o mínimo de dano ao meio ambiente
Viver de forma responsável em nosso planeta para que a sobrevivência das futuras gerações não seja comprometida.
A sustentabilidade não é só uma questão natural, mas é também criar ações que possam agregar para o meio natural e também para a sociedade.
Sustentação de um sistema naturais em relação a natureza
Trata-se de estratégia coletiva ou individual que permite contribuir para a manutenção e

conservação dos recursos naturais do Planeta para gerações presentes e futuras.
Uma relação onde pode ser gerado uma harmonia entre: sociedade,economia e natureza
É uma forma de transmitir às pessoas o contato com a natureza, a fim de preservar cada vez mais, para que as novas gerações possam um dia, estar nos locais sem que os mesmos sejam degradados pelas pessoas que frequentam hoje em dia.
Garantir que a atividade desenvolva o local em todas as áreas atingidas direta e indiretamente e garantir que a atividade possa ser realizada por muitos e muitos anos, protegendo as belezas naturais e a cultura local
Sustentabilidade é um conceito relacionado ao desenvolvimento sustentável, ou seja, formado por um conjunto de ideias, estratégias e demais atitudes voltadas à natureza e à reciclagem de materiais.
Viver de forma responsável em nosso planeta para que a sobrevivência das futuras gerações não seja comprometida.
É a capacidade de usufruir dos recursos sem esgotá-los.
Desenvolver com responsabilidade e pensando nas gerações futuras.
O fato de conseguirmos explorar toda beleza da nossa região sem causar nenhuma impacto ambiental
Sustentabilidade é o fato de podermos explorar nossa região divulgando toda beleza nela existente e sem nenhum impacto ambiental e ainda deixando renda na região
Buscar práticas que reduzam o impacto negativo ao meio ambiente e busquem a sua conservação.
Economia, preservar a natureza
Ser sustentável
Economia, preservar a natureza
É a conservação do meio ambiente para gerações futuras
Algo que nao prejudicar a naturezas
Trata-se de uma prática, de um modo de vida em harmonia com meio ambiente de tal forma que os recursos naturais sejam preservados e conservados para as gerações presentes e futuras e utilizados para a promoção do desenvolvimento endógeno (local) de determinados territórios.
Coexistência do ser humano com a natureza, sem que exista predação.
Sustentabilidade é utilizar de meios para atender as necessidades da nossa geração sem comprometer as gerações futuras.
Turismo local com preservação de meio ambiente
capacidade de desenvolver uma atividade qualquer sem prejuízos das partes que a envolve

A sustentabilidade é uma maneira de suprir as necessidades do presente sem prejudicar as gerações futuras.
Sustentabilidade é um termo abrangente, que envolve o meio ambiente e suas relações, caracterizando tanto o meio natural quanto a sociedade. Dessa forma, é importante destacar que sustentabilidade é determinar ações que possam contribuir para a sociedade presente sem afetar o modo de vida da sociedade futura, através de ações responsáveis.
Trata-se de estratégia de atuação coletiva ou individual que permite contribuir para a manutenção e conservação dos recursos naturais do Planeta para gerações presentes e futuras.
É uma busca constante de ser sustentável em um ambiente
Economia, preservar a natureza
A capacidade de suporte, resiliência e resistência dos ecossistemas
Minimizar danos ambientais

Fonte: Os autores, 2023

A paisagem natural como sala de aula para compreensão do espaço geográfico

Uma das etapas-chave da realização da oficina compreendeu a aplicação de uma atividade prática baseada na observação da paisagem por parte de todos os cursistas presentes. De modo prático, foi solicitado que os mesmos se dividissem em grupos e, dentre eles, buscassem responder a seguinte questão: “O que a minha vista alcança e o que posso observar na paisagem?”. Após 10 minutos de contemplação, os participantes compartilharam impressões paisagísticas e falaram abertamente aspectos que mais lhe chamaram a atenção - Quadro 4.

Quadro 4 - Paisagens captadas pelos grupos participantes da atividade

Grupo	Comentários
1	Verdes/árvores, casas, estradas, afloramento rochoso, serras, cactáceos, pássaros, flores, água, rochas/minerais, agricultura, cidade, céu/nuvens
2	Marimbondos, plantas nativas, quartzitos, nascentes, plantações, pássaros, extração do minério, estradas, pinturas rupestres, mirador (deck), equipe de pessoas
3	Formações rochosas, vegetação, serras, água/gruta, relevos, frutos, flores, pinturas rupestres, clima, plantações, habitação, trilhas

Fonte: Os autores, 2023.

Segundo Bertrand e Bertrand (2007), pode-se dizer que a paisagem é conceituada como sendo determinada porção do espaço, resultado de uma combinação dinâmica, mas instável, composta de elementos físicos, biológicos e antrópicos no qual reagem dialeticamente, uns sobre os outros, e fazem a paisagem indissociável, sendo um único conjunto que está em constante evolução.

Considerações Finais

Em suma, o curso "Práticas em Geoturismo e Sustentabilidade" demonstra ser uma iniciativa de grande importância na capacitação de profissionais interessados em atuar na interseção entre o turismo, os recursos naturais e a sustentabilidade. Ao focar na formação específica relacionada à gestão de destinos geoturísticos e à conservação do patrimônio geológico, o curso se destaca por abordar temas fundamentais para o desenvolvimento de um turismo responsável e consciente.

A ênfase na sustentabilidade como tema central do curso é de extrema relevância, pois os participantes aprendem sobre as melhores práticas de gestão e desenvolvimento de destinos turísticos que valorizam a proteção do meio ambiente, o respeito à cultura local e a inclusão das comunidades residentes. Além disso, a conscientização sobre a importância da conservação do patrimônio geológico é destacada, garantindo que essas maravilhas naturais sejam apreciadas pelas gerações futuras.

Diante do exposto, percebe-se que o curso “Práticas em Geoturismo e Sustentabilidade” pode promover vários Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que são uma série de metas globais estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU) para alcançar um futuro mais sustentável até 2030. Diretamente, foram promovidos os ODS conforme o Quadro 5.

Quadro 5 - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável promovidos no curso “Práticas em Geoturismo e Sustentabilidade”

ODS	JUSTIFICATIVA
	A capacitação promove a educação inclusiva e equitativa e de qualidade, e promove oportunidades de aprendizagem ao longo da vida para todos.
	O geoturismo sustentável pode criar empregos locais e promover o crescimento econômico em comunidades próximas a geossítios e áreas geoturísticas

		Ao integrar o geoturismo de forma sustentável, é possível contribuir para o desenvolvimento de comunidades locais e promover práticas de turismo responsável em áreas urbanas e rurais.
		Ao enfatizar a sustentabilidade no geoturismo, o curso pode incentivar práticas de consumo e produção responsáveis para reduzir o impacto ambiental.
		O curso pode enfocar a importância da proteção do meio ambiente e das práticas de turismo sustentável para combater as mudanças climáticas.
		Promover o geoturismo sustentável pode ajudar a proteger e conservar paisagens, geossítios e ecossistemas terrestres importantes.

Fonte: Os autores, 2023

Um ponto importante enfatizado pelo curso é o impacto social e econômico positivo que o geoturismo sustentável pode trazer para as comunidades locais. O desenvolvimento de estratégias que minimizem os impactos negativos do turismo é encorajado, promovendo a sustentabilidade a curto, médio e longo prazo.

A abordagem do curso permite que os profissionais adquiram conhecimentos técnicos combinados com uma consciência ambiental, possibilitando a criação de produtos turísticos autênticos e únicos. Com a crescente conscientização sobre questões ambientais e sustentabilidade, a demanda por experiências turísticas responsáveis e autênticas tem aumentado, tornando profissionais capacitados em geoturismo e sustentabilidade extremamente relevantes e procurados pelo setor turístico.

A divulgação e o alcance nacional do curso em diversos estados brasileiros demonstram o interesse e a relevância do tema para diferentes regiões. Os relatos de casos de alunos que encontraram novas oportunidades de trabalho e aprimoraram suas carreiras após a capacitação são exemplos concretos dos benefícios proporcionados pelo curso.

Além disso, reforça-se a importância da periodicidade de realização deste curso, para

que sempre novas turmas possam estar sendo capacitadas para o mercado do geoturismo sustentável.

Referências

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias**: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades. Maringá: Massoni, 2007.

Ensino de Geografia Física a Partir da Geodiversidade e a Geoconservação da Paisagem Semiárida do Piauí

Teaching Physical Geography from the Geodiversity and Geoconservation of the Semi-Arid Landscape of Piauí

João Paulo de Sousa Silva
Universidade Estadual do Piauí
Orcid: 0000-0001-9508-4814
jpssilva@aluno.uespi.br

Liege de Souza Moura
Universidade Estadual do Piauí
Orcid: 0000-0003-0783-473X
liegesouza@cchl.uespi.br

Valdenilson Carvalho Rodrigues
Universidade Estadual do Piauí
Orcid: 0000-0003-3896-8845
valdenilsonrodrigues@aluno.uespi.br

Islane de Sousa Melo
Universidade Estadual do Piauí
Orcid: 0009-0006-2772-1491
islanedesm@aluno.uespi.br

Edivana Carvalho Rocha
Universidade Estadual do Piauí
Orcid: 0009-0002-4990-6244
edivanacarvalho@aluno.uespi.br

Resumo: O presente trabalho apresenta a relevância da Paisagem Semiárida piauiense para fins de Geoconservação no ensino de Geografia Física, entendendo-se que o processo educativo é fundamental para conhecer a Geodiversidade e a Geoconservação. Sendo assim, o objetivo geral da pesquisa foi identificar elementos representativos da Geodiversidade e Geoconservação da paisagem semiárida piauiense e apresentar recursos didáticos para o ensino de Geografia Física. Os procedimentos empregados no trabalho constaram de pesquisa bibliográfica, utilizando-se de análises, sínteses e análises interpretativas. Como resultado, notou-se que a compreensão sobre a temática se estabelece um tópico amplo a ser desenvolvido, pois envolve outros conceitos como Geoconservação, Geossítios, Geopatrimônio, Geoturismo, valores da Geodiversidade entre outros que em conjunto atuam como mecanismos para desenvolver medidas conservacionistas. Dessa maneira, elaborou-se uma cartilha educacional como recurso didático voltados a Geociências e aos aspectos da Geodiversidade e da paisagem semiárida para o ensino de Geografia Física.
Palavras chave: Ensino de Geografia Física, Geodiversidade, Geoconservação, Semiárido Piauiense.

Abstract: This work presents the relevance of Piauí's semi-arid landscape for geoconservation purposes in the teaching of Physical Geography, understanding that the educational process is fundamental for learning about geodiversity and geoconservation. The general aim of the research was to identify elements that represent Geodiversity and Geoconservation in the semi-arid landscape of Piauí and to present teaching resources for Physical Geography. The procedures employed in the work consisted of bibliographical research, using analysis, synthesis and interpretative analysis. As a result, it was noted that understanding the subject is a broad topic to be developed, as it involves other concepts such as Geoconservation, Geosites, Geopatrimony, Geotourism, Geodiversity values, among others, which together act as mechanisms to develop conservation measures. In this way, an educational booklet was developed as a teaching resource focused on Geosciences and aspects of Geodiversity and the semi-arid landscape for teaching Physical Geography.
Keyword: Teaching Physical Geography, Geodiversity, Geoconservation, Semi-arid piauiense.

Introdução

O presente trabalho apresenta a Paisagem Semiárida Piauiense para fins de Geoconservação e apresenta recursos didáticos para o ensino de Geografia Física, entendendo-se que o processo educativo é fundamental para o conhecimento acerca da Geodiversidade e aspectos da Geoconservação do local. Para Guerra e Marçal (2006), a importância de trazer a concepção de Paisagem para além da compreensão da forma e função, amplia a perspectiva deste como elemento integrador entre os elementos que a compõem e sua função na natureza, tornando-se indispensável nos estudos que envolvem a temática Geografia Física atrelada à Geoconservação e aos processos Geoeducativos.

Gray (2004) considera que as paisagens são excelentes instrumentos de promoção e divulgação da Geodiversidade, possibilitando fomentar a sensibilização da sociedade para a Geoconservação, visto que as paisagens são unicamente dotadas de características e particularidades próprias. Para Silva, Aquino e Nunes (2017, p. 11),

> ao se compreender as geoformas sob o viés da análise geográfica na interpretação da paisagem, foi possível inferir a potencialidade das mesmas, dada suas espetacularidades paisagísticas para a atividade geoturística, que, quando associada aos conhecimentos científicos possibilita o desenvolvimento local [...].

As feições ou elementos da Geodiversidade, que se distinguem dos demais aspectos da paisagem natural, constituem de componentes abióticos (não vivos) caracterizados pela Geomorfologia e Geologia ao se traduzir o modelado da superfície terrestre, sendo importante serem reconhecidas por meio do ensino de Geografia Física.

Assim, para Lopes e Melo (2017) entre as várias possibilidades didáticas existentes no contexto da aprendizagem geográfica, a busca por compreensões e necessidades de inovações em sala de aula se evidencia à medida que os alunos se percebem como sujeitos integrantes do espaço geográfico e das relações que compõem a sociedade.

O referencial teórico para análise das informações sobre Geodiversidade e paisagem Semiárida Piauiense foi discorrido com base em Lopes e Araújo (2011), Gray (2004, 2013), Brilha (2005, 2015), CPRM (2010), Silva e Aquino (2021, 2022), Sousa, Costa *et al*., (2020) entre outros autores.

Para as discussões sobre o ensino de Geografia Física, foram utilizados: Girão e Lima (2013), Sabota e Bueno (2013/2014), Silva e Rodriguez (2014), Periçato *et al*. (2015), Louzada e Frota Filho (2017), Baptista, Lima e Silva (2019), entre outros autores que se fazem presentes contribuindo com a temática “Ensino de Geografia Física”.

Material e Método

O trabalho foi desenvolvido a partir da pesquisa bibliográfica, considerando que a proposta de investigação visa, por meio do estudo realizado, selecionar e/ou produzir recursos didáticos para o ensino de Geografia Física, com ênfase na Geodiversidade da paisagem Semiárida Piauiense.

A análise bibliográfica se faz importante e necessária para os estudos dos aspectos teóricos da investigação relacionados à Geodiversidade da paisagem Semiárida Piauiense e quanto à importância dos recursos didáticos no ensino da Geografia Física, por meio da pesquisa bibliográfica, considerando a perspectiva de Marconi e Lakatos (2003, p. 183) que afirmam que este tipo de pesquisa corresponde a "[...] um apanhado geral sobre os principais trabalhos já realizados, revestidos de importância, por serem capazes de fornecer dados atuais e relevantes relacionados com o tema".

Para as análises das informações, os procedimentos metodológicos incluem a análise e síntese e análise interpretativa, sendo que a primeira de acordo com Seabra (2001), constitui-se em uma abordagem metodológica que se concretiza pela decomposição do objeto de estudo em seus elementos integrantes e nas inter-relações, com estabelecimento da conexão com os aspectos já analisados visando determinar as relações e características entre estes e a realidade. Ademais, a análise interpretativa possibilita a interpretação das ideias e argumentos do autor, formulando quando pertinente e necessário, para estes, uma crítica, a partir de sua coerência, validade, originalidade e profundidade e com última etapa do exercício interpretativo estabelecer sobre o conteúdo analisado uma apreciação pessoal (Severino, 2007).

Sendo assim, o trabalho estabeleceu como critério selecionar e/ou produzir recursos didáticos com a finalidade de dar prática à proposta da pesquisa, esta que aconteceu com a identificação, seleção e/ou elaboração de recursos didáticos para o ensino de Geografia Física a partir da Geodiversidade da paisagem Semiárida Piauiense.

Resultados e discussão

Geodiversidade e Geoconservação: Bases Teóricas

Os estudos sobre a importância e conservação da Geodiversidade começaram a ser desenvolvida no Brasil, ainda, na década de 1990, para Lopes e Araújo (2011) a preocupação com os elementos bióticos sempre teve uma maior repercussão, o que diversas vezes acabou negligenciando os demais elementos que compõe a natureza abiótica da terra.

Diante dessa perspectiva, diversos pesquisadores das Ciências da Terra realizaram esforços para desenvolverem estratégias de conservação desses ambientes, visto que esses

elementos preservam parte da história do nosso planeta, que sem o devido cuidado há perdas significativas. Dessa forma, faz-se necessário elaborar medidas que conservem os elementos da Geodiversidade compondo a paisagem geográfica.

Com os resultados obtidos, nesta pesquisa, foi possível aferir que a temática sobre Geodiversidade estabelece um tópico amplo, pois envolve outros conceitos como Geoconservação, Geossítios, Geopatrimonio, Geoturismo entre outros que em conjunto atuam como mecanismos para desenvolver medidas conservacionistas para os ambientes geodiversos, sendo que para Lopes e Araújo (2011, p. 67) “A geodiversidade é o resultado dos processos interativos entre a paisagem, a fauna, a flora e a nossa cultura”.

Segundo Oliveira, Pedrosa e Rodrigues (2013) a Geodiversidade é tão importante quanto à Biodiversidade, pois ambas se relacionam e possuem componentes do sistema (vivo e não vivo), possuindo, assim, a mesma importância para o planeta, além de serem abordadas em conjunto, as ações para conservação serão mais efetivas.

É destacado por Silva (2019, p. 24) “que enquanto não se der importância para a vertente acerca da geodiversidade, dificilmente se poderá implementar uma eficaz política de conservação da natureza”.

Stanley (2000) promove um primeiro momento a discorrer sobre o que vem a ser Geodiversidade, pois refere-se ao conjunto de componentes abióticos (não vivos) como as rochas, águas, solos, climas, entre outros. Esses elementos podem alterar toda a paisagem de um lugar contribuindo para estruturar a vida na terra, visto que são constituintes integrados.

Segundo Brilha (2015), a Geodiversidade compreende os elementos abióticos ou Geopatrimonio com alto valor científico mesmo estes sendo deslocados de seus locais de origem, porém sem perder suas características, a exemplo: rochas, minerais e fósseis disponíveis para pesquisas em coleções de museus.

Contudo, Brilha (2015) propõe a utilização do termo “*Geoheritage*” que se refere a designações mais específicas quando se considera tipos particulares de elementos da Geodiversidade com um valor científico excepcional como geomorfológico (relevo), petrológico (rochas), mineralógico (minerais), paleontológico (fósseis), estratigráfico (sequências sedimentares), estrutural (dobras, falhas e outras), hidrogeológico (água) ou património pedológico (solos) como subtipos de Geopatrimonios.

Portanto, a Geodiversidade se caracteriza por ser a diversidade natural do componente geológico (rochas, minerais, fósseis), geomorfológico (formas terrestres, topografia, processos físicos), pedológico (classes de solos e paleossolos) e hidrológico (águas superficiais e subterrâneas), incluindo suas relações, propriedades, interpretações e sistemas (Gray, 2013). Dessa forma, quando ocorre à inversão de valores dando mais visibilidade para a Geodiversidade potencializam-se medidas para sua Geoconservação.

A Geoconservação corresponde à preservação da diversidade natural de aspectos e processos significativos do substrato geológico, geomorfológico e de solo, mantendo a evolução natural em termos de velocidade e intensidade desses processos (Sharples, 2002).

Segundo Lima, Pinto Filho (2018, p. 230) “A geoconservação é essencial para a preservação também da biodiversidade já que a geodiversidade fornece a variedade de ambientes que influenciam diretamente na biodiversidade”.

Nesse sentido, essas definições buscam medidas para conservar os patrimônios da Geodiversidade. Brilha (2005) reconhece que para que algo seja conservado, há uma necessidade primeiramente de se conhecer, ou seja, inventariar, quantificar, classificar, conservar, valorizar, divulgar e monitorar os locais de interesse. A partir disso, Gray (2004) identifica os valores que são atribuídos a essa Geodiversidade com o intuito de se realizar uma valoração e, posteriormente, sua conservação, sendo eles: valores intrínsecos, culturais, estéticos, econômicos, funcionais e científicos/educacionais.

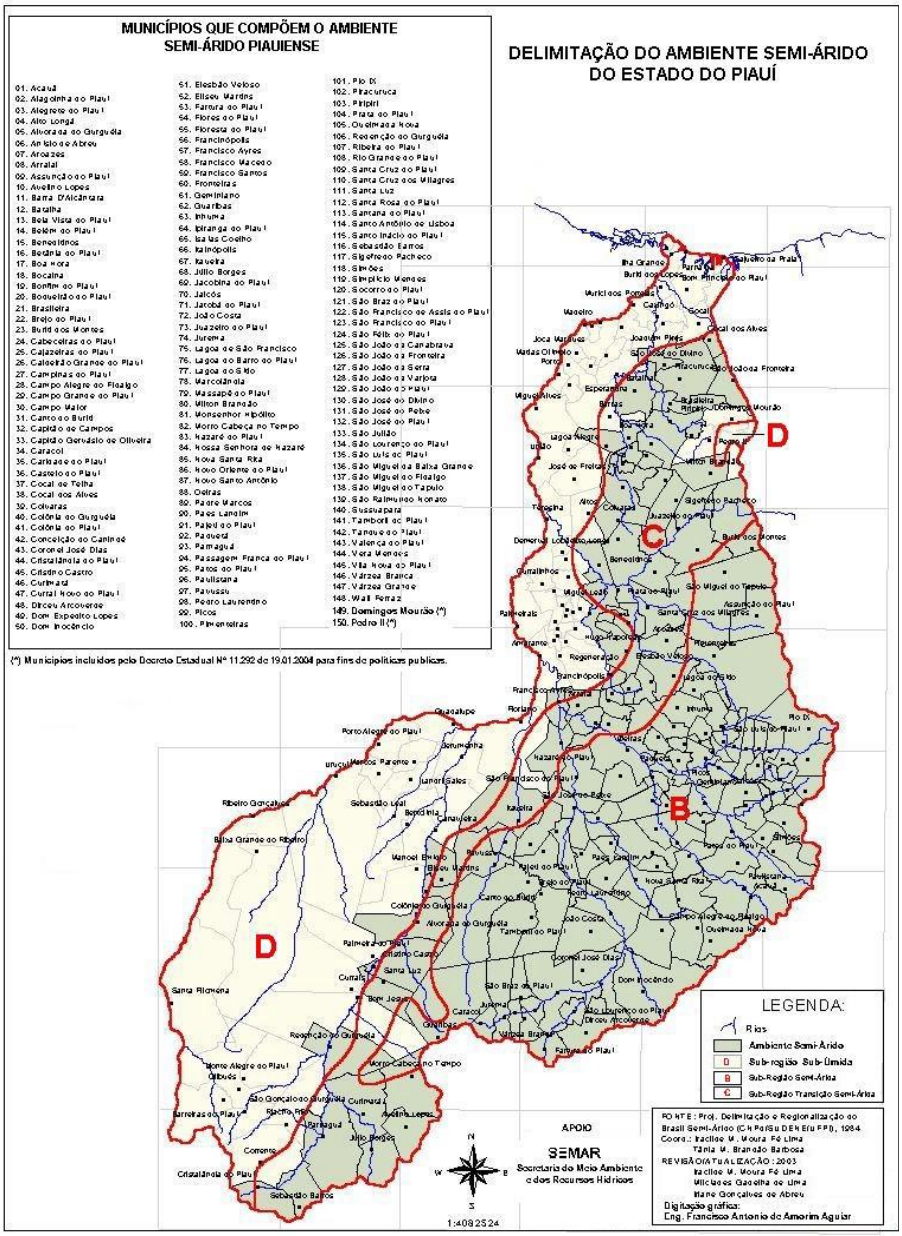
Essas estratégias atuam em conjunto com as metodologias propostas pelos pesquisadores das Geociências, sendo assim a paisagem do semiárido Piauiense precisa estar inserida em propostas e metodologias de conservação. Para Moura e Correa (2013), as características do semiárido apresentam uma paisagem peculiar, de notável interesse, geograficamente inserida no continente sul-americano e no nordeste brasileiro.

Sendo a paisagem do semiárido compreendida como um conjunto de fatores e forças que atuam na localidade, destacando a diversidade do modelado da região com suas formas de relevo como os planaltos, relevos residuais e serras, sendo estes atributos para Geoconservação (Moura e Correa, 2013).

Ainda com base em Moura e Correa (2013), a característica dessa paisagem constitui-se principalmente pelo domínio morfoclimático da Caatinga com sua fauna e flora de aspectos únicos em relação a outros domínios do território brasileiro. As formas predominantes do relevo do semiárido nordestino são: chapadas, colinas, planícies, matacão, cristas, depressões, *inselbergs*, morrotes e *cuestas* etc.

No Piauí, de acordo com Lima (2000) o semiárido possui cerca de aproximadamente 156.241,25 Km², correspondendo a 62% do território piauiense, abrangendo ao todo 150 municípios, observa-se que o semiárido piauiense possui uma delimitação que segue seus padrões abióticos e bióticos, sendo assim, Lima (2000) considera que o item "D" é uma Sub-região sub-úmida; o "C" representa a Sub-região de transição semiárida; já o "B" é uma Sub-região semiárida, portanto, a região semiárida piauiense corresponde às demarcações dos itens “B” e “C” conforme a Figura 1.

Figura 12- Delimitação do Semiárido Piauiense.



Fonte: Lima (2000).

.

Desse modo, as características presentes no semiárido piauiense se apresentam de acordo com Lima (2000), dispondo de um baixo índice pluviométrico, cujas médias anuais variam entre 800 a 400 mm, concentradas em 3 ou 4 meses do ano ,com irregularidade da ocorrência de chuvas, altas temperaturas durante todo o ano, havendo em algumas áreas elevada amplitude térmica, e detém elevados índices de evapotranspiração com uma rede hidrográfica predominantemente com regime intermitente, e apenas alguns riachos perenes; possui depressões interplanálticas (pediplanos), brejos e várzeas, chapadas e serras secas

com presença dominante de vegetação do bioma Caatinga com solos pedregosos, rasos e alternados com solos arenosos.

Diante de tais características, utiliza-se de atividades como o Geoturismo, principal fonte de divulgação e de conhecimento acerca dos elementos que compõem a Geodiversidade e paisagem de um lugar. O Geoturismo é um segmento baseado no turismo de natureza que complementa o ecoturismo, divulgando e valorizando a Geodiversidade, buscando sua apreciação, interpretação e Geoconservação de maneira informal (Bento, 2011; Lopes, 2017; Silva, 2019). Segundo Jorge e Guerra (2016), o Geoturismo não necessita obrigatoriamente de um cenário natural para ser desenvolvido, podendo acontecer também em um ambiente urbano voltando-se para os usos e funções dos elementos da Geodiversidade.

Desse modo, a geologia e geomorfologia e outros aspectos da Geodiversidade presentes no semiárido piauiense foram relacionadas com base nos autores CPRM (2010), Silva e Aquino (2022), Silva, Aquino e Aquino (2021), Santos e Aquino (2021), Sousa, Costa *et al*., (2020), Lima *et al.,* (2020), Silva, Nunes *et al.,* (2017) entre outros, e assim foi possível montar um quadro apresentando os locais de interesses pela Geoconservação (Quadro 1).

Quadro 1 - Elementos da Geodiversidade da paisagem Semiárida Piauiense.

Grupos/formações litológicas	Feições Geológicas e Geomorfológicas	Municípios que possuem estudos sobre a Geodiversidade local	Geossítios / locais de interesse Geológico-Geomorfológico
Grupo Serra Grande Grupo Canindé Grupos do Complexo do Embasamento cristalino Pré-cambriano	Afloramentos arenito, conglomerado siltito, folhelho, calcário, areia, argila, cascalho, laterita, afloramentos de diabásio, Feições ruiniformes, relevos residuais, Chapadas baixas e altas, mesas recortadas, serras, morros e colinas; Marmitas, monólitos e Formações de pináculos. Inselbergs, Vales, Cânions e slot Canyons, relevos de cuesta e canais fluviais.	Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí	Mini-cânion do Esporão, Toca do Índio, Ponte de Pedra do Esporão, Mirante da Varjota, Juntas Poligonais Boa Vista do Custódio, Mini-cânion do Buritizinho, Pico dos André, Baixa do Cajueiro e, Pedra do Castelo, Cachoeira das Arraias, entre outros.
		Piracuruca, Brasileira e Piripiri.	Arco do Triunfo, Biblioteca, Mirante das cidades, Pedra do tatu, entre outras. Pedra do Love (Piracuruca e Brasileira).Cachoeira do Bota Fora, Afloramento de Arenito do Bota Fora, Açude Caldeirão, Blocos de Arenito do São Bento, Sítio da Gruta, Casa de Pedra, Pedra da Tartaruga, Pedra do Atlas e Sítio dos Bruxos (Piripiri).
		São José do Piauí, São João da Canabrava e limites entre Bocaina e Sussuapara.	Capadócia Piauiense (cidade de pedras), Vales Ruiniforme, Mirante do Castelo, Geoformas (pegada do gigante, rosto humano e rosto do gorila), Pedra do Castelo, Lajedo mini Cidade de Pedras, Pedra Casco de Tartaruga e Afloramento de Diabásio.
		Picos, Dom Expedito Lopes, Paquetá e Oeiras.	Morro do leme (Oeiras); Furna da Quitéria, Morro da Cruz e Alpes do Buriti (Dom Expedito Lopes); Cânion do Suvacão, (Paquetá); Vale da Águia (Picos).
		São Miguel do Tapuio	Cachoeira do Escuro, Complexo Paredões Rochosos Palmeira de Cima, Complexo Paredões Rochosos Palmeira de Baixo, Astroblema, Complexo das Formações Rochosas Olho d'Água dos Picos e Cachoeira do Nilo.
		Pedro II	Mirante do Gritador
		São Raimundo Nonato, Coronel José Dias, Canto do Buriti, São João do Piauí.	Parque Nacional Serra da Capivara.
		Canto do Buriti, Tamboril do Piauí, Jurema, Alvorada do Gurgueia, Bom Jesus, Guaribas e Cristino Castro.	Parque Nacional Serra das Confusões.

Fonte: Silva, Moura, Rodrigues, Melo e Rocha (2023).

De acordo com Santos e Aquino (2021), o Parque Nacional Serra da Capivara está localizado no Sudeste do Piauí entre os municípios de São Raimundo Nonato, Coronel José Dias, Canto do Buriti e São João do Piauí possuindo cerca de 135.000 hectares.

Para Barros *et al.*, (2012), a Região do Parque Nacional Serra da Capivara apresenta características ímpares e diversificadas de naturezas diferentes e complementares: ambientais – ao situar-se numa fronteira geológica, contato das formações da Bacia do Parnaíba e a planície pré-cambriana da depressão periférica do São Francisco; ecológica – contato de stocks de vegetação pertencentes a diferentes formações vegetais, como Caatinga, Cerrado e floresta; culturais – por abrigar a maior concentração de sítios arqueológicos atualmente conhecidos no mundo; e turísticas – beleza natural de paisagens magníficas e privilegiados pontos de observação.

De acordo com o conhecimento dos elementos físicos abióticos, que se deve basear a elaboração de metodologias de Geoconservação atrelada ao ensino diretamente proporcional à paisagem do semiárido piauiense.

Diante de tais observações, a Educação Ambiental se faz presente na necessidade de atuar como mecanismo para promover a Geoconservação desses locais, visto que é por meio de medidas educativas que se possibilita aos indivíduos criarem um senso de responsabilidade para com o ambiente frequentado. Desse modo, surge a possibilidade de criar ou utilizar de maneira formal os recursos didáticos atrelados aos conteúdos sobre a Geodiversidade.

Recursos didáticos para o Ensino de Geografia Física por meio da Geodiversidade do Semiárido Piauiense

Sobre o ensino de Geografia Física, utilizou-se de leituras específicas com o intuito de identificar quais recursos didáticos possibilitam a discussão dos conteúdos sobre os aspectos físicos geográficos que compõem a Geodiversidade. Para Torres (2011, p. 9), “os recursos didáticos são fundamentais para o ensino de Geografia”, visto que a partir deles os alunos podem adquirir um interesse maior pelo conteúdo, facilitando o aprendizado do assunto abordado.

Diversos autores propõem formas significativas para estudar os conteúdos de Geografia Física por meio de algum material educativo não habitual, pois a maioria das abordagens ainda são feitas com material de apoio (livro didático). Segundo De Jesus e Oliveira (2018, p. 9) “muitos professores de Geografia da rede básica pública acabam por se tornar reféns do livro didático como material usado para simples reprodução do que consta nas obras”. De acordo com Claudino-Sales e Lopes (2020), a educação em Ciências da Terra só pode ter sucesso se permitir o contato direto com a Geodiversidade, quer no respeito às atividades educativas formais, de âmbito escolar, quer nas atividades educativas não formais, dirigidas ao público em geral, e desse modo as saídas de campo, por exemplo, permitem conferir à Geodiversidade um extraordinário valor educativo.

Sendo assim, autores como Girão e Lima (2013), Sabota e Bueno (2013/2014), Silva e Rodriguez (2014), Periçato *et al*. (2015), Louzada e Frota Filho (2017), Silva e Silva (2017), Klein e Locatelli (2018), Conceição *et al*., (2019), Baptista, Lima e Silva (2019) apontam recursos didáticos para trabalhar os conteúdos de Geografia Física. O Quadro 2 apresenta recursos didáticos para as aulas de Geografia Física.

Quadro 2 - Recursos didáticos para o ensino de Geografia Física.

Recursos	Técnicas	Explicação	Autores
Mapas, caderneta de campo, caneta, máquina fotográfica etc.	Aula de Campo	Atividade que busca relacionar a teoria com a prática contribuindo para a aprendizagem por meio do conhecimento da realidade.	Silva e Rodrigues (2014) Louzada e Frota Filho (2017)
TV´s multimídias, áudios, vídeos, DVD´s, entre outros.	Tecnologias de informação e comunicação (TICS)	Utilização de recursos tecnológicos para esboçar algum tema ou conteúdo.	Torres (2011) Silva e Rodrigues (2014) Periçato, Paes, Santos e Mansano (2015)
Garrafa PET, aquário, lâmpadas, entre outros.	Terrário	Reprodução integral de um ecossistema em miniatura.	Louzada e Frota Filho (2017)
Papel, tesoura, pinceis, lápis, borrachas, entre outros.	Mapa mental	Desenhos que representam no papel o que se observa ao redor.	Louzada e Frota Filho (2017)
Jornais, reportagens, cartas, literatura ou conhecimentos empíricos.	Estudo do meio	Meio de correlacionar conceito e prática.	Louzada e Frota Filho (2017)
Rochas, minerais, solos.	Reálias	Adoção de objetos para representar uma situação ou realidade.	Louzada e Frota Filho (2017)
Mapas, folhetos, bússolas etc.	Trilhas de orientação	Modalidade esportiva que possibilita a interpretação e leitura de mapas, GPS e curvas de níveis.	Sabota e Bueno (2013/2014) Silva e Rodrigues (2014). Guimarães e Mariano (2015)
Cola, isopor, estilete, tinta guache, tesoura e/ou papelões.	Maquete	Representação tridimensional de alguma paisagem ou objeto.	Silva e Silva (2017)
Jogos	Tabuleiro, Cartas, Bingo, Dominó, entre outros.	Atividades que reúnem possibilidade de	Sousa, Barbosa e Andrade (2015).

		aprendizagem de forma lúdica e divertida.	
Imagens, fotografias, figuras, charges etc.	Iconografia	Utilização de imagens para representar um tema.	Girão e Lima (2013)
Papéis, imagens, lápis, borracha entre outras ferramentas (caso disponibilize *online* – computador/ celular, teclado, mouse, *software* (canva/outro) imagens).	Cartilhas Educacionais	Utilização de pequenas cartilhas didáticas que abordem alguma temática sobre educação ambiental ou outro tema.	Klein e Locateli (2018) Conceição *et al*.(2019) De Jesus e Oliveira (2018) Nascimento (2014)

Fonte: Baptista, Lima e Silva (2019). Adaptador por Silva, Moura, Rodrigues, Melo e Rocha (2023).

De acordo com Sousa, Sobral e Carneiro (2022), nota-se que a diversidade de feições geológicas e geomorfológicas existentes no semiárido piauiense configura-se como elementos de grande importância para o ensino e aprendizagem dos conceitos que versam a Geodiversidade. Dessa maneira, mostra-se a necessidade de trabalhar os elementos físicos abióticos desse recorte espacial por meio de algum recurso didático em benefício de facilitar o ensino dos conteúdos de Geografia Física, assim contribuindo para o conhecimento sobre a geoconservação.

Sendo assim, o presente trabalho buscou relacionar os conteúdos abordados nas disciplinas que compõem a área de Geografia Física com a Geodiversidade do semiárido piauiense desenvolvendo, sugerindo e confeccionando recursos didáticos que podem auxiliar no ensino de Geografia Física no que se refere aos aspectos abióticos da paisagem semiárida.

Dessa maneira, buscou-se trabalhar com os principais conceitos relacionados à Geodiversidade como, por exemplo: Geopatrimônio (geológico e geomorfológico), Geoturismo, Geossítios, Geoconservação etc., com o recurso didático os alunos poderão compreender quais são as principais características da Geodiversidade e atribuí-las como reforço aos estudos dos conteúdos de Geografia Física.

Portanto, nesse contexto notou-se ser significativo criar/adaptar recursos didáticos para o ensino e aprendizagem de Geografia Física relacionando a Geodiversidade do semiárido piauiense para o ensino básico visando melhorar o ensino e aprendizagem nas escolas, oportunizando o uso de outros recursos didáticos além do livro, servindo como apoio no que se refere aos conteúdos relacionados à Geografia Física.

Segundo Louzada e Pinto Filho (2017) são comuns que os professores do Ensino Básico brasileiro se limitam somente a utilizar o livro didático nas aulas de Geografia, devido a diversas razões que vão desde um número elevado de turmas e alunos, ausência de

infraestrutura por parte da escola, tempo para o planejamento das aulas, assim como falta de domínio da matéria em questão, ou mesmo por considerarem mais cômodo e menos trabalhoso utilizar somente o livro didático.

Dessa forma, buscando alternativas para as aulas e levando em consideração o desenvolvimento e elaboração de recursos didáticos, que possibilitam o auxílio e a prática das aulas de Geografia, considera-se também que os recursos possam ser utilizados de acordo com a necessidade da abordagem do professor e do conteúdo exposto em sala de aula. Algumas destas ferramentas podem servir de auxílio para o professor, são: Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), trilhas de orientações, maquetes, reálias, estudos do meio, aulas de campo, mapas mentais e terrário, entre outros (Baptista, Lima e Silva, 2019).

Como produto da pesquisa foi confeccionado uma cartilha para o ensino de Geografia Física e para esse recurso foi utilizado conteúdos sobre algumas das áreas das Geociências que servem de base para o entendimento das abordagens sobre a Geodiversidade do semiárido piauiense e enfatizam as características do recorte espacial estudado.

Dessa forma, o recurso didático elaborado foi uma cartilha educativa que apresenta uma linguagem que facilita a aprendizagem dos conteúdos abordados pela Geografia Física, dado que o uso de recursos didáticos não habituais no ensino de Geociências acaba se tornando um facilitador da aprendizagem.

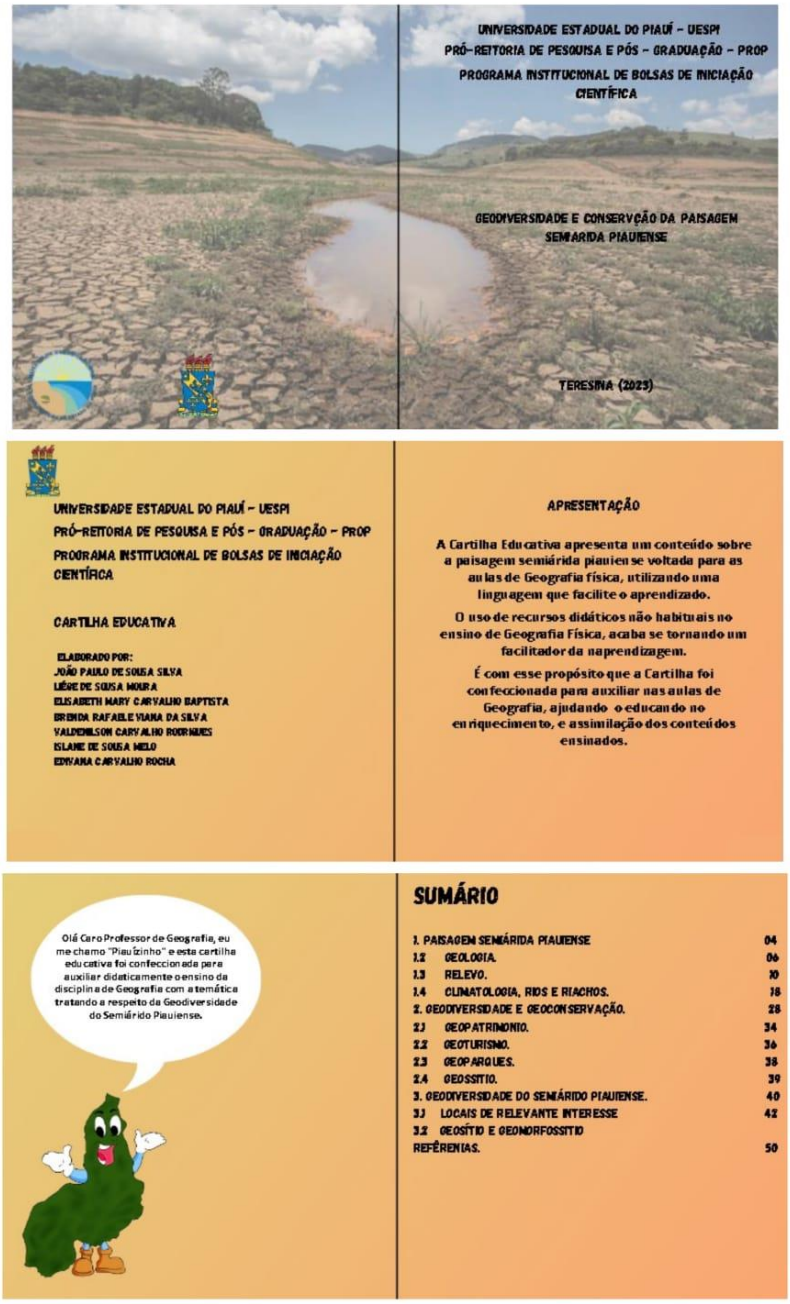
De acordo com Klein e Locateli (2018), Conceição *et al*.,(2019), De Jesus e Oliveira (2018) e Nascimento (2014) as cartilhas educativas são instrumentos didáticos que permitem a comunicação de informações sobre temáticas diversas, facilitando ao usuário a compreensão de determinado conteúdo.

A Cartilha Educativa apresenta um conteúdo sobre a paisagem semiárida piauiense voltada para as aulas de Geografia física, utilizando uma linguagem que facilite o aprendizado, foi com esse propósito que a Cartilha foi confeccionada para auxiliar nas aulas de Geografia, ajudando o educando no enriquecimento, e assimilação dos conteúdos ensinados.

A cartilha educativa proposta foi confeccionada na ferramenta “Canva” que se constitui em uma plataforma *online* de *design* e comunicação. Esse *software* conta com vários *templates* gratuitos que podem ser utilizados para alguma finalidade e nesse caso se fez uso na elaboração da cartilha um *template* de slide de *Power Point*, visto que facilitava a confecção. As etapas para desenvolver a cartilha educativa se constituíram em: 1) Escolha do tema; 2) Produção e seleção das ilustrações; 3) Preparo do conteúdo; 4) Elaboração da cartilha; 5) Avaliação do material; 6) Validação do recurso didático (Figura 2).

.

Figura 2 - Recurso didático confeccionado: Cartilha educativa.



Fonte: Silva, Moura, Rodrigues, Melo e Rocha (2023).

A primeira etapa ocorreu por meio da procura de trabalhos científicos relacionados aos temas que versam sobre a “Geodiversidade do Semiárido Piauiense”, além de temáticas necessárias para entender o que são os elementos da Geodiversidade.

As fases de produção e seleção das imagens ocorreram paralelamente à confecção do conteúdo proposto, sendo necessário que as imagens estivessem no contexto da temática sugerida. O conteúdo foi confeccionado com base na literatura para garantir a fidelidade e confiabilidade das informações apresentadas, além de se consultar apostilas do Curso de

licenciatura plena em Geografia da Universidade Estadual do Piauí, livros e artigos que trabalham com a temática apresentada.

Para a elaboração da cartilha, o conteúdo inicial foi desenvolvido com o foco em apresentar as informações consideradas essenciais proporcionando a visualização das temáticas basilares para a compreensão do que vem a ser a Geodiversidade, a saber: Geologia, Geomorfologia, Climatologia, Hidrografia, Geoconservação, Geopatrimônio, Geossítios, Geoturismo e Geoparques e valores da Geodiversidade e a Geodiversidade da paisagem Semiárida.

As etapas de avaliação e validação do Recurso didático proposto são necessárias, visto que esses dois últimos estágios precisam de uma atenção maior à conferência do conteúdo, das imagens e das informações inseridas na cartilha.

Dessa maneira, o material confeccionado pode ser utilizado de forma simples e complementar apoiando outras metodologias de ensino e recursos didáticos. Além de ser uma sugestão para evidenciar a Geodiversidade de maneira prática, recomendando a aula de campo, a produção de vídeos explicativos (TIC´s) e/ou maquetes, jogos lúdicos e educativos entre outras ferramentas de ensino, à medida que o docente achar necessário e pertinente trabalhar com esses materiais ou metodologias.

Posto isto, ressalta-se que neste estudo os recursos didáticos confeccionados, adaptados ou sugeridos podem passar por alterações à medida que surgirem novas necessidades no decorrer da exposição dos conteúdos da Geografia Física e/ou Geodiversidade do semiárido Piauiense abordados em sala de aula, ressalta-se também a necessidade de incluir o aluno na confecção do material assim contribuindo com o seu aprendizado.

Conclusão

Conclui-se com o estudo que as análises bibliográficas sobre os aspectos físicos abióticos, a Geodiversidade ainda se encontram incipientes no ensino de Geografia Física.

Dessa maneira, a presente pesquisa teve o intuito de organizar/adaptar e confeccionar recursos didáticos para o ensino de Geografia Física e a Geodiversidade do semiárido piauiense.

Conclui-se que a Geodiversidade do semiárido piauiense é riquíssima em feições geológicas e geomorfológicas diversificadas que contribui diretamente para a formação das características presentes nesse ambiente. Desse modo, verifica-se a presença de Planaltos (residuais e dissecados), Planícies fluviais, Depressões (periféricas), Vales encaixados entre outros. Observa-se também uma abrangência da Formação Pimenteiras do Grupo Canindé responsável por dar característica a maior parte desses locais estudados, visto que dentro da

literatura foram encontrados afloramentos dessa litologia com porções de Norte a Sul do estado do Piauí.

Desse modo, elaborou-se recursos didáticos próprios que possam auxiliar no ensino dos conteúdos da Geografia Física nas escolas de maneira simples e dinâmica, contribuindo ainda para ampliar o conhecimento sobre os elementos abióticos da paisagem semiárida piauiense, estimulando sua valorização e conservação, visto que para se conservar algo é necessário primeiramente conhecer e criar um senso de responsabilidade.

Portanto, com a realização desta pesquisa foi possível a elaboração de uma “Cartilha educativa” voltando-se para os conteúdos de Geografia Física que versam sobre a Geodiversidade da paisagem semiárida piauiense. Assim, buscou-se também sugerir recursos didáticos que permitem a integração e visualização na prática dos elementos abióticos da Terra, pois a práxis é a melhor forma de entender e conhecer sobre os Geopatrimonios da Geodiversidade que estão inseridos na natureza.

Agradecimentos

Agradecemos ao grupo de pesquisa NEZCPI, à UESPI e a todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma nos incentivando e apoiando para produção deste trabalho. Muito obrigado!

Referências

Amorim, J. C. P.; Aquino, C. M. S., Levantamento da geodiversidade do setor nordeste do município de Piripiri/Piauí, Brasil. **Rev. Geociências. Nordeste**, Caicó, v.6, n.1, Jan-Jun. p.36-41, 2020.

BAPTISTA, E. M. C.; LIMA, I. M. M. F.; SILVA, B. R. V. Práticas geoconservacionistas como ferramentas para o ensino de Geografia Física. **Revista de Geociências do Nordeste**, Natal, v. 5, Número Especial, p.86-104, 2019.

BARROS, J, S; FERREIRA, R, V; PEDREIRA, A, J; GUIDON, N. Geoparque Serra da Capivara - proposta. *In*. SCHOBBENHAUS, C; SILVA, C, R. Geoparques do Brasil propostas. 1 ed. Serviço Geológico do Brasil, 2012, p. 493-497.

BENTO, L. C. M. Um novo olhar para a geodiversidade através do geoturismo. Goiânia, **Enciclopédia Biosfera**, v. 7, n. 12, 2011.

BORBA, W, A. Geodiversidade e geopatrimonio como base para estratégias de geoconservação: Conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Geociências**. 2011.

BRILHA, J. B. R. **Patrimônio Geológico e Geoconservação: a Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica**. Braga: Palimage, 2005, p.190.

BRILHA, J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. **Geoheritage**, Springer Berlin Heidelberg, v. 8. 2016.

CONCEIÇÃO. E. H *et al*. A produção e uso de uma cartilha educativa como recurso didático no ensino do ciclo da água**.** *In:* VI Congresso de internacional das licenciaturas. **Anais** [...]. Recife, 2019.

CLAUDINO - SALES. V; LOPES. F. L. S. Geomorfodiversidade e geomorfopatrimônio no nordeste brasileiro: geomorfossítio hídrico bica do Ipu (glint da Ibiapaba, estado do Ceará). *In.* **Geodiversidade do Semiárido**. 1 ed. SetãoCult. 2020.

DE JESUS. M, H, O; OLIVEIRA. A, C, C, A. Cartilha educativa como recurso para o ensino de geografia. *In*. IV Seminário ensinar geografia na contemporaneidade. **Anais** [...]. Maceió, 2018.

FERREIRA, F. V. F; SILVA, H. V. M; AQUINO, C. M. S. de; AQUINO, R. P. Geodiversidade e locais de interesse geológico e geomorfológico do município de São Miguel do Tapuio, Piauí, Brasil. **Boletim de Geografia**, v. 40, p. 133-152, 25 ago. 2022.

GIRÃO, O; LIMA, S. R. O ensino de Geografia versus leitura de imagens: resgate e valorização da disciplina pela “alfabetização do olhar”. **Geografia Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 17, n. 2, p. 88-106, maio. /ago. 2013.

GUERRA, Antônio José. Teixeira; MARÇAL, Mônica dos Santos (org.) Geomorfologia ambiental. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. 1°ed. Chichester, England: JohnWiley & Sons Ltd., 2004. 450 p.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. 2ª ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2013. 495p.

JORGE, M. C. O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade e geoconservação: conceitos, teorias e métodos. **Espaço Aberto**, PPGG – UFRJ, Rio de Janeiro, v. 6, n.1, p. 151-174, 2016.

KLEIN, C. L; LOCATELLI, A. **A cartilha como instrumento para auxiliar o desenvolvimento de projetos de educação ambiental**. 2018. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, 2018.

LIMA, I. M. M. F; ABREU, I. G; LIMA, M. G. definição atual do ambiente semi árido piauiense (Atualização em 2004). **Carta CEPRO,** Teresina (PI), v. 18, p. 162-183, 2000 - 2004.

LIMA, C. V.; PINTO FILHO, R. F. Os temas e conceitos da geodiversidade. **Revista Sapiência**: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais (UEG), n. 4, p.223-239, dez., 2018.

LIMA. M, B; SOUSA. M, J, C; NASCIMENTO. K, C; SANTOS, F, A. Geodiversidade, geossítios e geoconservação no povoado saco monte belo, município de Piracuruca (PI). **Revista Eletrônica do Curso de Geografia Graduação e Pós-Graduação - Geoambiente.** Jataí-GO, 2020.

LOUZADA, C. O; FROTA FILHO, A. B. Metodologias para o ensino de Geografia Física. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 8, n. 14, p. 75-84, jan. / abr., 2017.

LOPES, Giovana Tavares; MELO, Josandra Araújo Barreto de. Estratégias didáticas para a compreensão dos conteúdos nas aulas de Geografia. Geosaberes, Fortaleza, v. 8, n. 16, p. 2-11, set./dez. 2017.

LOPES, L, S; ARAUJO, J, L, L. Princípios e estratégias de geoconservação. **Observatorium:** Revista Eletrônica de Geografia, v.3, n.7, p. 66-78, out. 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. Fundamentos de Metodologia Científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003. 310 p.

MOURA, Liége de Souza; CORREA, Antônio Carlos de Barros. Paisagem semiárida e perspectivas de geoconservação. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA, ENANPEGE, 10. 2013, Campinas. Anais [...]. Campinas: UNICAMP, 2013. p. 2271-2280.

NASCIMENTO, J. L.. **A CARTILHA COMO RECURSO DIDÁTICO: SUGESTÕES DE AULAS DE CAMPO DE GEOGRAFIA NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE – PB**. 2014. 55 f. Monografia (Graduação). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 2014.

OLIVEIRA, P. C. A.; PEDROSA, A. S.; RODRIGUES, S. C. Uma abordagem sobre os conceitos de geodiversidade, geoconservação e patrimônio geológico. **RAEGA**, Curitiba, v. 29, p. 92-114, dez. 2013.

PERIÇATO, A. J; PAES, C. E. R.; SANCHES, C. C.; MANSANO, C. N. O uso de recursos didáticos no ensino da Geografia Física. **Revista Científica ANAP** *Brasil*, Tupã-SP, v. 8, n. 10, p. 41-51, 2015.

PFALTZGRAFF. P, A, S; TORRES. F, S, M; BRANDÃO. R, L. (Org.). Geodiversidade do Estado do Piauí: programa geologia do Brasil levantamento da geodiversidade. Recife-Brasil: **CPRM-Serviço Geologico do Brasil**, 2010.

SABOTA, H. S; BUENO, M. A. Trilha de orientação: aplicação de uma prática de ensino de cartografia para a compreensão dos conceitos da Geografia Física na fase escolar. **Revista Territorium Terram**, v. 2, n. 3, p. 84-97, out./ mar. 2013/2014.

SANTOS. J, S; AQUINO. C, M, S. Geomorfologia e geoturismo em unidades de conservação no estado do Piauí: Estudos de caso na Serra da Capivara, Sete Cidades e Serra das Confusões. Cajazeiras, **Geosertões**, v. 6, n. 12, jul./dez. 2021.

SEABRA, Giovanni de Farias. Pesquisa científica: O método em questão. Brasília: Edunb, 2001. 124 p.

SEVERINO, Antônio Joaquim. Metodologia do trabalho científico. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007. 304 p.

SILVA, B. R.V. **Avaliação do patrimônio geológico-geomorfológico da zona litorânea piauiense para fins de geoconservação**. 2019. 231 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós- Graduação em Geografia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

SILVA. H, V, M; AQUINO. C, S. Geodiversidade e valoração econômica: extração de quartzito no semiárido piauiense. *In:* V Simpósio Brasileiro de Recursos Naturais do Semiárido – SBRNS. 2021, Ceará. **Anais** [...]. Ceará: UFC, 2021.

SILVA, José Francisco de Araújo; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de; NUNES, Hikaro Kayo de Brito. A espetacularidade cênica de geoformas no sudeste piauiense como fonte de contemplação da paisagem e suporte para o geoturismo. Revista Equador, Teresina, v. 6, n. 2, p. 137-149, 2017.

SILVA. H, V, M; AQUINO. C. M. S; AQUINO. R. P. Pareidolia como estratégia de valorização de geoformas nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí, Piauí, Brasil. Jataí, **Geoambiente**, n. 41, 2021.

SILVA. J, F, A; AQUINO. C, M, S. Análise do inventário e quantificação de geomorfossítios da Capadócia Piauiense. Florianópolis. **Percurso**, v. 23, n.52, p. 183 – 218. Maio/ago. 2022.

SILVA, B. R. V; BAPTISTA, E. M. C. Geoturismo como Estratégia de Geoconservação para a praia de Pedra do Sal, Parnaíba/PI. **Revista de Geociências do Nordeste**, Natal, v.2, 2016.

SILVA, H. R. C.; SILVA, M. S. F. A construção de maquete como instrumento de ensino e aprendizagem da Geografia Física. In ENCONTRO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 10, 2017, Aracaju. **Anais** [...]. Aracaju: UNIT, 2017. v. 10, p. 1-16.

SILVA, José Francisco de Araújo; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de. Análise do inventário e quantificação de geomorfossítios da Capadócia Piauiense. **Percursos,** Florianópolis, v. 23, n.52, p. 183 – 218. Maio/ago. 2022.

SILVA. J, F, A; NUNES. H, K, B; AQUINO. C, S. Estratégias de valorização e divulgação de geomorfossítios da microrregião de Picos (Piauí), com vistas a sua utilização pelo geoturismo. Terra Plural, Ponta Grossa, v.12, n.3, p. 332-345, set./dez. 2018.

SILVA. J, F, A; NUNES. H, K, B; AQUINO. C, S; ARAÚJO. G, L. Identificação de geomorfossítios na microrregião de Picos-PI. In: XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. 2017, Campinas. **Anais** [...]. São Paulo: Unicamp, 2017, p. 3042-3053.

SILVA, H. R. C.; SILVA, M. S. F. A construção de maquete como instrumento de ensino e aprendizagem da Geografia Física. In ENCONTRO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES, 10. 2017, Aracaju. **Anais** [...]. Aracaju: UNIT, v. 10, p. 1-16. , 2017.

SILVA, E. V.; RODRIGUEZ, J. M. M. O ensino da Geografia Física: práticas pedagógicas e perspectivas interdisciplinares. **Revista Equador**, Teresina, v. 3, n. 2, p. 38-50, jul. / dez.2014.

SOUSA, S. R. C. T.; BARBOSA, A. C.; ANDRADE, C. S. P. Recursos didáticos não convencionais no ensino de geografia: o uso dos jogos lúdicos em sala de aula. In: ENCUENTRO DE GEÓGRAFOS DE AMÉRICA LATINA, 15, 2015, Havana, Cuba. **Anales** [...]. Havana, Cuba: Universidad de La Habana, 2015, p. 1426-1432.

SOUSA. F, W, A; COSTA. G, M, M, M; SOUSA. G, M, C, M; LIMA. I, M, M. Interpretação da paisagem do semiárido piauiense: prática de campo no município de Prata do Piauí e na cidade de pedras. Rio Grande do Norte, **Regne**, v. 6, n. 2. 2020.

SOUSA. F, W, A, S; SOBRAL. I, J, P; CARNEIRO. K, F, S. Atividade de campo no ensino de geodiversidade no parque nacional de sete cidades, Piauí. **Revista do Programa Nacional**

de Formação de Professores da Educação Básica Universidade Federal do Piauí, v.10, n. 1, p. 58-68, jan. / jun. 2022.

SHARPLES, Chris. Concepts and principles of geoconservation. Published electronically on the Tasmanin Parks & Wildlife Service web site. 3. ed. set. / 2002. 81 p.

STANLEY, M. **Geodiversity**. Earth Heritage, v. 14, p. 15–18, 2000.

TORRES, E. C. Ensino de Geografia Física por meio de audio-visuais. **Revista Geográfica da América Central**, San Jose, Costa Rica, Número especial EGAL, p.1-12, 2 sem. 2011.

Patrimônio geomorfológico cárstico como subsídio ao geoturismo no Estado Piauí, Brasil

Karst geomorphological heritage as a subsidy to geotourism in the State of Piauí, Brazil

Helena Vanessa Maria da Silva
Universidade Federal do Ceará
https://orcid.org/0000-0001-9086-2808
helenavanessa95@hotmail.com

Rubson Pinheiro Maia
Universidade Federal do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-1688-5187
rubsonpinheiro@yahoo.com.br

Resumo: O presente artigo que tem como intuito realizar o pré-inventário de Locais de Interesse Geomorfológico (LIGeom) no Piauí (Nordeste do Brasil), dando enfoque, em especial, os que apresentam espetacularidades geomorfológicas cársticas (carste em arenito). A pesquisa busca subsidiar o geoturismo a partir de particularidades e potencialidades paisagísticas do ponto de vista geomorfológico. Os procedimentos técnicos adotados sustentam-se no tripé: a) levantamento bibliográfico, b) pré-inventário, seleção e identificação das feições geomorfológicas em carstes c) trabalho de campo e processamento cartográfico da área. Foram identificados seis atrativos promissores ao geoturismo com opções de roteiros geoeducativos que possibilitam a disseminação da informação geocientífica e a geoconservação das formas cársticas em arenito. Recomenda-se a elaboração de um plano de aproveitamento destes locais como forma de fortalecer o geoturismo, uma alternativa com visibilidade econômica e opção de desenvolvimento sustentável de locais privilegiados com valor patrimonial.

Palavras-chave: Geodiversidade. Relevo. Carstificação.

Abstract: This article aims to carry out a pre-inventory of Geomorphological Interest Sites (LIGeom) in Piauí (Northeast Brazil), focusing, in particular, on those that present karst geomorphological spectacularities (sandstone karst). The research seeks to support geotourism based on particularities and landscape potential from a geomorphological point of view. The technical procedures adopted are based on the tripod: a) bibliographic survey, b) pre-inventory, selection and identification of geomorphological features in karsts c) field work and cartographic processing of the area. Six promising attractions for geotourism were identified with options for geoeducational routes that allow the dissemination of geoscientific information and the geoconservation of karst forms in sandstone. It is recommended to draw up a plan to use these sites as a way to strengthen geotourism, an alternative with economic visibility and an option for the sustainable development of privileged sites with heritage value.

Keywords: Geodiversity. Relief. Karstification.

Introdução

Por ser um termo amplo e abrangente, permitindo diferentes interpretações e abordagens, observa-se que não há um consenso acerca do conceito de geodiversidade. Conforme Rodrigues e Bento (2018 p. 138) “o conceito de geodiversidade ainda passa por um processo de burilamento”. Diversos autores em diferentes países contribuem com a

conceituação do mesmo. No geral, os conceitos são bastante próximos e complementares, havendo poucas definições com abordagens diferenciadas.

Com aceitação ou adoção em larga escala, toma-se por base para a pesquisa a definição proposta por Gray (2013, p. 12), que entende a geodiversidade como “a variedade natural (diversidade) de elementos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, topografia, processos físicos), do solo e hidrológicos”.

Assumindo valor de uso para a sociedade, dado os elementos de geodiversidade existentes temos o patrimônio geomorfológico que assim como as pesquisas relacionadas à geodiversidade como um todo, tem apresentado crescente avanço. De acordo com Pereira (1995, p. 11) o patrimônio geomorfológico é constituído “como um conjunto de formas de relevo, solos e depósitos correspondentes, que por suas características genéticas e de conservação, [...] merecem ser preservadas”. São locais onde os atributos principais estão relacionados à dinâmica geomorfológica e às formas de relevo, em diferentes escalas, aos quais são atribuídos valores.

Nas últimas décadas, a classificação de elementos e sítios como patrimônio natural de carácter geomorfológico tem vindo a assumir um maior interesse e visibilidade científica. Isso ocorre devido o interesse social e econômico, sobretudo considerando a promoção de atividades geoturísticas, desportivas e de educação ambiental (LEAL; CUNHA, 2014). Segundo Rodrigues, Rocha e Moura (2020) o relevo mantém uma memória geodinâmica que se sucede ao longo do tempo e por isso possui valores científico-educacional, histórico-cultural, estético e econômico/social significativo.

De acordo com Travassos, Silva e Borges (2018) na Geomorfologia, há um campo de pesquisa que trata do relevo desenvolvido em litologias mais solúveis como as rochas carbonáticas (e.g. calcários e dolomitos), por exemplo. Este relevo é denominado na literatura internacional como karst e, em português, carste. O carste é um tipo de paisagem, onde o intemperismo químico, através da dissolução da rocha encaixante, determina as formas de relevo.

Segundo Mendes (2013) o carste deve ser visto como um sistema complexo. Ele apresenta diversas formas de superfície. As mais comuns são: cones e torres, dolinas e cockpits, desfiladeiros, cavernas meândricas, pontes naturais, vales cegos e semicegos, vales secos, uvalas, poljes, sumidouros, nascentes e ressurgências, karren ou lapiás, tufas e travertinos.

Diante desse contexto, é válido destacar que há carste em rochas não carbonáticas, nesse artigo, em específico, o patrimônio geomorfológico cárstico é representado a partir da geomorfologia em rochas areníticas, representado por escarpas dissecadas em cristas residuais, picos, pináculos e cavernas. Apesar da temática das formas de relevo em arenito

não se tornar tema prioritário na atualidade foram realizados diversos estudos ao redor do mundo trazendo uma série de conceitos inovadores. Os estudos realizados abordam diversas escalas espaciais, desde formações menores a paisagens regionais. Tais estudos apresentam uma variedade de métodos no seu desenvolvimento, com base em tecnologias de última geração e dados topográficos de alta resolução que permitem a representação dos relevos de arenito com precisão (MIGÓN, 2021).

O Estado do Piauí, a exemplo do restante do território brasileiro, apresenta rica geodiversidade. Quanto ao patrimônio geomorfológico apresenta excelentes exemplares de feições cársticas em arenito. De acordo com Ferreira e Dantas (2010) no Piauí, locais instituídos como parques nacionais, como o de Sete Cidades, Serra da Capivara, Serra das Confusões, sobejamente consagrados no circuito turístico nacional revelam representatividade da carstificação em arenito. Além destes, municípios como Castelo do Piauí e municípios da microrregião de Picos (São João da Canabrava, São José do Piauí, Bocaina e Sussuapara) também possuem importantes monumentos geomorfológicos cársticos a serem considerados, como, a Pedra do Castelo e as Cidades de Pedras ("Capadócia Nordestina").

Diante desse contexto, o presente artigo que tem como intuito realizar pré-inventário de Locais de Interesse Geomorfológico (LIGeom) no Piauí (Nordeste do Brasil), dando enfoque, em especial, os que apresentam espetacularidades geomorfológicas cársticas (carste em arenito). A pesquisa busca subsidiar o geoturismo, atividade turística com visibilidade econômica que sustenta e incrementa a identidade de um território (HOSE, 2000), a partir de particularidades e potencialidades paisagísticas do ponto de vista geomorfológico. Cabe destacar que o termo espetacularidade em associação com discussões ligadas ao patrimônio geomorfológico é análogo aquilo que é espetacular, grandioso, o que, possui integridade, raridade, excepcionalidade, locais capazes de expressar, de forma singular, uma parte da evolução da superfície da Terra, para assim ser tido como de valor patrimonial.

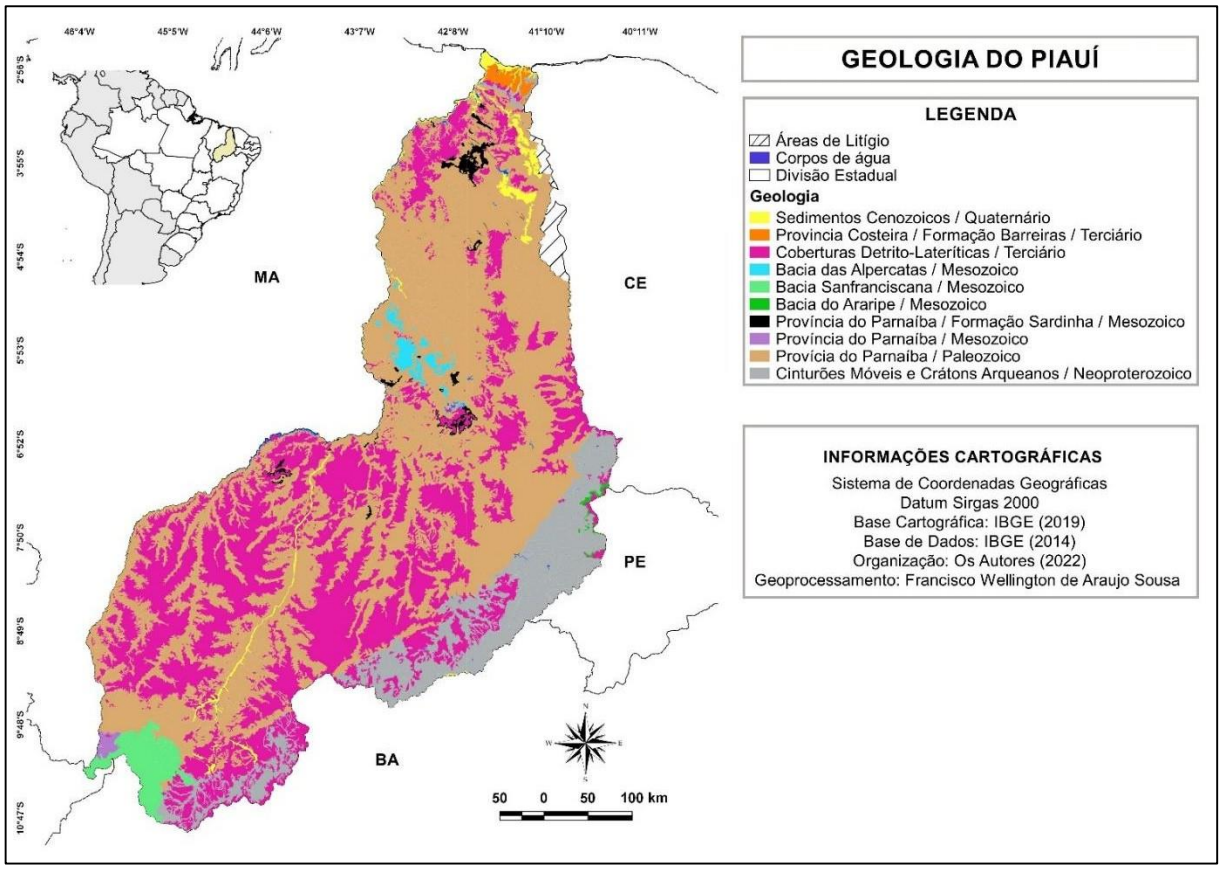
Área de estudo

Com área territorial de 251.755,485 km² o Estado do Piauí conta com população estimada de 3.289.290 pessoas. O conhecimento das condições geoambientais do território piauiense reverte-se de fundamental importância para a compreensão da aspectos do patrimônio geomorfológico do estado.

Do ponto de vista geológico, constata-se que o território piauiense é formado por duas grandes unidades estruturais, que são: as áreas de escudo cristalino (Cinturões Móveis e Crátons Arqueanos) e as áreas correspondentes as coberturas sedimentares, representadas por: i) Sedimentos Cenozoicos; ii) Província Costeira; iii) Coberturas Detrito-

Lateríticas; iv) Bacia das Alpercatas; v) Bacia Sanfranciscana; vi) Bacia do Araripe e vii) Província do Parnaíba (Figura 1).

Figura 1 - Mapa simplificado da geologia do Piauí.



Fonte: LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Geomorfologia do Estado do Piauí, In: CLAUDINO-SALES, Vanda de; FALCÃO SOBRINHO, José (Org.). Geomorfologia do Nordeste Brasileiro, no prelo.

Os terrenos do embasamento cristalino no Estado do Piauí são datados do Pré-Cambriano (Cinturões Móveis e Crótons Arqueanos) e correspondem à faixa do Escudo Nordestino, localizam-se na porção sul-sudeste do Estado e constituem o domínio de rochas antigas (magmáticas e metamórficas). Representam, portanto, a continuidade das depressões sertanejas regionais que ocorrem em todo o nordeste oriental, abrangendo no Piauí uma área de aproximadamente 39.000 km², ou seja, 15% da área total do Estado, com ocorrência de gnaisse, quartzitos, granitos, entre outros (CAMPELO, 2010).

Já 85% do território piauiense corresponde as coberturas sedimentares representadas por: i) depósitos sedimentares recentes (sedimentos Terciários do Grupo Barreiras e sedimentos costeiros Quaternários; Província Costeira); iii) Coberturas Detrito-Lateríticas); iv) Bacia das Alpercatas; v) Bacia Sanfranciscana (Bacia Espigão-Mestre); vi) Bacia do Araripe (Bacia Espigão-Mestre) e vii) Província do Parnaíba. As áreas

correspondentes as coberturas sedimentares tiveram sua origem relacionada a perturbações crustais (transgressões e regressões marinhas, associadas aos movimentos de subsidência e soerguimento) datadas do Pré-Cambriano associadas ao ciclo brasiliano, tendo sido os sedimentos basais, fornecidos a partir do colapso de uma cadeia orogenética existente no Proterozóico Superior (LIMA, 1987).

De acordo Bizzi et al., (2003) essas coberturas sedimentares foram produzidas por esforços distensivos/depressão interior (IS), causadas por movimentos verticais. Compostas de sequências demarcadas por discordâncias regionais, creditadas a oscilações crustais lentas de caráter epirogenético, que teriam atuado simultaneamente com importantes mudanças climáticas, no Siluriano o Grupo Serra Grande, no Devoniano o Grupo Canindé e no Carbonífero-Triássico o Grupo Balsas.

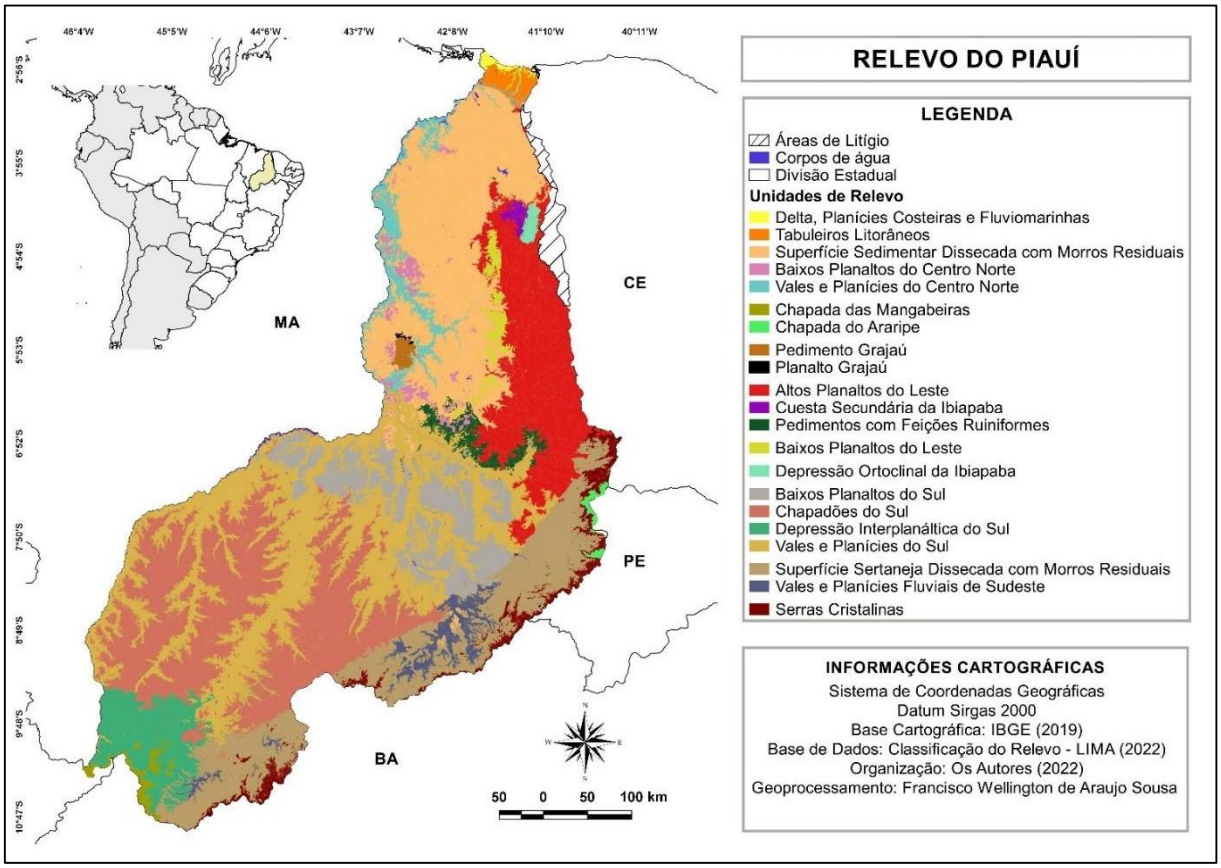
Quanto a geomorfologia do Estado do Piauí a mesma deriva da influência de processos endógenos, fatores litoestruturais, processos morfodinâmicos e de variações climáticas responsáveis pela dinâmica pretérita e atual do seu modelado. As morfoesculturas do estado foram elaboradas em estruturas geológicas assentadas no Embasamento Cristalino Pré-Cambriano e ainda em terrenos sedimentares, sob a ação de climas distintos, configurando padrões de morfoesculturas predominantemente suave onduladas, com altitudes máximas de 900 metros, no topo do Platô da Ibiapaba (LIMA; AUGUSTIN, 2010).

O relevo do Estado, é formado por amplas superfícies erosivas aplanadas com formas residuais do tipo tabuliformes, superfícies que foram elaboradas em rochas sedimentares. Desse fato, deriva a elevada quantidade de formas planálticas, que embora modestas em termos altimétricos, são representativas em termos de morfologia cárstica.

Vale ressaltar que as maiores altitudes estão relacionadas a borda oriental da bacia do Parnaíba, onde a resistência dos arenitos do Grupo Serra Grande, foram responsáveis pela inversão do relevo, partir do soerguimento do Grupo Serra Grande, ou mesmo da erosão diferencial. Como exemplo, tem-se a porção SE, onde a borda da bacia do Parnaíba retrai-se, originando formas escarpadas do tipo chapadões. Do ponto de vista estrutural, a influência do lineamento transbrasiliano se faz presenta nas drenagens de primeira e segunda ordem da bacia hidrográfica do rio Poti. Nesse setor, mais deformado por reativações cenozóicas, os cânions são comuns.

De um modo geral, as unidades de relevo no Piauí são ricamente diversas e sua espacialização pode ser observada na figura 2.

Figura 2 - Mapa simplificado das Unidades de Relevo do Estado do Piauí.



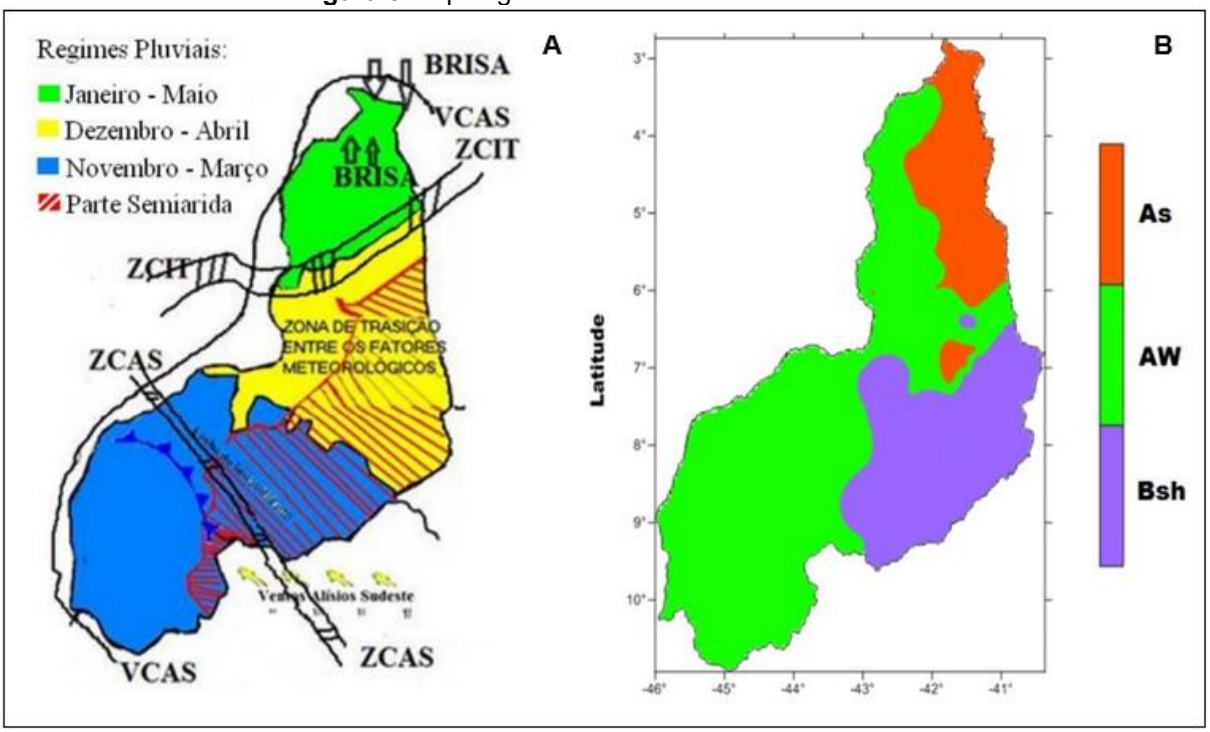
Fonte: LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé. Geomorfologia do Estado do Piauí, In: CLAUDINO-SALES, Vanda de; FALCÃO SOBRINHO, José (Org.). Geomorfologia do Nordeste Brasileiro, no prelo.

Diante da predominância da Província do Parnaíba (ou Bacia Sedimentar do Maranhão-Piauí), destacam-se no Piauí as formas peculiares diretamente relacionadas a esta bacia, como as formas subtabulares do tipo planalto de cuestas, as chapadas, os chapadões, os patamares estruturais, os tabuleiros, as colinas, as superfícies aplainadas, os vales, as planícies, chapadas, cânions, entre outras.

Os domínios de relevo do Piauí revelam assim a exuberância da paisagem e do patrimônio geomorfológico do Estado. Essas formas de relevo resultam da ação das tipologias climáticas do estado sobre as rochas, considerando-se a influência da sua gênese litológica. Segundo Medeiros, Cavalcanti e Duarte (2020), os principais sistemas de perturbação atmosférica atuantes no Piauí e que interferem de forma significativa na precipitação pluvial (chuva) do nordeste brasileiro como um todo, são: a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis (VCAN), distúrbios nos ventos alísios, linhas de instabilidade (LI), sistemas frontais (SF) no sul do NEB Explicitar o que é NEB e Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e ainda os aglomerados convectivos (Figura 3A). Da

interação entre esses sistemas resultam diferentes regimes pluviométricos no Piauí (Figura 3B).

Figura 3 - Tipologias climáticas do Estado do Piauí.



A. Principais sistemas atmosféricos atuantes no Piauí. B. Classificação climática do estado do Piauí, segundo Köppen (1931). Fonte: Medeiros, Cavalcanti e Duarte (2020).

Segundo Lima e Andrade Júnior (2020), os climas que ocorrem no Estado, tendo como base a classificação de Köppen (1931), se caracterizam como:

- As - quente e úmido com chuvas de verão/outono que ocorrem no norte do estado, como resultado dos deslocamentos sazonais da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A estação chuvosa dessa região estende-se de janeiro a maio, com os meses fevereiro/março/abril formando o trimestre mais chuvoso e agosto/setembro/outubro o trimestre mais seco;
- Aw - quente e úmido com chuvas de verão que atingem o centro-sul e sudoeste do estado. As chuvas são determinadas pela massa Equatorial Continental (EC). O período chuvoso dá-se de novembro a março e as precipitações pluviométricas variam de 1.000 mm

a 1.400 mm, ocorrendo principalmente em dezembro/janeiro/fevereiro. O trimestre junho/julho/agosto é o mais seco;

- BSh - semiárido caracterizado por curta estação chuvosa no verão, resulta da diminuição das precipitações oriundas da massa de ar Equatorial Continental (EC), de oeste para leste, acarretando aumento da duração do período seco no leste e sudeste do estado.

As precipitações pluviométricas variam de 400 mm a 1.000 mm; a estação chuvosa ocorre no período de dezembro a abril, em especial, no trimestre janeiro/fevereiro/março e os meses de julho/agosto/ setembro, são os mais secos.

O Estado do Piauí, a exemplo do restante do território brasileiro, apresenta rica geodiversidade, entretanto, em parte desconhecido de significativa parcela da população. Com uma expressiva extensão territorial – 251.755,485 km², o Estado é dotado de uma complexidade de características geoambientais, apresentando duas grandes estruturas geológicas: Escudo Cristalino e Bacia Sedimentar, padrões distintos de comportamento climático, solos e de tipologia de cobertura vegetal, que conferem espetacularidades geomorfológicas e diferentes características.

Materiais e métodos

Esse é um trabalho de natureza metodológica básica, com abordagem qualitativa e descritiva dos dados. Os procedimentos técnicos adotados sustentam-se no tripé: a) levantamento bibliográfico, b) pré-inventário, seleção e identificação das feições geomorfológicas em carstes c) trabalho de campo e processamento cartográfico da área.

O levantamento e análise teórica foram realizados através das ferramentas de buscas (Scielo, Scopus, Google Acadêmico, Periódicos Capes e Plataforma Sucupira) referente às temáticas: geodiversidade, patrimônio geomorfológico, carste e geoturismo. Logo após foi feito um pré-inventário com a definição do(s) objetivo(s) principal(is): foco de análise, identificação do meio físico previamente estudado e, delimitação da área de trabalho.

Além disso, para a seleção dos locais foi realizado um levantamento sistemático obtido com base em trabalhos já publicados e informações que se encontram disponíveis e divulgados na internet, principalmente nos sites das prefeituras dos municípios, além de publicações em perfis e páginas de algumas redes sociais, como o Facebook e Instagram.

Por fim têm-se o trabalho de campo e análise de gabinete para a elaboração do material cartográfico que possibilitaram a integração dos dados obtidos, a utilização de técnicas cartográficas e dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG). Para tanto se fez uso do software Qgis, que possibilitou a confecção de mapas utilizando bases de dados fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, do ano de 2019 e dados do AsterGDEM com resolução espacial de 30 metros (Earth Explorer – USGS), Modelo Digital de Elevação.

Com os shapefiles exportados para o Qgis foram elaborados os mapas de unidades geológicas, unidades geomorfológicas e localização dos locais utilizando como referencial geodésico o Sistema de Referência geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000), sendo este o Datum oficial adotado no Brasil.

Resultados

No Estado do Piauí, as vastas ocorrências de rochas areníticas, intercaladas por camadas de textura mais finas, produziram um amplo mostruário de paisagens cársticas. São escarpas dissecadas em cristas residuais, picos, pináculos e cavernas compondo um complexo mosaico paisagístico que resguarda em suas formas, as evidências de padrões de dissecação associados a sistemas geomorfológicos mais úmidos. São exemplos dessas evidências as recorrentes feições de carste inativo, atualmente situado em cotas acima do nível de base regional.

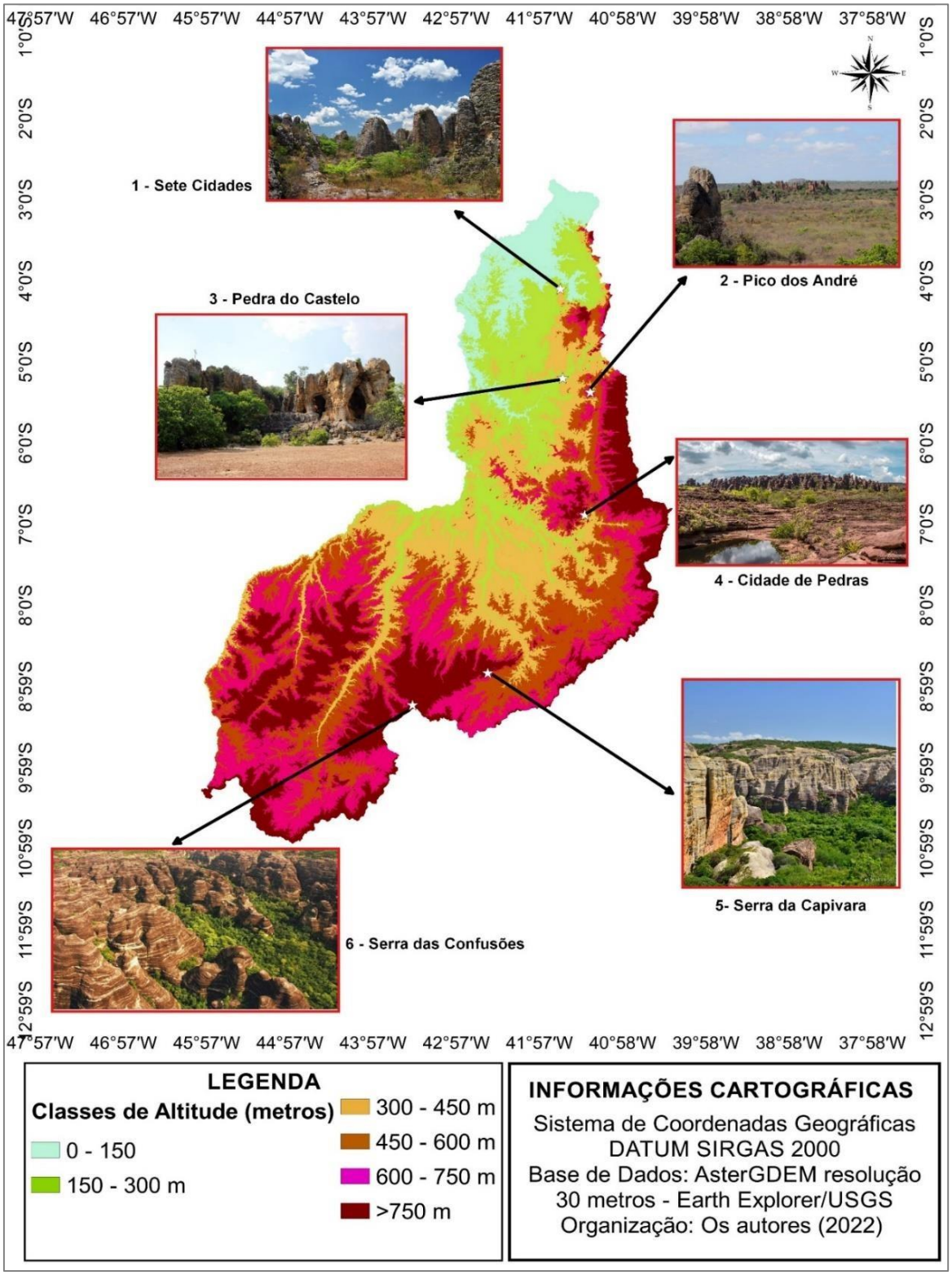
Os domínios de relevo do Piauí revelam assim a exuberância das paisagens, é possível observar espetacularidades potenciais do patrimônio geomorfológico do tipo carstes em arenito, como denota a figura 4. Foram inventariados seis Locais de interesse Geomorfológico (LIGeom) com valores patrimoniais e potencialidades geoturísticas.

Figura 4 - Diversidade de formas geomorfológicas carsticas encontradas no Estado do Piauí.

A - Feições erosivas impressas em arenitos da Formação Cabeças (Parque Nacional de Sete Cidades, PI); B - Picos dos André, relevo ruiniforme em formato de pináculo ou pico; C - Pedra do Castelo, caverna em ruínas em formato de torres e arcos; D - “Cidades de Pedras”, feições geomorfológicas do tipo ruiniformes; E - Escarpa de arenitos da formação Serra Grande (Parque Nacional Serra da Capivara, PI); F - Parque Nacional Serra das Confusões, relevo dissecado com formações rochosas peculiares. **Fonte Fotos:** A, D, E e F - Juscelino Reis; B e C - Pesquisa direta (2020).

Na figura a seguir (Figura 5), em associação com dados altimétricos, observa-se a localização das feições geomorfológicas cársticas enfatizadas anteriormente.

Figura 5 - Feições geomorfológicas cársticas identificadas no Estado do Piauí.



Fonte: Organização dos autores (2023).

Na figura anterior tem-se feições de relevo representada em carstes em arenito dotadas de características excepcionais, raridade e/ou originalidade relevantes por contar

parte da história evolutiva do Estado, apresentando valores associados como o científico, educativo, estético, turístico, cultural, econômico e outros, tidos como espetaculares. São eles: Sete Cidades (Batalha, Brasileira, Esperantina, Lagoa de São Francisco, Pedro II e Piracuruca); Pedra do Castelo (Castelo do Piauí); Pico dos André (Castelo do Piauí); Cidades de Pedras (São João da Canabrava, São José do Piauí, Bocaina e Sussuapara); Serra da Capivara (Brejo do Piauí, Coronel José Dias, João costa e São Raimundo Nonato) e Serra das Confusões (Caracol, Guaribas, Santa Luz e Cristino Castro).

O Nordeste brasileiro apresenta uma diversidade do ponto de vista da natureza abiótica ímpar e que faz parte do patrimônio geomorfológico nacional. De acordo com Nascimento, Rocha e Nolasco (2013) esta região, em termos de minerais, rochas, fósseis, paisagens (relevo), além de outros elementos da geodiversidade, apresenta exemplos dos mais didáticos e completos, indo desde rochas antigas do embasamento cristalino (> 3 bilhões de anos) até as coberturas de dunas (< 5 mil anos) e sedimentos recentes em seus leitos de rios, lagos e lagunas.

Diante disso, no Nordeste brasileiro, o relevo se destaca proporcionando paisagens de grande beleza cênica, formadas por chapadas, serras, picos, morros, cachoeiras, entre outros, que como exemplos tem-se a: Chapada Diamantina (BA), Pico vulcânico do Cabugi e do Totoró (RN), serras de Santana, dos Martins e Portalegre (ambas no RN); Chapada do Araripe (CE/PE/PB), Chapada do Apodi (RN/CE), Chapada da Ibiapaba a Ibiapaba no Ceara/Piaui não é chapada, é cuesta/glint (CE/PI) dentre muitos outros. Ainda conforme Nascimento, Rocha e Nolasco (2013, p. 105) “alguns são verdadeiros cartões-postais, que servem, inclusive, para atrair turistas do exterior, com destaque para [...] Canoa Quebrada no litoral cearense (CE); Cânion do Rio São Francisco (Al/SE); Morro do Careca e Dunas de Jenipabu (RN), [...]”.

É valido enfatizar que locais de grande expressividade geomorfológica, como o Morro do Pai Inácio-BA (PEDREIRA; BOMFIM, 2002), o Parque Nacional de Sete Cidades-PI (DELLA FAVERA, 2002), os Eolinitos de Flecheiras/Mundaú-CE (CARVALHO et al., 2009) e a Ponta de Jericoacoara-CE (JULIO et al., 2012) fazem parte do cadastro de geossítios da Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP). Esses sítios deverão prestar-se ao fomento da pesquisa científica básica e aplicada, à difusão do conhecimento nas áreas das ciências da Terra, ao fortalecimento da consciência conservacionista, ao estímulo a atividades educacionais, recreativas ou turísticas, sempre em prol da participação e do desenvolvimento socioeconômico das comunidades locais.

No Estado do Piauí, muitos dos locais salientados como paisagens espetaculares do ponto de vista geomorfológico tem representado destinos turísticos alternativos, sendo destaque em diversas reportagens em veículos de mídia especializada. Essa maior

visibilidade vem possibilitando novas rotas e fortalecendo a segmentação turística, descentralizando o foco do turismo de praia, amplamente estabelecido na região Nordeste de modo geral.

Essa perspectiva deve ser levada em consideração ao passo que se observa a relação existente entre a geomorfologia (formas de relevo), o turismo e seus segmentos (ecoturismo, turismo de aventura, entre outros) e o geoturismo (turismo em áreas naturais, realizado por pessoas que têm o interesse em conhecer os aspectos geológicos, geomorfológicos, entre outros, do ponto de vista da natureza abiótica).

Os locais de interesse geomorfológicos aqui salientados configuram-se como importantes espaços passível de utilização em atividades geoturísticas com a criação e fortalecimento de uma consciência conservacionista. Sua atratividade estar estreitamente vinculada à geodiversidade, em especial às potencialidades geomorfológicas (relevo), permitem tratar de processos geoambientais (em especial morfológicos, sedimentares, estruturais, entre outros).

Conforme considerações, o pré-inventário apresentado permite aprofundar o debate sobre o aproveitamento das potencialidades geomorfológicas como atrativo turístico, em especial geoturística, o que emerge como uma das principais ferramentas no desenvolvimento endógeno de territórios que muitas vezes são excluídos dos processos globalizados devido a suas características. São atrativos promissores ao geoturismo com opções de roteiros geoeducativos que possibilitam a disseminação da informação geocientífica e a geoconservação das formas cársticas em arenito. Alguns desses locais já apresentam sinalização, guias oficiais, serviços de apoio ao turista (disponibilidade de oferta de serviços de hospedagens, alimentação, transporte etc.) entre outros.

Considerações Finais

O Estado do Piauí é dotado de espetacularidades naturais, serras, chapadas, cânions, cachoeiras, sítios paleontológicos, entre outros, que são produto da combinação de seus diferentes aspectos abióticos (geologia, clima, geomorfologia) – os quais correspondem ao que conhecemos hoje como geodiversidade.

Com vistas a perpetuar esses elementos, os conservar e fazer com que moradores e visitantes se sintam sensibilizados quanto a seus valores (científico, educativo/didático, turístico, entre outros), recomenda-se a elaboração de um plano de aproveitamento destes locais como forma de fortalecer o geoturismo, uma alternativa com visibilidade econômica e opção de desenvolvimento sustentável de locais privilegiados com valor patrimonial.

Há também a necessidade de parcerias junto à comunidade local e instituições de ensino (escolas e universidades) a fim de criarem programas de visitação as áreas,

devidamente programados e guiados, pensando em ganhos em termos de conservação. Ressalta-se ainda a necessidade de implantação do geoturismo no sentido de permitir um desenvolvimento turístico sem danos aos recursos, de modo que os mesmos possam ser objeto de uso de nossa geração e das gerações futuras. É importante que o poder público envolva a comunidade, criando programas de capacitação de guias e orientação acerca da vertente da natureza abiótica.

O uso sustentável do patrimônio geomorfológico aqui enfatizado deve resultar em benefícios à população a partir da geração de renda. Assim, recomenda-se o apoio dos organismos públicos de pesquisas do Piauí no sentido de financiar trabalhos com a finalidade de propor estratégias geoconservacionistas (inventário, quantificação, proteção legal, conservação, valorização, divulgação e monitoramento) a esses locais nos diferentes Territórios de Desenvolvimento do estado.

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeo) - Universidade Federal do Ceará (UFC), ao Laboratório de Geomorfologia (LAGECO), da Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Grupo de Pesquisa GEOCON - Geodiversidade, Geopatrimônio e Geoconservação, da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Esta pesquisa foi realizada com o apoio financeiro da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

Referências

BIZZI, Luis Augusto et. al. (Org.). Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil. Brasília: CPRM, 2003.

CARVALHO A.M., CLAUDINO-SALES V., MAIA, L.P., CASTROJ.W. A . 2009. Eolianitos de Flecheiras/Mundaú, Costa Nordeste do Estado do Ceará, Brasil: registro ímpar de um paleo-sistema eólico costeiro. In: WINGE M., SCHOBBENHAUS C., SOUZA C.R.G.,

FERNANDES A.C.S., QUEIROZ E.T., BERBERT-BORN M., CAMPOS D.A. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v. 2, p. 121-130.

DELLA FAVERA J.C. 2002. Parque Nacional de Sete Cidades, PI: magnífico monumento natural. In: SCHOBBENHAUS C., CAMPOS D.A., QUEIROZ E.T., WINGE M., BERBERT-

BORN M. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v. 1, p. 335-342.

FERREIRA, R.V.; DANTAS, M.E. Relevo. In: Geodiversidade do Estado do Piauí. Organização Pfaltzgraff, P. A. dos S. M. T.; TORRES, F.S.M.; BRANDÃO, R.L. Recife: CPRM, 2010. p. 47-67. 260 p.

GRAY, M. Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature. 2ª Edição. Londres, John Wiley & Sons, 2013.

HOSE, Thomas Alfred. European geotourism: geological interpretacion and geoconservation promotion for tourists. BARETTINO, Daniel; WINBLEDON, W. A. P.; GALLEGO, Ernesto (eds). Geological heritage: its conservation and management. Madrid: Sociedad Geologica de España, p. 127-146, 2000.

JULIO J., MAGINI C.,MAIA L.P., CASTRO J.W.A. 2012. Ponta de Jericoacoara, CE – Belo promontório de rochas neoproterozoicas associadas a praias e dunas quaternárias com registros de variações do nível do mar. In: WINGE M., SCHOBBENHAUS C., SOUZA C.R.G., FERNANDES A.C.S., BERBERT-BORN M., SALLUN FILHO W., QUEIROZ E.T. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil.

LEAL, C.; CUNHA, L. Proposta de classificação da escarpa dos arrifes do maciço calcário estremenho (Portugal Central) como patrimônio geomorfológico: Inventariação e caracterização dos valores patrimoniais. In: I ENCONTRO LUSO-BRASILEIRO DE PATRIMÓNIO GEOMORFOLÓGICO E GEOCONSERVAÇÃO. Anais... Coimbra, 2014. p.55-61, 2014.

LIMA, Iracilde Maria de Moura Fé; AUGUSTIN, Cristina H. R. R. O relevo do espaço piauiense: aspectos de sua estruturação e evolução. In: VIII Simpósio Nacional de Geomorfologia I Encontro Íbero-Americano de Geomorfologia III Encontro Latino Americano de Geomorfologia I Encontro Íbero-Americano do Quaternário, Anais... Recife, 2010.

LIMA, M.G.de; ANDRADE JÚNIOR, A.S. Climas do estado do Piauí e suas relações com a conservação do solo. In: Climas do Piauí: interações com o ambiente. Organização, Milcíades Gadelha de Lima. [et al.] - Teresina: Edufpi, 2020.144 p.

MEDEIROS, R.M.; CAVALCANTI, E.P.; DUARTE, J.F.M. Classificação climática de Köppen para o Estado do Piauí – BRASIL. In: Revista Equador (UFPI), Vol. 9, Nº 3, p.82 – 99, 2020.

MENDES, Joseane Biazini. Propostas didáticas para o ensino do carste na educação básica. 2013. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

MIGÓN, P. Sandstone geomorphology – recent advances. Geomorphology, v. 373, p.107484, 2021.

NASCIMENTO, Marcos. A. L. do.; ROCHA, Antonio José Dourado; NOLASCO, Marjorie Cseko. Patrimônio geológico e mineiro no nordeste do Brasil. Boletim de geociências paranaense, v. 70, p. 103 – 119, 2013.

PEDREIRA A.J., BOMFIM L.F.C. 2002. Morro do Pai Inácio, BA: marco morfológico da Chapada Diamantina. In: SCHOBBENHAUS C., CAMPOS D.A., QUEIROZ E.T., WINGE M.,

BERBERT-BORN M. (Edit.) Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Brasília: DNPM/CPRM – Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), v. 1, p. 307- 312.

PEREIRA, A. R. Património geomorfológico no litoral sudoeste de Portugal. Finisterra, XXX, v. 59, n. 60, Lisboa, 1995.

RODRIGUES, Silvio Carlos; BENTO, Lilian Carla Moreira. Cartografia da geodiversidade: Teorias e Métodos. In: GUERRA, Antonio José Teixeira; JORGE, Maria do Carmo Oliveira

(Org.). Geoturismo, geodiversidade, geoconservação: abordagens geográficas e geológicas. São Paulo: Oficina de Textos, 2018. p. 137-156.

RODRIGUES, S. C.; ROCHA, M. R.; MOURA, A. A. de. Relevo, paisagem e o potencial turístico no Parque Nacional da Serra da Canastra. 2018. Disponível em: http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal8/Geografiasocioeconomica/Geografia turistica/26.pdf.

TRAVASSOS, L. E. P.; SILVA, G. de S. A. e; BORGES, F. de Ávila C. O Carste e o Geopatrimônio em Júlio Verne: o exemplo de Mathias Sandorf. Ateliê Geográfico, Goiânia, v. 12, n. 2, p. 53–77, 2018. DOI: 10.5216/ag.v12i2.53477. Disponível em: https://revistas.ufg.br/atelie/article/view/53477.

Valoração da geodiversidade da região do Cânion do rio Poti (Ceará/Piauí, Brasil)

Geodiversity valuation of the region of the Poti river Canyon (Ceará/Piauí, Brazil)

Helena Vanessa Maria da Silva
Universidade Federal do Ceará
https://orcid.org/0000-0001-9086-2808
helenavanessa95@hotmail.com

Rubson Pinheiro Maia
Universidade Federal do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-1688-5187
rubsonpinheiro@yahoo.com.br

Lúcio José Sobral da Cunha
Universidade de Coimbra
http://orcid.org/0000-0003-0086-7862
luciogeo@fl.uc.pt

Resumo: O presente artigo objetiva descrever os valores da geodiversidade presente na região do Cânion do rio Poti, de acordo com a classificação de Murray Gray (2004). A pesquisa parte do levantamento bibliográfico, pré-inventário, trabalho de campo e, avaliação qualitativa, conforme ficha de Pereira (2006) para chegar a um ensaio de valoração da geodiversidade da área. Foram identificados 18 Locais de Interesse Geomorfológico (LIGeom), com especial destaque para os valores: científico, educativo, econômico, estético e cultural. Conclui-se que o trabalho de reconhecimento e classificação dos valores da geodiversidade é uma fonte de dados que subsidia a implantação de futuras medidas de geoconservação nesta área. Espera-se que o trabalho das diferentes esferas do poder público, aliadas a iniciativas privadas, em especial dos moradores locais, efetivem medidas que garantam a conservação, divulgação e promoção desta valiosa geodiversidade.

Palavras-chave: Natureza abiótica; Avaliação qualitativa; Geoconservação.

Abstract: Given this, this article aims to describe the values of geodiversity present in the region of the Poti River Canyon, according to the classification of Murray Gray (2004). The research starts from the bibliographical survey, pre-inventory, field work and qualitative evaluation, according to the form of Pereira (2006) to reach a valuation essay of the geodiversity of the area. Eighteen Places of Geomorphological Interest (LIGeom) were identified, with special emphasis on the values: scientific, educational, economic, aesthetic and cultural. One concludes that the work of recognition and classification of geodiversity values is a source of data that subsidizes the implementation of future geoconservation measures in this area. One hopes that the work of the different spheres of public power, allied with private initiatives, especially those of the local residents, will result in measures that guarantee the conservation, publicizing, and promotion of this valuable geodiversity.

Keywords: Abiotic nature; Qualitative evaluation; Geoconservation.

Introdução

De acordo com Cunha et al., (2022) a importância da geodiversidade e do seu estudo pela comunidade científica está bem patente na decisão tomada, em 2021, pelo Conselho Executivo da Organização das Nações Unidas para Educação, Ciência e Cultura (UNESCO)

ao instituir o Dia Internacional da Geodiversidade, dia que foi celebrado globalmente pela primeira vez em 6 de outubro de 2022.

Diante disso, a necessidade de conservação da natureza é um fato concreto, onde a atribuição de valores justifica o ato de proteger, seja a biodiversidade, seja a geodiversidade. A atribuição de valores para a geodiversidade (natureza abiótica) torna evidente um tipo de percepção que “normalmente não se tem sobre este tipo de patrimônio, servindo para justificar e embasar ações de geoconservação que podem vir a ser implementadas em determinada área” (MOCHIUTTI; GUIMARÃES; MELO, 2011, p. 666).

A geodiversidade, no seu todo complexo e sistêmico, regula de modo diverso vários sistemas terrestres ou, talvez melhor, atua como o motor da regulação do próprio sistema Terra (litosfera, atmosfera e hidrosfera), proporciona um conjunto de bens indispensáveis à vida e, particularmente, à vida e ao bem-estar das comunidades humanas, tal como é o substrato de onde deriva e é mantida toda a biodiversidade, a água e os recursos minerais. Além disso é responsável por um conjunto de bens e serviços culturais, com destaque para as paisagens, os elementos geopatrimoniais e o modo com os seres humanos se relacionaram com estes ao longo da História. Por estas razões, a geodiversidade é mais do que aquilo que nos suporta; é também aquilo que nos une e que nos identifica enquanto seres humanos (CUNHA et al., 2022).

Assim, a atribuição de valores para a geodiversidade pode ser compreendida como “uma forma de descrever a contribuição da natureza para a qualidade da vida no planeta, provendo uma boa relação entre os estudos da geodiversidade com os da biodiversidade” (SILVA; NASCIMENTO, 2016, p. 341). Dessa maneira, o presente artigo objetiva descrever os valores da geodiversidade presentes na região do Cânion do rio Poti. Tomando por base a classificação de Gray (2004), foram identificados diversos valores, buscando-se assim destacar a importância e a necessidade de conservação da geodiversidade da região supracitada.

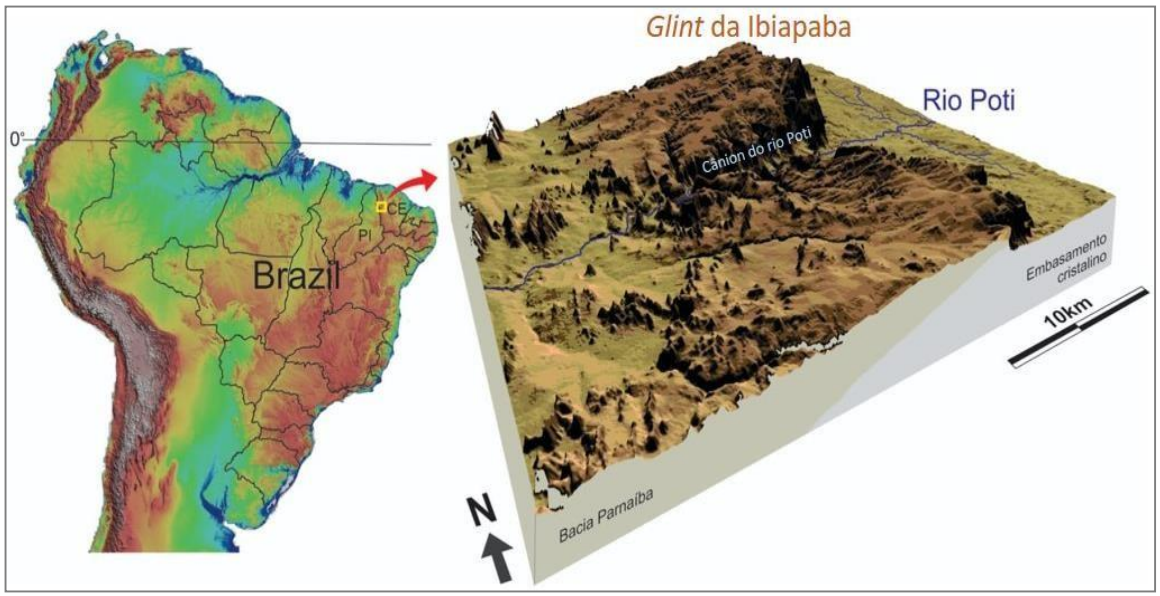
Ademais, aplicou-se a ficha de avaliação qualitativa desenvolvida por Pereira (2006), que corresponde a uma subetapa do material voltado para inventariação de Locais de Interesse Geomorfológico (LIGeom), adaptada para a presente pesquisa. Cabe destacar que LIGeom englobam paisagens de grande beleza cênica, que podem ser tanto individuais, quanto de paisagens mais amplas, morros, picos, cachoeiras, entre outras e designam o conjunto de formas de relevo, e ou depósitos correlativos, de grande valor para a sociedade (PANIZZA, 2001).

Área de estudo

A região do Cânion do rio Poti situa-se no Nordeste do Brasil, na divisa dos estados do Ceará (CE) e Piauí (PI) e corresponde a um vale inciso do tipo U, que secciona os arenitos da Formação Serra Grande orientado no sentido E-W. A referida área estende-se pelos municípios de Crateús (CE), Buriti dos Montes (PI), Castelo do Piauí (PI) e Juazeiro do Piauí (PI). De acordo com Azevedo (2007) o Cânion do rio Poti fica localizado no médio curso do rio homônimo, que tem uma extensão total de aproximadamente 550 Km e que drena uma bacia com 52.202 Km². Suas nascentes estão situadas nos relevos elevados da Serra dos Cariris Novo, Fazenda Jatobá, localidade Olho-d'água da Gameleira, município de Quiteranópolis, na região centro-oeste do estado do Ceará.

Barreto, Costa e Claudino-Sales (2012, p. 31) enfatizam que o traçado do rio Poti é "sinuoso em direção ao leste piauiense, quando ele disseca a depressão periférica. Ao adentrar no front da Serra da Ibiapaba, seu vale adquire a forma de cânion bastante encaixado". Faz assim um corte transversal no Glint da Ibiapaba, feição de relevo importante que estabelece a divisa entre os estados do Ceará e do Piauí. A seguir, na figura 1, pode-se observar a entrada do Cânion do rio Poti na Serra da Ibiapaba, têm-se um panorama do leito do rio Poti com evidente controle estrutural e encaixe do rio nas estruturas geológicas do substrato.

Figura 1 - Cânion do Rio Poti e morfologia do canal.



Fonte: Organização dos autores (2023).

Vale ressaltar que a área de estudo corresponde a vertente do rio Poti com feição do tipo Cânion que tem 180 km de extensão (BARROS, 2022). São 30 km (aproximadamente)

pertencentes ao município de Crateús, portal de entrada do Cânion do rio Poti, e 150 km (aproximadamente) abrangendo os municípios de Buriti dos Montes, Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí.

Materiais e métodos

Para realização deste artigo utilizou-se o levantamento bibliográfico em ferramentas de buscas: Periódicos CAPES - Web of Science e Scopus, Scielo, Plataforma Sucupira e Google Acadêmico referente às temáticas de geodiversidade, valores da geodiversidade e geoconservação. Em seguida, foi realizado um pré-inventário com a definição do(s) objetivo(s) principal(is): foco de análise, identificação do meio físico previamente estudado e, delimitação da área de trabalho.

A seleção dos Locais de Interesse Geomorfológico (LIGeom) baseou-se na técnica ad hoc. Esta técnica, descrita por Sharples (2002), consiste em uma estratégia de consulta a especialistas, a residentes locais que conheçam a área de interesse, busca em referenciais bibliográficos (revistas, textos científicos e redes sociais) e trabalhos de campo para identificar locais que se enquadram no objetivo da pesquisa. Dessa forma, foi realizado um levantamento sistemático obtido com base em trabalhos científicos já publicados e em outras informações que se encontram disponíveis e divulgadas na internet, principalmente nos sites das prefeituras dos municípios, além de publicações em blogs, YouTube, perfis e páginas de algumas redes sociais, como o Facebook e Instagram.

Após o trabalho de campo, foi utilizado a classificação dos valores da geodiversidade proposta por Murray Gray (2004), na obra intitulada: Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature, tido como referência para classificação através das categorias principais (intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo) aplicadas aos valores da geodiversidade para a região do Cânion do rio Poti.

Ademais, aplicou-se a ficha de avaliação qualitativa desenvolvida por Pereira (2006), que corresponde a uma subetapa do material voltado para inventariação dos LIGeom, adaptada para a presente pesquisa (Quadro 1).

Quadro 1 - Avaliação qualitativa dos Locais de Interesse Geomorfológico (LIGeom) na região doCânion do rio Poti.

FICHA A		
1 - IDENTIFICAÇÃO		
Autor:_____	Data: ___/____/_____	Código de referência (ID):

Nome:		Município: Estado:
Altitude:	Latitude:	Longitude:
Tipo de propriedade: ( ) Pública ( ) Privada ( ) Não definida		
2 - AVALIAÇÃO		
A - Valor	Funcional: ( ) muito baixo ( ) baixo ( ) médio ( ) elevado ( ) muito elevado	
	Científico: ( ) baixo ( ) médio ( ) elevado ( ) muito elevado	
	Educativo: ( ) baixo ( ) médio ( ) elevado ( ) muito elevado	
	Cultural: ( ) muito baixo ( ) baixo ( ) médio ( ) elevado ( ) muito elevado	
	Estético: ( ) muito baixo ( ) baixo ( ) médio ( ) elevado ( ) muito elevado	
	Econômico: ( ) muito baixo ( ) baixo ( ) médio ( ) elevado ( ) muito elevado	
	Turístico: ( ) muito baixo ( ) baixo ( ) médio ( ) elevado ( ) muito elevado	
B – Potencialidades de usos	Acessibilidade: ( ) muito difícil ( ) difícil ( ) moderada ( ) fácil ( ) muito fácil	
	Visibilidade: ( ) muito fraca ( ) fraca ( ) moderada ( ) boa ( ) muito boa	
	Outros valores: (geológicos/geomorfológicos, paleontológico, entre outros) e/ou culturais (arqueológico, religioso, entre outros)	
	Uso atual (exemplo: lazer, recreação, turístico, econômico): ( ) sem uso ( ) com uso	
C – Necessidade de proteção	Deterioração: ( ) fraca ( ) moderada ( ) avançada	
	Proteção legal: ( ) adequada ( ) moderada ( ) insuficiente	
Síntese (Valor + Potencialidades de usos + Necessidade de proteção):		

Fonte: Adptado de Pereira (2006).

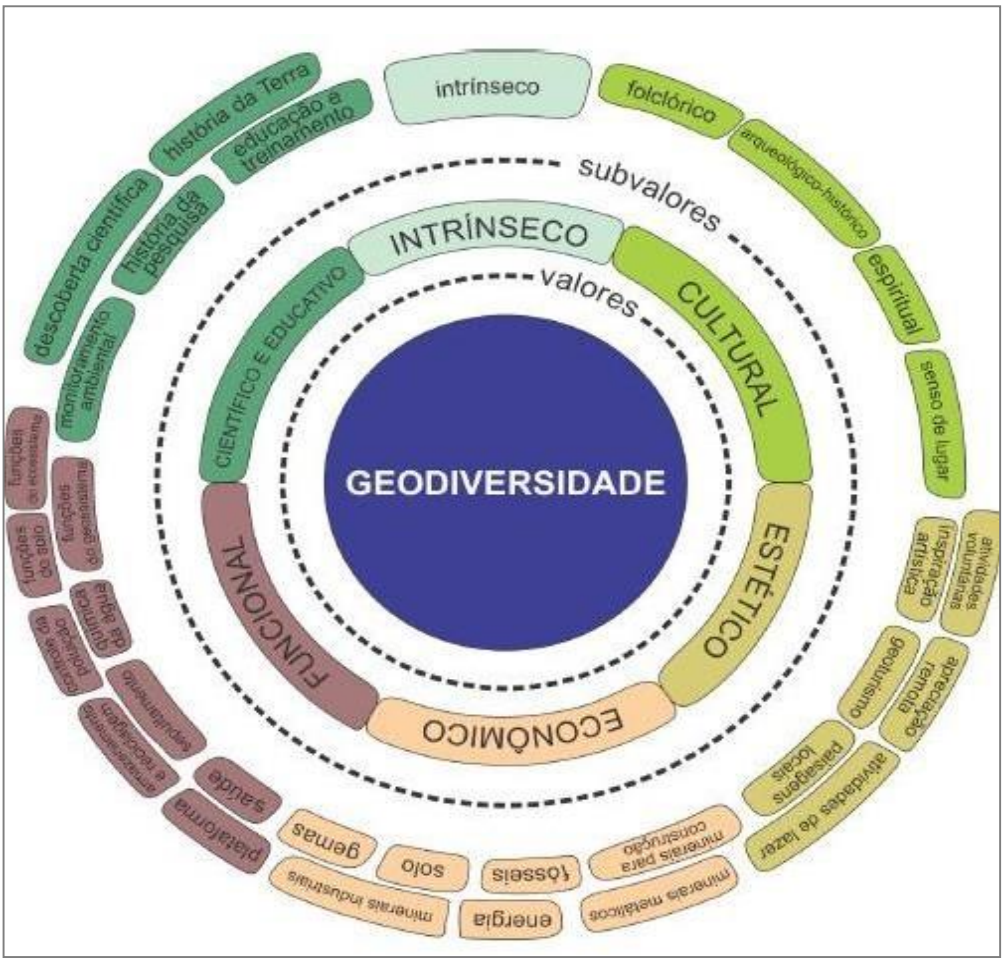
Valores da geodiversidade da região do Cânion do rio Poti

Termo amplo e abrangente, permitindo diferentes interpretações e abordagens o conceito de geodiversidade não é oficializado pela comunidade científica internacional. Sem oficialização de conceitos e sua aceitação ou adoção em larga escala, toma-se por base a definição proposta por Gray (2013, p. 12), que entende a geodiversidade como

> a variedade natural (diversidade) de elementos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, topografia, processos físicos), do solo e hidrológicos. Isso inclui suas assembleias, estruturas, sistemas e contribuições para as paisagens.

Gray (2004), propõe os seguintes valores e subvalores da geodiversidade (Figura 2). O autor trabalha a geodiversidade com a definição de 6 valores (intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico/educacional), em que integra 32 subvalores.

Figura 2 - Valores e subvalores da geodiversidade.



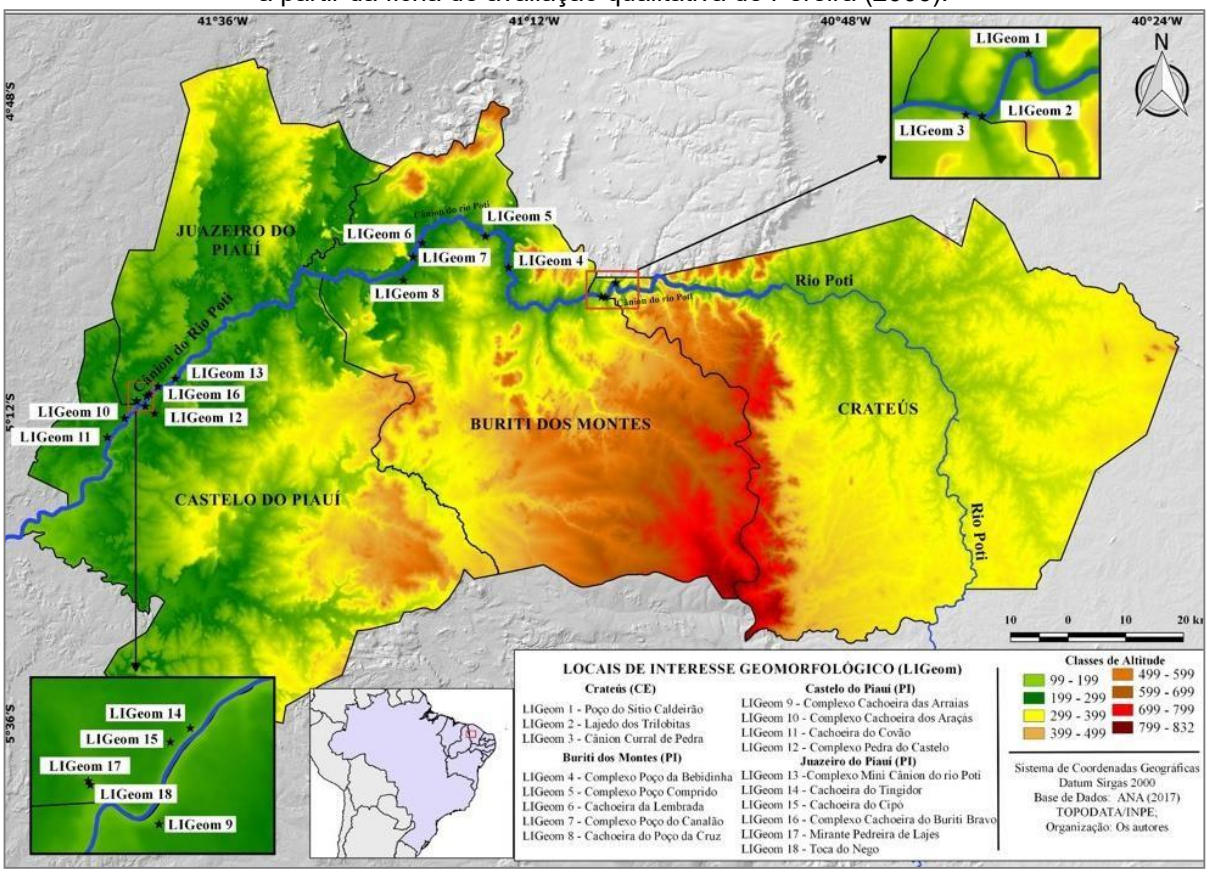
Fonte: Gray, 2004.

Mochiutti et al., (2012), enfatizam que os componentes da geodiversidade estão associados à valores fundamentais. Tais benefícios, segundo Costa e Oliveira (2018, p. 214) podem ser, por exemplo,

> o contato direto com o solo e a rocha em trilhas, a contemplação da paisagem geomorfológica em mirantes ou a recreação em cursos hídricos [...]. Isso torna importante a conservação desses ambientes e geossistemas, no desenvolvimento e na manutenção de tais atividades, que se traduzem em lazer, educação, eco e geoturismo.

Na região do Cânion do rio Poti foram identificados 18 Locais de Interesse Geomorfológico (LIGeom) e diversos valores associados conforme ficha de avaliação qualitativa adaptada de Pereira (2006) (Figura 3). Os pontos selecionados correspondem a locais inventariados na pesquisa de doutorado em desenvolvimento. Busca-se assim destacar a importância e a necessidade de conservação da geodiversidade na área.

Figura 3 - Locais de Interesse Geomorfológico (LIGeom) identificados na região do Cânion do rio Poti a partir da ficha de avaliação qualitativa de Pereira (2006).



Fonte: Organização dos autores (2023).

Ressalta-se que a maioria das nomenclaturas utilizadas para os LIGeom nesta pesquisa advém de toponímias ou denominações já utilizadas pelos moradores da região, guias e/ou visitantes. Já o termo “Complexo” usado em algumas terminologias apresentadas acima se refere a locais que combinam de modo sinérgico vários elementos de interesse em uma mesma área. A seguir, serão apresentados de forma sucinta os valores identificados dando destaque aqueles mais facilmente reconhecíveis para cada situação na área de estudo.

Valor intrínseco

Segundo Brilha (2005) o valor intrínseco é o mais subjetivo dos valores atribuído a geodiversidade, está ligado à relação Ser Humano/Natureza, o que torna o processo de avaliação uma tarefa extremamente complicada considerada um atributo subjetivo e de difícil assimilação. O Ser Humano é parte integrante da Natureza e a geodiversidade faz parte da Natureza, tendo um valor independente dos outros elementos. Em termos gerais, o valor intrínseco é atribuído à geodiversidade pelo simples fato dela existir, independente de sua utilidade para qualquer ser vivo

Valor funcional

O valor funcional da geodiversidade é atribuído de acordo com a capacidade que o elemento natural abiótico tem para a contribuição do bem-estar humano, ou seja a importância dada ao fato de geodiversidade estar atrelada à Natureza, enquanto suporte e facilitador das atividades e ações antrópicas, bem como do modo como facilitam a instalação dos biomas e elementos da biodiversidade (GRAY, 2004; MOCHIUTTI et al., 2011).

Dando enfoque para a região do Cânion do rio Poti observa-se a valoração ecológica existente, a área é refúgio de fauna bastante peculiar e contendo espécies endêmicas, sendo também um espaço de manutenção de vegetação da Caatinga no semiárido nordestino (Figura 4).

Figura 4 - Natureza abiótica como sustentação da vegetação Caatinga, LIGeom Cachoeira do Tingidor (período chuvoso), município de Juazeiro do Piauí (PI).

Fonte: Conheça o Piauí, 2019.

Valor econômico

O valor econômico é o valor financeiro da geodiversidade, de acordo com Gray (2004) têm sido explorado ao longo dos séculos pelas sociedades humanas que encontram nestes elementos toda a gama de materiais necessários para o atual progresso tecnológico (recursos minerais, industriais, comerciais, na construção civil, metálicos, preciosos, agregados e energéticos). Brilha (2005) afirma que o valor econômico resulta do grau de satisfação das necessidades do Ser Humano, sendo que a evolução da sociedade esteve

sempre dependente da utilização de elementos da geodiversidade, como: petróleo, carvão, gás natural, minerais radioativos, a construção de hidrelétricas em locais que apresentam condições propícias devido às características geológicas e geomorfológicas.

Na região do Cânion do rio Poti a extração de quartzito (rocha ornamental) nos municípios de Castelo do Piauí e Juazeiro do Piauí respondem por quase 100% das exportações piauienses de produtos de base mineral, conferindo-lhes a denominação de Polo de Mineração e Garimpo de Rochas Ornamentais (BRASIL, 2008). Nesse sentido, observa-se a relação entre um dos elementos da geodiversidade (rocha) e a valoração econômica atribuída a exploração da (quartzito) reconhecendo a pluralidade dos interesses entre os atores envolvidos na lavra e na comercialização (Figura 5).

Figura 5 - Extração de quartzito próximo ao LIGeom Mirante Pedreira de Lajes.

Fonte: Conheça o Piauí, 2019.

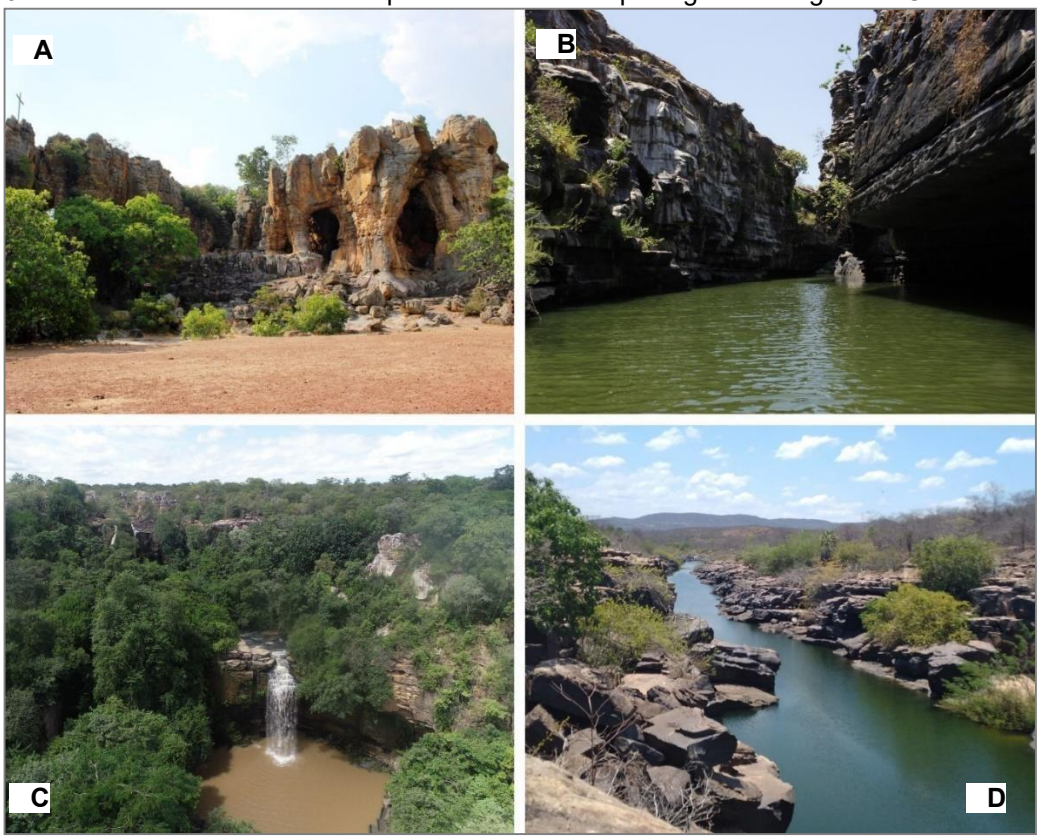
Valor estético

Assim como o valor intrínseco, o valor estético é também difícil de ser mensurado já que não é possível quantificá-lo, e cada pessoa tem uma percepção diferente do que é a beleza, ou seja, a subjetividade é inerente ao observador. “Percebe-se que a contemplação da paisagem é algo praticado de forma consensual, ou seja, muita gente acha a paisagem bonita, mas definir o grau de beleza da paisagem ou mesmo quanto uma paisagem é mais

bonita do que outra é algo muito subjetivo e discutível" (NASCIMENTO; MANSUR; MOREIRA, 2015, p. 49).

A região do Cânion do rio Poti possui formas de relevo únicas e reveladoras de processos geomorfológicos representativos e peculiares (Figura 6).

Figura 6 - Valor estético associado a espetacularidade das paisagens na região do Cânion do rio Poti.



A – LIGeom Complexo Pedra do Castelo (Castelo do Piauí); B – LIGeom Complexo Poço Canalão (Buriti dos Montes); C – LIGeom Complexo Cachoeira das Arraias (Castelo do Piauí) e D – LIGeom Cânion Curral de Pedra (Cratéus). **Fonte:** Os autores (2023).

Em função dos seus valores estético-paisagísticos (a espetacularidade), os LIGeom devem ser conservados e até mesmo usufruídos. Vale destacar que o termo espetacularidade em associação com discussões ligadas à geodiversidade é análogo aquilo que é espetacular, grandioso, o que revela representatividade, integridade, raridade, excepcionalidade, locais capazes de expressar, de forma singular, uma parte da evolução da superfície da Terra, para assim ser tido como de valor patrimonial (LEAL; CUNHA, 2014; LOPES, 2017; PEREIRA, 2006; SILVA; AQUINO; AQUINO, 2021).

O valor estético também pode estar associado ao potencial turístico. Assim, "o turismo em áreas naturais ou de forma mais específica, o ecoturismo, é apenas um exemplo do valor estético que pode ser atribuído à geodiversidade" (MOCHIUTTI et al., 2011, p. 655). Na região do Cânion do rio Poti, conforme Silva e Aquino (2022) já se configura uma atividade

turística consolidada. Já existe uma forte relação entre a paisagem e o turismo, tendo por base atividades ecoturísticas (turismo de natureza), além do segmento turístico de aventura. O local é indicado e muito procurado para prática de esportes de aventura como rapel, canoagem, ciclismo e trekking (Figura 7).

Figura 7 - Atividades ecoturísticas desenvolvidas no LIGeom Complexo Poço Canalão.

Fonte: Juscelino Reis.

Valor cultural

Gray (2004) enfatiza que o valor cultural diz respeito àquele que o ambiente físico abiótico possui para determinadas sociedades, em razão de seu significado social, ou comunitário. Nesses significados, inclui-se a história/arqueologia (evidências da presença de civilizações antigas na forma de registros rupestres, por exemplo). Referente à relevância de um determinado elemento da geodiversidade para um determinado grupo social. Pereira, Rios e Garcia (2016, p. 200) enfatizam que “a sacralização de geoformas ou a denominação de locais em associação com geoformas características são exemplos desta valorização e da significância [...] para a humanidade”. “É originário assim da forte interdependência entre o

desenvolvimento social, cultural e/ou religioso e o meio físico circundante" (NASCIMENTO; MANSUR; MOREIRA, 2015, p. 49).

Na região do Cânion do rio Poti são encontradas riquezas de sítios arqueológicos (gravuras e pinturas) (Figura 8).

Figura 8 - Arte rupestre encontrada na região do Cânion do rio Poti.

A – Gravura rupestre no LIGeom Complexo Poço da Bebidinha (Buriti dos Montes – PI); B –Gravura rupestre no LIGeom Lajedo dos Trilobitas (Crateús – CE); C – Em destaque pintura rupestre no LIGeom Toca do Nego (Juazeiro do do Piauí – PI) e D – Gravura rupestre no LIGeom Poço do Sítio Caldeirão (Cratéus – CE). **Fonte:** A e C: Juscelino Reis, 2019.

A íntima relação entre elementos da geodiversidade e as comunidades humanas na região do Cânion do rio Poti também pode ser observada na influência na religiosidade popular, através da espiritualidade (misticismo) e da existência de lendas (Figura 9). Essa conexão pessoa-paisagem também reflete e defende relações sensíveis ao lugar.

Figura 9 - Valor espiritual (religioso) a partir da figura de romeiros no LIGeom Complexo Pedra do Castelo (Castelo do Piauí – PI).

Fonte: Lage et al., 2009.

Valor científico e educativo

Por fim, têm-se os valores científico e educativo que segundo Mochiutti et al., (2012) talvez sejam os valores mais preciosos atribuídos à geodiversidade. O valor científico tem como base o acesso e posterior estudo da geodiversidade, tanto em âmbito fundamental como aplicado. No primeiro caso, é útil para conhecer e interpretar a geodiversidade e consequentemente reconstituir a história da Terra. Já o de caráter aplicado auxilia para melhorar a relação entre as pessoas com a geodiversidade, que ajuda as populações a evitar, por exemplo, áreas de potenciais de riscos geológicos (vulcanismo, terremoto, etc.) (REVERTE, 2014). Já o valor educativo da geodiversidade está intimamente relacionado à educação em Ciências da Terra com a geodiversidade. Ela pode ocorrer tanto com atividades educativas formais (ensinos fundamental, médio e superior) como informais (público em geral) (NASCIMENTO; MANSUR; MOREIRA, 2015).

Na região do Cânion do rio Poti, conforme o Serviço Geológico do Brasil - CPRM (2022), destacam-se as potencialidades de aproveitamento dos valores científico e educativo. Do ponto de vista científico, observa-se que as litologias da Formação Cabeças apresentam estratificação plano-paralela, feições que indicam movimentação de sedimentos por arraste

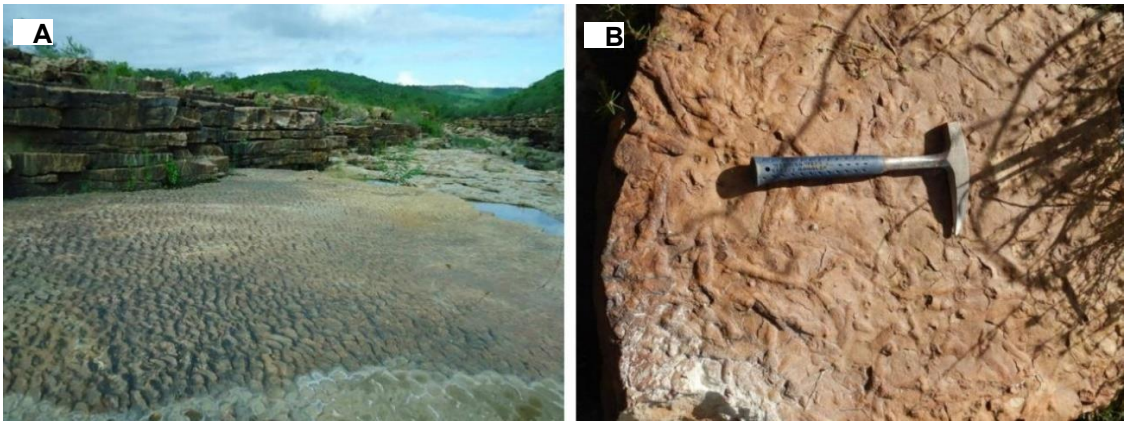
com evidentes sinais de intemperismo físico, químico e biológico, presença de grande movimentação de blocos e planos de falhas e fraturas. Ainda se podem observar os níveis de sílica e sinais de forte processo de silicificação do arenito que, de modo localizado, se assemelha a um quartzito (Figura 10) (CPRM, 2022).

Figura 10 - Processos geológico-geomorfológico observados no LIGeom Cachoeira da Lembrada (Buriti dos Montes).

A: Movimentação de blocos e planos de falhas e fraturas; B: Processo de silicificação do arenito. **Fonte:** CPRM, 2022.

Há também a presença marcante e característica de marcas de ondulação indicativas de deposição em ambiente com agitação por água (Figura 11) e manifestações paleontológicas, como exemplo os icnofósseis, que evidenciam a deposição em água rasa de um ambiente de intermaré.

Figura 11 - Características científicas observadas no LIGeom Lajedo dos Trilobitas (Crateús – CE).



A: Marcas de ondas indicativas de deposição em ambiente com agitação por água. B: Icnofósseis (rastros de pequenos seres vivos, trilobitas). **Fonte:** CPRM, 2022.

Quanto ao valor educativo da região do Cânion do rio Poti, em função da sua rica geodiversidade, esta constitui um excelente cenário para a realização de atividades educativas no campo das Geociências (Geologia, Geografia, Pedologia, Geomorfologia, Hidrografia), entre outras áreas, como Biologia, Arqueologia, Paleontologia e Turismo.

Na área supracitada, já são realizadas várias saídas de campo com o intuito do aprendizado se tornar muito mais eficaz, uma vez que há a possibilidade de aliar a teoria àquilo que pode ser visto, tocado e vivido (Figura 12).

Figura 12 - Atividades de campo realizada no LIGeom Complexo Pedra do Castelo (Castelo do Piauí – PI).

Fonte: Augusto Júnior (2023).

Com base no que foi exposto compreende-se que o reconhecimento dos valores da geodiversidade da região do Cânion do rio Poti proporciona discutir questões referentes à conservação da área. A diversidade e abundância de valores encontrados conferem à região do Cânion do rio Poti particularidades e potencialidades a partir de uma riqueza patrimonial inquestionável.

Considerações Finais

A região do Cânion do rio Poti possui patrimônio associado aos valores da geodiversidade que lhe atribuem um potencial para o desenvolvimento de atividades interpretativas, didáticas, científicas, de turismo, entre outros. A área possui exuberante riqueza que pode ser direcionada a públicos diversificados, podendo contribuir para a conservação do patrimônio e para a difusão/popularização das geociências.

Em relação aos valores observados, os mais facilmente reconhecíveis para cada Local de Interesse Geomorfológico (LIGeom) foram: o valor intrínseco atribuído a toda geodiversidade da região do Cânion do rio Poti; o valor cultural para os LIGeom Poço do Sítio Caldeirão, Lajedo dos Trilobitas, Complexo Poço da Bebidinha, Complexo do Poço Comprido, Cachoeira do Covão, Complexo Mini Cânion do rio Poti e Toca do Nego, associado principalmente a aspectos arqueológicos, presença de arte rupestre (pinturas e gravuras), além de aspectos religiosos do LIGeom Complexo Pedra do Castelo, com lendas e misticismo. O valor estético para os LIGeom Complexo Poço da Bebidinha, Complexo Poço Canalão e Complexo Mini Cânion do rio Poti, que por questões morfoestruturais permitem uma visão privilegiada dos grandes paredões do Cânion do rio Poti, além de cachoeiras que compõem uma paisagem exuberante (LIGeom Cachoeira Tingidor, Complexo Cachoeira dos Araçás, Complexo Cachoeira das Arraias, entre outras) e por processos singulares de erosão diferencial eólica e pluvial, associada ao intemperismo, principalmente físico e químico (LIGeom Complexo Pedra do Castelo).

O valor econômico tem seu reconhecimento no LIGeom Mirante Pedreiras de Lajes, com a extração de quartzito. O valor funcional é expressivo na grande maioria dos LIGeom. Todos os LIGeom tem valoração científica, já foram objetos de estudo seja de artigos científicos, monografias, dissertações ou teses. O LIGeom Complexo Poço Canalão, Complexo Mini Cânion do rio Poti e Cachoeira da Lembrada por sua vez, permitem enfatizar o caráter de valoração científica a partir, por exemplo, de discussões sobre o controle estrutural imprimido ao cânion como marca facilitadora da sua instalação. Já o valor educativo pode ser constatado no conjunto total dos 18 LIGeom. A identificação destes valores só reforça e contextualiza a importância das ações de geoconservação.

Espera-se que as diferentes esferas do poder público, aliadas a iniciativas privadas em especial dos moradores locais, efetivem medidas que garantam a conservação, divulgação e promoção desta geodiversidade, através, por exemplo, do pleno funcionamento das 6 Unidades de Conservação (UC's) já existentes na área (Área de Proteção Ambiental Boqueirão do Poti; Parque Estadual do Cânion Cearense do rio Poti; Parque Estadual Cânion do rio Poti; Parque Natural Municipal Castelo; Reserva Particular do Patrimônio Natural - RPPN Marvão e Área de Proteção Ambiental Serra da Ibiapaba).

Agradecimentos

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeo) - Universidade Federal do Ceará (UFC), ao Laboratório de Geomorfologia (LAGECO), da Universidade Federal do Ceará (UFC) e ao Grupo de Pesquisa GEOCON - Geodiversidade, Geopatrimônio e Geoconservação, da Universidade Federal do Piauí (UFPI). Esta pesquisa foi realizada com o apoio financeiro da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP).

Referências

AZEVEDO, Benedito Rubens Luna de. A importância socioambiental da bacia hidrográfica do rio Poty na formação da identidade piauiense. Carta Cepro, Teresina, v. 24, n. 1, p. 54-59, 2007.

BARRETO, L. L., COSTA, L. R. F. CLAUDINO-SALES, V. C. Cânion do rio poti: contribuição para a geomorfologia estrutural do oeste cearense. In: Aguiar, P. F., Meireles, A. J. A. (Orgs.). Relevo cearense: perspectivas de análises. Porto Alegre: Liro, 2012.

BARROS, J. S. Cânion do rio Poti: um cenário da história geológica planetária da Bacia do Parnaíba. Revista da Academia de Ciências do Piauí, v. 3, n. 3, 2022, p. 01-07. https://periodicos.ufpi.br/index.php/acipi/article/view/1706

BRASIL. Ministério de Minas e Energias. Departamento Nacional de Produção Mineral. Anuário Mineral Brasileiro. Brasília, DF: DNPM, v. 35. 2008, 861p. http://antigo.mme.gov.br/web/guest/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao- mineral/entidades-vinculadas/dnpm

BRILHA, J. Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005. http://www.dct.uminho.pt/docentes/pdfs/jb_livro.pdf

COSTA, N. M. C.; OLIVEIRA, F. L. Trilhas: “Caminhos” para o geoturismo, a geodiversidade e a geoconservação. In: Guerra, A. J. T., Jorge, M. C. O. (Orgs.). Geoturismo, geodiversidade, geoconservação: abordagens geográficas e geológicas. São Paulo: Oficina de Textos, 2018, p. 201-227.

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Avaliação geotécnica dos Cânions do rio Poti, Buriti dos Montes, PI. Barros, J. S., Filho, J. M. O., Filho, I. B. O., Fernandes, R. J. A. R., Nascimento, J. R. S. (Orgs.). Divisão de Geologia Aplicada – DIGEAP, Departamento de Gestão Territorial – DEGET, 2022. https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/22710

CUNHA, L., MASSOQUIM, N., FIGUEIREDO, C., FERREIRA, M. M., COSTA, S., BRASIL, C. CEGOT e Departamento de Geografia e Turismo comemoram o 1º Dia Internacional da Geodiversidade (6 de outubro de 2022). Cadernos de Geografia, Coimbra, 46, 2022, p. 117-122.

GRAY, M. Geodiversity: Valuing and conserving biotic nature. London: John Wiley and Sons, 2004.

GRAY, M. Geodiversity: Valuing and conserving abiotic nature. 2ª Edição. Londres, John Wiley & Sons, 2013.

LAGE, M. C. S. M., SILVA, J. C., MAGALHÃES, S. M. C., CAVALCANTE, L. C. D., MARTINS, L., FERRARO, L. A restauração do Sítio Arqueológico Pedra do Castelo. CLIO Arqueológica, v. 24, n. 2. 2009. https://periodicos.ufpe.br/revistas/clioarqueologica/article/view/246708

LEAL, C.; CUNHA, L. Proposta de classificação da escarpa dos arrifes do maciço calcário estremenho (Portugal Central) como patrimônio geomorfológico: Inventariação e caracterização dos valores patrimoniais. Atas/Proceedings I Encontro Luso-Brasileiro de Património Geomorfológico e Geoconservação. Coimbra, 2014, p. 55-61. https://www.researchgate.net/publication/297405562_I_ENCONTRO_LUSO-BRASILEIRO_DE_PATRIMONIO_GEOMORFOLOGICO_E_GEOCONSERVACAO

LOPES, L. S. O. Estudo metodológico de avaliação do patrimônio geomorfológico: aplicação no litoral do estado do Piauí. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco. Pernambuco – Recife, 2017. https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/28468

MOCHIUTTI, N. F., GUIMARÃES, G. B., MELO, M. S. Os valores de geodiversidade da região de Piraí da Serra, Paraná. Geociências. São Paulo, v. 30, n.4, 2011, p. 651-668. http://revistageociencias.com.br/geociencias-arquivos/30_4/Art_12_Mochiutti_et_al.pdf

MOCHIUTTI, N. F., GUIMARÃES, G. B., MOREIRA, J. C., LIMA, F. F., FREITAS, F. I. Os

valores da Geodiversidade: Geossítios do Geopark Araripe/CE. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. Rio de Janeiro, v. 35, n. 1, 2012, p. 173-189. http://dx.doi.org/10.11137/2012_1_173_189

NASCIMENTO, M. A. L. DO, MANSUR, K. L., MOREIRA, J. C. Bases conceituais para entender geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo. Revista Equador. Teresina, v.04, n. 03, 2015, p. 48-69.

https://www.researchgate.net/publication/280925520_BASES_CONCEITUAIS_PARA_ENTENDER_GEODIVERSIDADE_PATRIMONIO_GEOLOGICO_GEOCONSERVACAO_E_GEOTURISMO

NASCIMENTO, M. A. L., RUCHKYS, U. A., MANTESSO-NETO, V. Geodiversidade,

Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para conservação do patrimônio geológico. 2008, Sociedade Brasileira de Geologia - SBE.

PANIZZA, M. Geomorphosites: concepts, methods and examples of geomorphological survey. Chinese Sci. Bull, v. 46, 2001, p. 4-6. https://doi.org/10.1007/BF03187227

PEREIRA, P. J. S. Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação - aplicação ao Parque Nacional de Montesinho. Braga, 2006. Tese (Doutorado em Ciências – Geologia). Universidade do Minho, Braga. http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6736

PEREIRA, R. G. F. A., RIOS, D. C., GARCIA, P. M. P. Geodiversidade e Patrimônio Geológico: ferramentas para a divulgação e ensino das Geociências. Terrae Didatica, v. 12, n. 3, 2016, p. 196-208. http://dx.doi.org/10.20396/td.v12i3.8647897

REVERTE, F. C. Avaliação da geodiversidade em São Sebastião – SP, como patrimônio geológico. São Paulo, 2014. Dissertação (Mestrado em Mineralogia e Petrologia). Universidade de São Paulo, São Paulo. https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44144/tde-26112014-150607/pt-br.php

SHARPLES, C. Concepts and Principles of Geoconservation. Tasmanian Parks and Wildlife Service, 2002.

SILVA, M. L. N.; NASCIMENTO, M. A . L. Os valores da geodiversidade de acordo com os serviços ecossistêmicos sensu Murray Gray aplicados a estudos in situ na cidade de Natal (RN). Caderno de Geografia, v. 26, n. 2, 2016, p. 338-354. https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2016v26nesp2p338

SILVA, H. V. M., AQUINO, C. M. S., AQUINO, R. P. Geoheritage of the municipalities of Juazeiro do Piauí, Novo Santo Antônio, São João da Serra, and Sigefredo Pacheco, Piauí State, Brazil. Geoheritage, v. 13, n. 48, 2021, p. 1/48-18. https://doi.org/10.1007/s12371-021-00576-6

SILVA, H. V. M.; AQUINO, C. M. S. A espetacularidade das paisagens do Cânion do rio Poti e seu potencial para o geoturismo, Piauí, Brasil. Espaço em Revista, Goiânia, v. 24, n. 1, 2022, p. 394-422. https://periodicos.ufcat.edu.br/espaco/article/view/69041

Avaliação da capacidade de carga do Geossítio Pedra da Galinha Choca, Quixadá-CE, Brasil

Evaluation of the carrying capacity of the Geosite Pedra da Galinha Choca, Quixadá-CE, Brazil

Wilber Madson Pinheiro Holanda
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE
0009-0003-4149-166X
wilber.madson.pinheiro04@aluno.ifce.edu.br

Caroline Vitor Loureiro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE
0000-0002-1870-6744
caroline.loureiro@ifce.edu.br

João Luís Sampaio Olímpio
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE
0000-0002-7152-1968
joao.olimpio@ifce.edu.br

Mailton Nogueira da Rocha
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE
0000-0002-6856-9290
mailton.rocha@ifce.edu.br

Resumo: O turismo em ambientes naturais em áreas acessadas por trilhas ocorre, frequentemente, de forma predatória. Neste trabalho buscou-se obter a capacidade de carga turística da Trilha Pedra da Galinha Choca, localizada na Unidade de Conservação Monumento Natural dos Monólitos de Quixadá, Semiárido Cearense, objetivando gerar informações que auxiliem na gestão e planejamento sustentáveis. Esta pesquisa utilizou a metodologia de Cifuentes (1992) da avaliação da Capacidade de Carga Turística (CCT). Na resolução das fórmulas aplicadas, foi necessário se submeter às variáveis físicas da Capacidade de Carga Turística (CCT) do método supracitado. A partir da pesquisa, foi possível determinar a capacidade de suporte da trilha, sendo a Capacidade de Carga Efetiva (CCE) de 68 visitantes/dias e 24.820 visitantes/ano. Os resultados podem se tornar uma ferramenta para o planejamento ambiental e prevenção de impactos, direcionando à gestão do turismo da cidade uma alternativa de controle eficaz no gerenciamento das visitas.

Palavras-chave: Unidade de Conservação, Capacidade de Carga Turística, Turismo sustentável.

Abstract: Tourism in natural environments in areas accessed by trails often occurs in a predatory manner. In this work, we sought to obtain the tourist carrying capacity of the Pedra da Galinha Choca Trail, located in the Natural Monument of Quixadá Monoliths Conservation Unit, Semiarid Ceará, aiming to generate information that assists in sustainable management and planning. This research used the methodology of Cifuentes (1992) of the evaluation of the Tourist Carrying Capacity (CCT). In solving the formulas applied, it was necessary to submit to the physical variables of the Tourist Carrying Capacity (CCT) of the aforementioned method. From the research, it was possible to determine the support capacity of the trail, being the Effective Carrying Capacity (CCE) of 68 visitors/day and 24,820 visitors/year. The results can become a tool for environmental planning and impact prevention, directing the city's tourism management to an effective control alternative in the management of visits.

Keywords: Conservation Unit, Tourism Carrying Capacity, Sustainable Tourism.

Introdução

O crescimento do mercado turístico intensificou-se nas últimas décadas devido à busca pelo contato e aproximação com a natureza como forma de entretenimento ou lazer. Uma das atividades que propiciam estes momentos são as trilhas, as quais são percursos que levam a um determinado atrativo. Entretanto, essas visitações podem gerar diversos impactos ambientais.

Além de uma prática de lazer, as atividades em trilhas, quando realizadas respeitando as limitações do ambiente, podem propiciar aprendizados e a conscientização, caso estejam pautadas nas diretrizes da Educação Ambiental (EA). Portanto, propiciam mecanismos que aproximam a sociedade do ambiente natural em sua condição menos alterada, bem como auxiliam na compreensão do quanto a atuação antrópica já modificou os ecossistemas. No entanto, para que estas atividades ocorram de forma responsável e dentro do viés da sustentabilidade é fundamental que sejam executadas considerando a capacidade de suporte ambiental, no caso, a capacidade de carga turística.

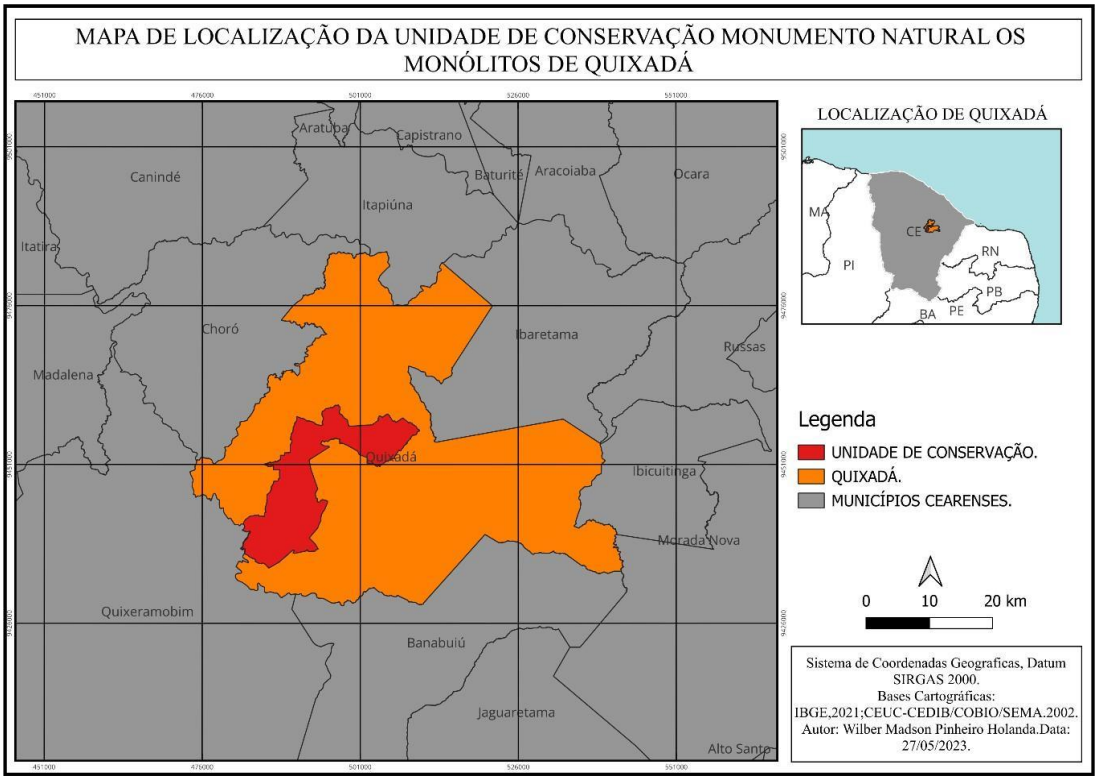
Em áreas exploradas pelo turismo e por visitantes locais é fundamental a avaliação da capacidade de carga turística, pois os ecossistemas mais sensíveis ficam ainda mais suscetíveis aos impactos relacionados à presença dos visitantes (Brasil, 2021). Nesse contexto, para que o turismo exista sem causar danos ao meio ambiente é necessário estar de acordo com a capacidade de carga (Cabral et al., 2008).

A capacidade de carga turística, segundo Cifuentes (1992), é o número máximo de visitas durante um período estabelecido, segundo as condições físicas, biológicas e ecológicas do ambiente. Cifuentes et al. (1999) complementam afirmando que a capacidade de carga turística é uma importante ferramenta de gestão para medir o impacto do turismo em áreas naturais protegidas em que ocorre visitação. Além disso, aponta que a capacidade de carga turística resulta da avaliação de outros elementos como a Capacidade de Carga Física (CCF), da Capacidade de Carga Real (CCR) e da Capacidade de Carga Efetiva (CCE).

É importante ressaltar que as trilhas que ocorrem em Unidades de Conservação (UC) devem seguir os objetivos do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) - Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000 –, bem como as orientações descritas nas “Diretrizes para Visitação em UCs” - documento que estabelece princípios, recomendações e normas objetivando organizar a visitação em UCs, além de enfatizar a visitação como instrumento de sensibilização da sociedade (Brasil, 2021). No entanto, as práticas de trilhas ocorrem muitas vezes em não conformidade com as potencialidades naturais, resultando na descaracterização do ambiente gerando a depredação da geodiversidade e a degradação da biodiversidade.

A partir desta problemática, o município de Quixadá, estado do Ceará (Figura 1), possui um potencial turístico de relevância internacional, sendo que muitos desses atrativos estão em áreas naturais, principalmente em locais que predominam a presença inselbergs, onde o único acesso é por trilhas, consequentemente, por não haver sinalização de advertência ambiental estes ambientes são afetados negativamente pelas ações antrópicas.

Figura 1 – Mapa de localização do município de Quixadá, Ceará.



Fonte: Os autores (2023).

A principal trilha do município é a da Pedra da Galinha Choca. O local é o mais visitado do município porque está situado próximo ao açude Cedro, recebendo turistas semanalmente, alguns dos quais são grupos praticantes de atividades em trilhas. Por ser aberta ao público e sem restrições, a trilha é frequentemente visitada, mas não há informações que tragam um viés da educação ambiental, tampouco o controle da visitação.

A trilha se encontra bastante afetada com impactos mais severos em vários pontos do percurso, principalmente em virtude da quantidade significativa de resíduos sólidos despejados, a retirada da vegetação pela abertura de trechos secundários, a compactação do solo por pisoteio e a depredação dos monumentos naturais.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é realizar a avaliação da capacidade de suporte da Trilha Pedra da Galinha Choca, situada em área de Unidade de Conservação (UC) Monumento Natural os Monólitos de Quixadá (MONA), a fim de subsidiar a gestão deste

território com o viés de estabelecer um planejamento de controle do número de visitações adequadas ao ambiente dessa área.

A MONA está inserida dentro da área da Proposta do Geoparque Sertão Monumental, integrando os territórios municipais de Quixadá e Quixeramobim, os quais apresentam um enorme potencial geoturístico. As pesquisas culminaram na iniciativa da Proposta em 2019 (Freitas et al., 2019), cujo objetivo é a preservação e a conservação do geopatrimônio, mas também fomentando o uso sustentável dos aspectos de valores ambientais, físicos e naturais, históricos e culturais, de relevância científica e educacional.

A Pedra da Galinha Choca foi incluída como um dos geossítios da Proposta Geoparque Sertão Monumental, tendo sido quantificada como de relevância internacional, tendo em vista o seu grande potencial turístico, mas também de valor científico, educacional, histórico e cultural. O conceito do termo Geossítio, segundo Brilha (2005), representa:

> A ocorrência de um ou mais elementos da geodiversidade (aflorantes quer em resultados da ação de processos naturais quer devido à intervenção humana), bem delimitado geograficamente e que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural, turístico [...]. (Brilha, 2005, p.52).

Obter o controle dessas áreas frequentemente visitadas e que possuem um valor significativo para a cidade de relevância turística, científica, educacional e cultural que sofrem constantemente com impactos causados pelas ações antrópicas, é extremamente necessário para se manter a conservação do local desenvolvendo em conjunto com a gestão do turismo do município um planejamento de manejo da Trilha Pedra da Galinha Choca.

Para isso, foi utilizado um modelo de análise possível de ser replicado para as outras trilhas já conhecidas do público e que também requerem melhorias no planejamento e gestão do uso.

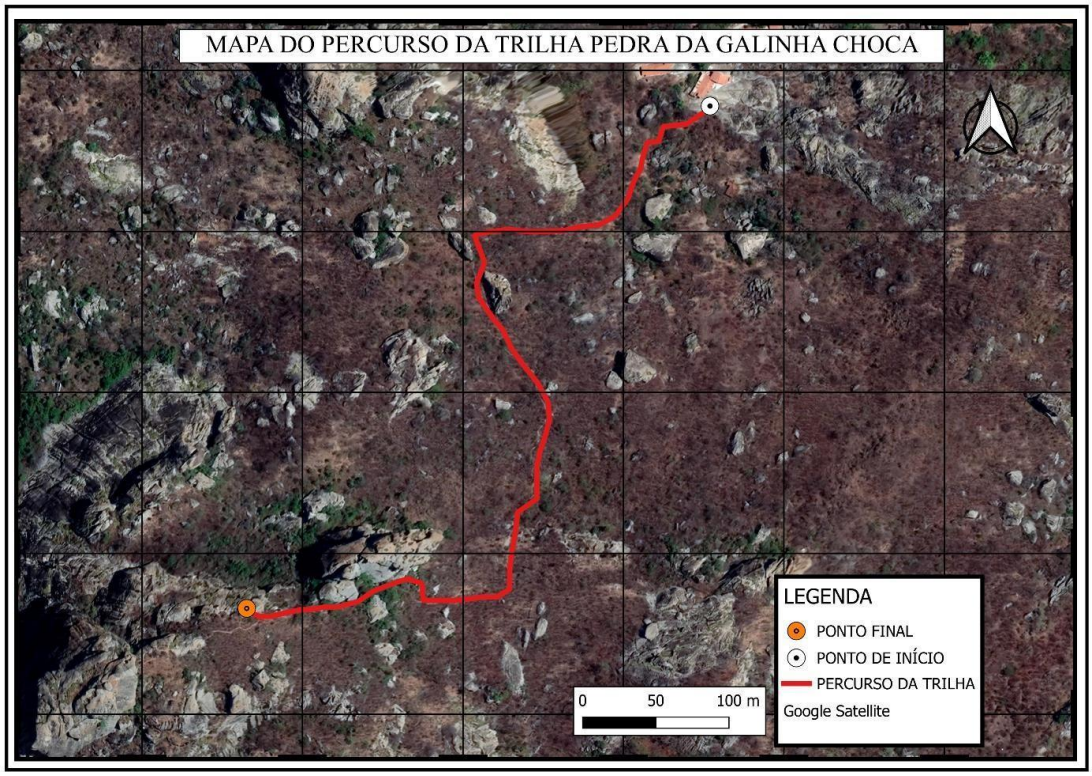
Área de estudo: Trilha da Pedra da Galinha Choca

O município de Quixadá é marcado por seu relevo singular devido ao seu grande campo de inselbergs. Olímpio et al. (2021) conceituam inselbergs como “relevos excepcionais, e que têm sua gênese associada à meteorização diferencial em rochas mais resistentes, devido à condicionantes mineralógicos, petrológicos ou ao fraturamento com relevância científica” (p.29).

Por ser um inselberg com vertentes íngremes, o percurso da trilha é de nível médio devido a presença de obstáculos naturais como rampas e blocos rochosos. A distância percorrida na trilha é de 780 m até o ponto final (Figura 2), contendo pontos de descanso e mirantes para a apreciação da paisagem. O terreno do percurso da trilha se encontra bem

degradado dificultando em alguns pontos a acessibilidade, principalmente nos locais que se tornam mais íngremes. A estimativa de tempo para a realização da trilha é de uma hora seguindo até o topo da Pedra da Galinha Choca.

Figura 2 – Percurso da Trilha Pedra da Galinha Choca.



Fonte: Os autores (2023).

A vegetação presente está associada a unidade fitoecológica da Caatinga. Ocorrem, em sua maior parte, o porte arbustivo denso ou aberto. Com relação aos aspectos climáticos, a área de estudo está classificada como tropical quente semiárido, a pluviosidade média é 838,1 mm anuais, com chuvas entre fevereiro a abril e as temperaturas médias estão entre 26º a 28ºC (Ipece, 2017). O geossítio é conhecido por sua “geoforma” peculiar que assemelha-se a uma galinha (CPRM, 2022). Além disso, compõe a beleza cênica junto às margens do açude Cedro (Figura 3).

Figura 3 – Pedra da Galinha Choca, açude Cedro.

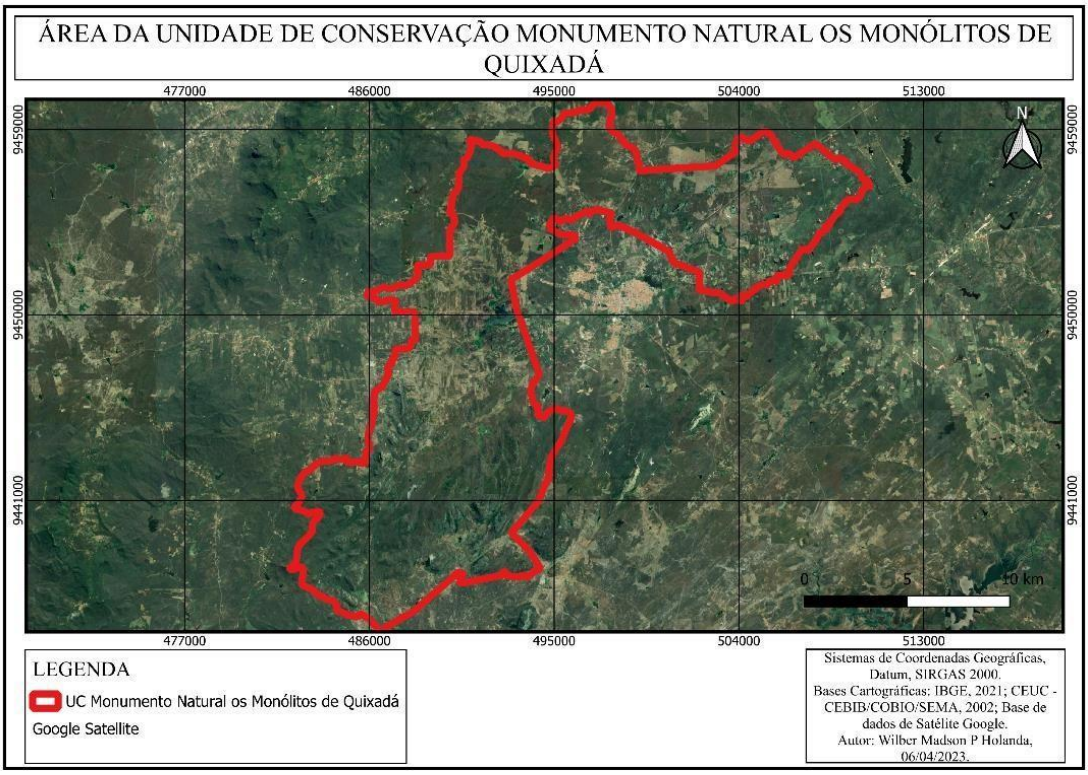
Fonte: Os autores (2023).

A Pedra da Galinha Choca é uma formação granítica que faz parte da tipologia classificada por Maia et al. (2015) dos inselbergs do tipo II. Segundo Maia et al (2015):

> Os inselbergues do tipo 2, caracterizam-se pela densidade de fraturamento. Nesses casos as feições que melhor caracterizam esses inselbergues estão relacionadas ao desmembramento do corpo rochoso e ao colapso de blocos. Esses inselbergues não são passíveis de classificação segundo padrões de concavidade ou convexidade exibindo uma morfologia caótica resultante sobretudo da meteorização termoclástica e da esfoliação (Maia et al., 2015, p. 246).

A área de estudo está inserida na área na Unidade de Conservação MONA os Monólitos de Quixadá (Figura 4). Essa UC tem como responsável pela administração a Secretaria Estadual do Meio Ambiente, com o dever de proteger o patrimônio geológico da área delimitada por lei. Além disso, ocupa cerca de 28.759,56 hectares do território municipal (Sema, 2013). Vale ressaltar que o MONA é uma UC de Proteção Integral (Sema, 2002).

Figura 4 – Mapa de Localização da UC Monumento Natural os Monólitos de Quixadá.



Fonte: Os autores (2023).

Segundo o art.2º do Decreto nº 26.805, de 25 de outubro de 2002, são objetivos específicos da UC Monumento Natural os Monólitos de Quixadá:

> Art. 2º. São objetivos específicos:
> I - Preservar os inselbergs existentes pela sua raridade, singularidade e grande beleza cênica;
> II - Proporcionar à população regional métodos e técnicas apropriadas ao uso do solo, de maneira a não interferir no funcionamento dos refúgios ecológicos, assegurando a sustentabilidade dos recursos naturais e respeito às peculiaridades histórico-culturais, econômicas e paisagísticas locais, com ênfase na melhoria da qualidade de vida dessa comunidade;
> III - Ordenar o turismo ecológico, científico e cultural e as demais atividades econômicas compatíveis com a conservação ambiental;
> IV - Desenvolver, na população regional, uma consciência ecológica e conservacionista.

Os inselbergs de Quixadá fazem parte também da Associação Mundial de Montanhas Famosas (World Famous Mountains Association – WFMA). Essa associação foi fundada em 2009, em Lushan, na China, tendo como objetivo o fortalecimento na comunicação, intercâmbio e cooperação entre montanhas famosas do mundo, dos países integrantes (SEMA, 2013), além de promover o turismo sustentável e a proteção ambiental entre os continentes.

Tombada em 2004 pelo Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), a UC Monumento Natural dos Monólitos de Quixadá fazem parte também do Sistema de Categorias de Gestão de Áreas Protegidas da União Internacional para a Conservação da Natureza (UICN), ocupando a categoria III (Sema,2013).

Fundamentação Teórica

O conceito de geodiversidade mais sustentado atualmente foi formulado por Gray (2004) na definição proposta pela Royal Society for Nature Conservation do Reino Unido (2004), onde “a geodiversidade consiste na variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem as paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são suporte para a vida na terra” (Gray, 2004).

Por ser contemplada com a riqueza natural dos inselbergs, onde sua grande maioria estão em áreas abertas ao público sem limitações, são acessadas por trilhas. Entretanto, como argumentam Carvalho e Bóçon (2004), “a visitação em um ambiente natural é realizada por meio de caminhos pela floresta, ou trilhas previamente delimitadas, que são implementados e mantidos de acordo com o objetivo e característica de cada sítio. (Carvalho; Bóçon, 2004, p. 23).

Contudo, todas as trilhas localizadas dentro da UC Monumento Natural os Monólitos de Quixadá são áreas protegidas pela Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000. O Monumento Natural é um tipo de UC de proteção integral que possibilita um manejo de uso múltiplo, onde são permitidas as atividades compatíveis com o viés da sustentabilidade, que se utilizem dos recursos naturais com formas renováveis, preservando o ecossistema (Brasil, 2000).

As UCs são áreas territoriais ambientais com características naturais relevantes que tem como objetivo a preservação da biodiversidade sob administração especial, como instrumento de proteção da gestão territorial pelo poder público (Brasil, 2000). Como uma das principais formas de intervenção, as UCs têm como plano principal preservar e conservar o sistema ecológico, assim, reduzindo impactos antrópicas.

De acordo com Lei nº 9.985, de 18 de Julho de 2000, do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), as UCs dividem-se em dois grupos, sendo Unidade de Proteção Integral (PI) que entende-se como a “[...] manutenção dos ecossistemas livres de alterações causadas por interferência humana, admitido apenas o uso indireto dos seus atributos naturais.” e Unidade de Uso Sustentável (US) que tem com a finalidade da “[...] exploração do ambiente de maneira a garantir a perenidade dos recursos ambientais renováveis e dos processos ecológicos, mantendo a biodiversidade e os demais atributos ecológicos [...]” (Brasil, 2000, p.13).

Metodologia

Para a realização deste estudo foram percorridas as seguintes etapas metodológicas: a) Levantamento bibliográfico acerca dos conceitos-chaves da temática, a fim de construir a fundamentação teórica da pesquisa; b) Trabalho em campo para as medições, marcações de pontos e observações do ambiente; c) Etapa de gabinete para análise e processamento dos dados, bem como a geração dos produtos cartográficos.

Os cálculos da capacidade de carga da trilha tiveram como base a metodologia descrita por Cifuentes (1992). Para o autor, a Capacidade de Carga Turística (CCT) se divide em três níveis: Capacidade de Carga Física (CCF), Capacidade de Carga Real (CCR) e Capacidade de Carga Efetiva (CCE). A CCF pode ser obtida através da relação entre espaço disponível e o espaço ideal de ocupação por pessoa. Enquanto a CCR é obtida submetendo a CCF a fatores de correção inerentes a cada área estudada. Por fim, a CCE é dada através da restrição da CCR em função das possibilidades de manejo e administração do local.

Cálculo da Capacidade de Carga Física (CCF): é dada a partir da relação entre os fatores de visita (horário e tempo de visita), espaço disponível e a necessidade de espaço por visitante. O cálculo será obtido pela fórmula desenvolvida por Cifuentes et al. (1999) (equação 1):

$$CF = \frac{S}{} \times NV$$

Onde: S = superfície disponível, em metros lineares; sp = superfície usada por pessoas; NV = número de vezes que a trilha poderá ser visitada pela mesma pessoa em um dia. Equivale a (equação 2):

$$NV = Hv / tv$$

Onde: Hv = Horário de visita; tv = Tempo necessário para visitar cada trilha.

Cálculo da Capacidade de Carga Real (CCR): nesse cálculo a CCF é submetida a fatores de correção como: fatores sociais, erodibilidade, precipitação, acessibilidade, fechamentos temporais. Neste estudo, utilizamos os Fatores Sociais (FCsoc) e Erodibilidade (FCero).

O Fator de Carga Social (FCsoc) corresponde ao fator de correção que tem como objetivo estabelecer um sistema de controle das visitações limitando o número de grupos por vez na trilha. Portanto, consideramos que cada grupo seja formado por 10 pessoas (número sugerido), onde cada uma dessas pessoas ocupam um espaço de um m2 para percorrer a trilha, serão 50 metros (número sugerido) entre os grupos, mais nove metros de cada pessoa, contabilizando um total de 59 metros.

Assim, temos: Número de grupos = comprimento da trilha/distância grupos; NP = Número de pessoas; NP = Número de grupos*10 Ml = magnitude limitante Ml = comprimento da trilha.

A Erodibilidade (FCero) corresponde aos pontos de erosão encontrados durante o percurso da trilha. Foram encontrados 7 pontos de erosão com feições de sulcos e ravinas que somados formam 230 metros aplicados na equação 3:

$$FCero = 1 - \frac{mpe}{}$$

Onde: mpe = metros de trilha com problemas de erodibilidade. mt = metros totais de trilha.

Cálculo da Capacidade de Carga Efetiva (CCE): representa o número máximo de visitas que se pode permitir com o mínimo de danos ao ambiente. Cifuentes (1992) sugere como valor 75% para a capacidade de manejo (equação 4).

$$CCE = CCR \times CM$$

Onde: CCR = Capacidade de Carga Real; CM = Capacidade de Manejo (Soma de condições que os gestores da área necessitam para poder cumprir eficazmente suas funções e objetivos).

Resultados

A Pedra da Galinha Choca é a trilha mais visitada da cidade e procurada pelos turistas, com isto, também é a trilha mais degradada. Por exemplo, as pichações em rochas (Figura 5) são infrações, conforme a Lei de Crimes Ambientais, lei nº 9.605 de 12 de fevereiro de 1998, pois a referida legislação aponta esta prática como vandalismo e crime ambiental.

Figura 5 – Pichações em Rocha na Trilha Pedra da Galinha Choca.

Fonte: Os autores (2023).

A retirada da vegetação possibilita a aceleração da erosão do solo. O percurso da trilha consiste em 780 metros, onde 230 metros apresentam intensa erosão no solo ocorrendo em sua maior parte o processo de ravinamento com profundidades variáveis (Figura 6). Há uma grande quantidade de formações de sulcos pelo escoamento superficial concentrado da água da chuva através das linhas de fluxo, bem definidas em maior parte do percurso, apresentando equivalente a 30% da trilha com trechos de erosão. Cole et al. (1995) e Hammit et al. (1998) afirmam que os fatores principais da degradação do solo é a compactação e erosão decorrentes da utilização da área.

Figura 6 – Formação de Ravina na Trilha Pedra da Galinha Choca.

Fonte: Os autores (2023).

A trilha da Pedra da Galinha Choca atrai uma quantidade significativa de visitantes semanalmente e grupos de trilheiros que chegam a quase 60 pessoas em um único dia. Sem nenhum controle de manejo, sinalizações, placas indicativas e/ou informativas adequadas durante o percurso, torna-se ainda maior a deterioração do ambiente natural da trilha.

A partir do método de aplicação para avaliar a capacidade de carga turística de Cifuentes (1992), conseguimos obter os resultados da Carga Física, Real e Efetiva da trilha submetendo a fatores de correção Social e de Erodibilidade. Os resultados são apresentados abaixo:

Cálculo da Capacidade de Carga Física (CCF):

S = superfície disponível, em metros lineares = 780m.

sp = superfície usada por pessoas = 1 m².

tv = tempo gasto para realizar a visitação = 1,5 h

Hv= horas disponíveis para visitação considerando-se as horas de luminosidade = 8h

NV = número de vezes que a trilha poderá ser visitada pela mesma pessoa em um dia

Portanto:

NV = 8h/1,5h = 5,33.

NV= 5,33 visitas.

CCF = 780/1x5,33 = 4.157,4.

Portanto, a CCF da trilha da Pedra da Galinha Choca é de 4.157,4 visitas/dia.

Cálculo da Capacidade de Carga Real (CCR):

O Fator de Carga Social (FCsoc); Na prática, temos:

Número de grupos = comprimento da trilha/distância grupos = 780/60 = 13 grupos.

NP = Número de pessoas = 10.

NP = Número de grupos*10 = 13*10 = 130 pessoas podem percorrer o caminho simultaneamente.

Ml = magnitude limitante = 650.

Ml = comprimento da trilha – NP = 780 -130 = 650. FCsoc = 1-Ml/Mt = 1-650/780 = 0,166.

FCsoc = 0,166.

Fator de Carga Erodibilidade (FCero);

Onde:

mpe = metros de trilha com problemas de erodibilidade = 230m. mt = metros totais de trilha = 780m.

Portanto:

FCero = 1-(230/780) = 0,705.

FCero = 0,705.

Cálculo da Capacidade de Carga Efetiva (CCE):

Onde:

CCR = Capacidade de Carga Real = 486.

CM = Capacidade de Manejo = 75% (Soma de condições que os gestores da área necessitam para poder cumprir eficazmente suas funções e objetivos)

Portanto:

CCE= 486 x 75%= 366,05.

CCE = 366,05 visitas.

Portanto, considerando a CCE (366,05) e o número de vezes que a trilha poderá ser visitada pela mesma pessoa em um dia (5,33), ao se dividir esses números, obtemos que a trilha da Pedra da Galinha Choca pode suportar 68 visitantes/dias e 24.820 visitantes anuais.

Durante os trabalhos de campo da pesquisa, foi possível observar grupos numerosos, de cerca de 40 visitantes, realizando o percurso da trilha. Considerando que por dia vários grupos percorrem a trilha, sobretudo durante os finais de semana, e associando-se ao pisoteio, compactação do solo e formação de ravinas e voçorocas observados na área, torna-se evidente que a Trilha da Pedra da Galinha Choca está sob excessiva pressão ocasionada pelo elevado número de visitantes.

Conclusões

Na busca por alternativas que valorizem os aspectos bióticos e abióticos da natureza e fortaleçam a conexão do homem com o meio, elencamos as atividades realizadas em trilhas como mais viáveis, sejam trilhas de ecoturismo, lazer ou educativas. Mas se praticadas sem

nenhuma sensibilização ambiental podem acarretar diversas problemáticas ao ambiente como foi apresentado na Trilha da Pedra da Galinha Choca.

No objetivo de aliar atividades em trilhas a preservação e conservação, consideramos que a Trilha Pedra da Galinha Choca necessita de um plano de manejo de acordo com as determinações dos resultados alcançados na pesquisa da Capacidade de Carga Turística (CCT). Obter o controle da Capacidade de Carga Turística (CCT) resulta na diminuição dos impactos causados pelo descontrole das visitações. Com os dados obtidos podemos direcionar a gestão do turismo da cidade à uma alternativa de controle eficaz na organização das visitas ao local. Implementar a sinalização coerentes com seguimento da Educação Ambiental fortalece também a redução de danos ao meio natural. O uso da metodologia de cálculo da capacidade de carga como ferramenta administrativa de planejamento ambiental se torna eficaz na prevenção de impactos pelo excesso de carga. O mesmo método e aplicação pode ser usado em outras trilhas que apresentam uma quantidade significativa de impactos causados ao meio natural.

Contudo, a abrangência da pesquisa não abarcou com todos os fatores de correções limitantes das vertentes físicas disponibilizadas por Miguel Cifuentes (1992) em sua metodologia da CCT, tendo em vista a ausência de algumas informações e a inexistência do controle de manejo da gestão dessas áreas que integram a UC como apresenta o caso da Trilha da Pedra da Galinha Choca, esses fatores demandam tempo para serem coletadas e analisadas como o Fator de Precipitação (FP), Fator de Acessibilidade e o Fator de Infraestrutura (FI) que podem ser aplicados na área de pesquisa.

Por fim, com o estabelecimento da CCT dos preceitos técnicos delineados e apresentados na pesquisa, abre possibilidades que podem ser utilizadas no intuito de subsidiar no planejamento da gestão de manejo da UC Monumento Natural os Monólitos de Quixadá, bem como compor-se na contribuição da Proposta Geoparque Sertão Monumental no desenvolvimento sustentável das áreas de relevância turística.

Agradecimentos

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE pelo financiamento da bolsa de pesquisa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica- PIBIC/IFCE.

Referências

BRASIL. LEI Nº 9.605, DE 12 DE FEVEREIRO DE 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm> Acesso em: 12 mai. 2021.

BRASIL. LEI No 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm> Acesso em: 21 mar. 2022.

BRASIL. MMA (Ministério do Meio Ambiente). Elaboração de trilhas interpretativas: As trilhas ecológicas como recurso pedagógico para a educação ambiental. Brasília, 2021.

BRILHA, J.B.R. Património geológico, geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga, Portugal: Palimage, 2005. 190p.

CABRAL, Z.; MATIAS, A. R.; ROCHA, A. C.; ARRUDA, M.; AMARAL, P. D. A. A importância do plano de manejo nas UCs para o desenvolvimento de um turismo sustentável. Anais... II Seminário Internacional de Turismo Sustentável. Fortaleza – CE, 2008.

CARVALHO, Joema; BÓÇON, Roberto. Planejamento do traçado de uma trilha interpretativa através da caracterização florística. Floresta, v. 34, n. 1, 2004.

CIFUENTES Arias, M.; MESQUITA, C. A. B.; MENDÉZ, J.; MORALES, M. E.; AGUILAR, N; CANCINO, D; GALLO, M; JOLÓN, M.; RAMÍREZ, C.; RIBEIRO, N.;

SANDOVAL, E.; TURCIOS, M. Capacidad de carga turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica, 1999. Disponível em: < http://awsassets.panda.org/downloads/wwfca_guayabo.pdf> Acesso em: 12 mai. 2021.

CIFUENTES, M. Determinación de capacidad de carga turística en áreas protegidas.

CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico nº. 194. Turrialba, Costa Rica. 1992.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Mapa de reservas e produção de ouro no Brasil. [Rio de Janeiro], 1996.

FERREIRA, B. S. T. R; PINHEIRO, S. E. Mapeamento e análise da capacidade de carga antrópica nas trilhas do Campus da Universidade Federal do Amazonas. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013.

FREITAS, L.C.B.; MONTEIRO, F.A.D.; FERREIRA, A.D.M.; MAIA, R.P.M. Geoparque Sertão Monumental – CE, Proposta. Brasília: CPRM, 2019.

GRAY M. (2004) – Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. John Wiley and Sons, Chichester, England, p. 434, 2004.

HAMMITT, W.; COLE, D. Wildland recreation: ecology and management. 2ª ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

MAIA, R. P. et.al. Geomorfologia do campo de inselbergs de Quixadá, nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 16, n. 2, p. 239-253, 2015.

OLÍMPIO, J. L.S.; MONTEIRO, F.A.D.; FREITAS, L.C.B.; ALMEIDA, L.T.; ALCANTARA, A.P.; LOUREIRO, C.V.; NASCIMENTO, M.L.; MAIA, R.P. (2021). O que sabemos sobre os inselbergues de Quixadá e Quixeramobim, Nordeste do Brasil? William Morris Davis Revista de Geomorfologia,v. 2, p. 19-42, 2021.

SALES, V. C., OLÍMPIO, J. L. S., MAIA, R. P., MONTEIRO, F. A. D., FREITAS, L. C. B., FERREIRA, R. V., ... & ALCÂNTARA, A. P. D. (2022). Geoparque sertão monumental, estado do Ceará: contribuição à análise da geodiversidade. Sertão Cult.

SEMA. Monumento Natural Monólitos de Quixadá, 2013. Disponível em: < https://www.sema.ce.gov.br/2013/05/31/monumento-natural-monolitos-de-quixada/#:~:text=O%20Monumento%20Natural%20Os%20Mon%C3%B3litos,'%20e%2039%C2%B0%2006'.> Acesso em: 21 mar. 2022.

Associação da geodiversidade com a formação de micro-habitats no geossítio Gruta do Magé, Quixadá-CE, Brasil

Association of geodiversity with the formation of microhabitats in the Magé cave geosite, Quixadá-CE, Brazil

Nathália Késia Gomes de Souza
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Quixadá
0009-0001-1444-824
nathalia.kesia.gomes08@aluno.ifce.edu.br

Raissa Beatriz Forte Cruz
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Quixadá
0009-0000-0804-3513
raissa.beatriz.forte08@aluno.ifce.edu.br

Caroline Vitor Loureiro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Quixadá
0000-0002-1870-6744
caroline.loureirol@ifce.edu.br

João Luís Sampaio Olimpio
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Quixadá
0000-0002-7152-1968
joao.olimpio@ifce.edu.br

Lucas Vitoriano Azevedo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Quixadá
0009-0004-9989-8750
lucas.vitoriano.azevedo07@aluno.ifce.edu.br

Resumo: O município de Quixadá, Sertão Central do Ceará, se destaca pela presença de inselbergues que conferem ao município uma atrativa geodiversidade à pesquisadores e visitantes, desta forma, integra o território da Proposta Projeto Geoparque Sertão Monumental. Um dos geossítios de relevância nacional da proposta é a Gruta do Magé. O geossítio abriga diferentes geoformas e distintas espécies vegetais. Buscando entender a associação entre geodiversidade e a formação de micro-habitats, considerando a importância que a geodiversidade desempenha na sustentação dos elementos bióticos, a pesquisa se propôs a analisar como a geodiversidade está associada à formação desses ambientes. Por meio de levantamento bibliográfico e visitas ao local utilizando o método de caminhamento de Filgueiras et al. (2004), foram identificados três micro-habitats, sendo eles: bacias de dissolução, faces sombreadas e solos coluviais.

Palavras-chave: Inselbergue; Caatinga; Geoparque.

Abstract: The municipality of Quixadá, located in the Central Backlands of Ceará, stands out due to the presence of inselbergs that provide the municipality with an attractive geodiversity for researchers and visitors. In this way, it is part of the territory of the Proposed Monumental Backlands Geopark Project. One of the nationally relevant geosites of the proposal is the Magé Cave. The geosite harbors different geoforms and distinct plant species. Seeking to understand the association between geodiversity and the formation of micro-habitats, considering the importance that geodiversity plays in supporting biotic elements, the research aimed to analyze how geodiversity is linked to the formation of these environments. Through literature review and on-site visits using the walking method by Filgueiras et al. (2004), three micro-habitats were identified: dissolution basins, shaded faces, and colluvial soils.

Keywords: Inserlberg; Caatinga; Geopark.

Introdução

Segundo a *Royal Society for Nature Conservation* do Reino Unido, a geodiversidade pode ser entendida como a diversidade de ambientes geológicos naturais, fenômenos e processos ativos, como as paisagens, as rochas, os minerais e os solos, os quais contribuem como sustentáculo da variedade biótica no planeta. Assim, a biodiversidade está intimamente relacionada e condicionada pela geodiversidade, na medida em que os fatores bióticos encontram as circunstâncias necessárias à subsistência nos elementos abióticos da Terra (Brilha, 2005).

O semiárido cearense abriga características naturais ímpares da geodiversidade, como planaltos de maciços cristalinos e sedimentares, com ocorrência de superfícies aplainadas e predomínio de relevos residuais. Esse domínio é caracterizado por apresentar climas extremos, secas e irregularidade pluviométrica. Na base do cristalino possui insuficiência hídrica, incidindo na adaptação das espécies ali presentes. A elevada variedade de espécies e diversidades fisionômicas é característica das Caatingas, bioma do território (Olímpio *et al*., 2021).

No contexto geológico do estado do Ceará, o município de Quixadá se destaca, principalmente, pela diversidade e excepcionalidade do campo de inselbergues presente em seu território. Em resumo, podemos entender Inselbergues como elevações isoladas de relevos residuais, possuindo significativa resistência à erosão. Os inselbergues de Quixadá, segundo Olímpio *et al.* (2021), “São feições esculpidas em rochas graníticas exumadas que resultaram em diversas formas de meso e microescala”. Compostos por rochas gnáissico-migmatítico (Olímpio *et al.*, 2021). Considerando a relevância geológica presente no município, diante a diversidade e complexidade das potencialidades e limitações que esses ambientes promovem no território, a criação de Geoparque surge como alternativa para o desenvolvimento territorial desse espaço (Souza, 2022).

Em vista disto, o município de Quixadá, juntamente com o município de Quixeramobim, compõe o território da Proposta do Projeto Geoparque Sertão Monumental. De acordo com os estudos iniciais, o território abriga dois geossítios de relevância internacional, onze sítios de relevância nacional e sete sítios de relevância local/regional, em sua maioria compostos por paisagens graníticas onde se destacam inselbergues de diferentes tipos e tamanhos (Freitas *et al*., 2019).

Além de variar em tipos e tamanhos, os inselbergues se destacam por suas geoformas diversas, originado por processos de ação erosivas que modelam os elementos da geodiversidade, resultando em formações de lajedos, bacias de dissolução, *tafoni*, caneluras, *boulders* (Olímpio, 2021). As geoformas presentes em formações rochosas apresentam papel

significativo, tanto na valorização da paisagem cênica, como contribuintes na formação de abrigos para variadas espécies.

Desse modo, as diferentes geoformas associadas aos afloramentos rochosos podem abrigar distintas espécies vegetais, resultado da diversidade de micro-habitats, relacionados a microambientes favoráveis, condições climáticas e suas características geológicas (Gröger; Huber, 2007 *apud* Paulino *et al*., 2018).

Os micro-habitats podem ser definidos como pequenos habitats encontrados dentro de um habitat maior, sendo caracterizado por suas condições físicas, químicas e seus ambientes diferenciados, como solo, variação de temperatura, disponibilidade de radiação solar, hidrográfica e de chuvas (Pires, 2012). Neste estudo, abordamos micro-habitats em inselbergues, sendo representados, segundo a classificação de Ibisch (1995) e Porembski (2007) como fissuras, blocos rochosos, encostas rochosas, canais de drenagem e piscinas naturais. Adicionalmente, também há micro-habitats associados aos solos jovens nos sopés dos inselbergues e faces do relevo sombreadas.

Diante da diversidade geomorfológica e biológica sobre os inselbergues, faz-se necessário analisar o papel que a geodiversidade desempenha na sustentação dos elementos bióticos, sobretudo no que diz respeito às condições ambientais para a existência de micro-habitats.

No município de Quixadá predomina a vegetação de caatinga, designada pelo IBGE (2012) como savana estépica. A diversidade florística da área pode ser caracterizada por diversas fitofisionomias mediante a variedade de ambientes, assim possuindo áreas florestadas, arbustivas e arborizadas. A vegetação do domínio caatinga predominante no território, segundo o Banco de Dados de Informações Ambientais (BDiA), é o de savana-estépica arborizada, seguida pela vegetação arbustiva que apresenta diferentes níveis de densidade com presença de afloramentos rochosos. É possível observar a existência de solo sem cobertura vegetal densa, ocupada pela atividade de agropecuária em grande parte do município (IBGE, 2021).

Nesse sentido, esta pesquisa tem o objetivo de relacionar a geodiversidade associada as geoformas sobre os inselbergues com à formação de micro-habitats, e especificamente, realizar uma caracterização das caatingas do cristalino da área, com ênfase na vegetação rupícola, que caracteriza e predomina em áreas de afloramentos rochosos, além de realizar a caracterização dos micro-habitats e suas características no Geossítio Gruta do Magé em Quixadá-CE.

O Bioma Caatinga possui uma rica diversidade em sua flora e fauna, incluindo espécies únicas, sobretudo pela capacidade de adaptação a circunstâncias climáticas extremas. Assim, outro fator que auxilia na variação da diversidade de espécies da caatinga

em Quixadá pode ser atribuído à geodiversidade presente no município, tornando estes locais centros de dispersão de espécies e responsáveis pela formação de micro-habitats de espécies vegetais.

Contudo, é importante ressaltar que micro-habitats desempenham papel preponderante na promoção da diversidade vegetacional em inselbergues, diante sua capacidade de dispersão espacial de espécies heterogêneas (Paulino, 2018). Para tanto, faz-se também necessário proteger esses ambientes, deste modo, a geoconservação se apresenta como potencial estratégia para a manutenção de micro-habitats (Brilha, 2005; Reynard; Brilha, 2018; *apud* Kormann; Robaina, 2021).

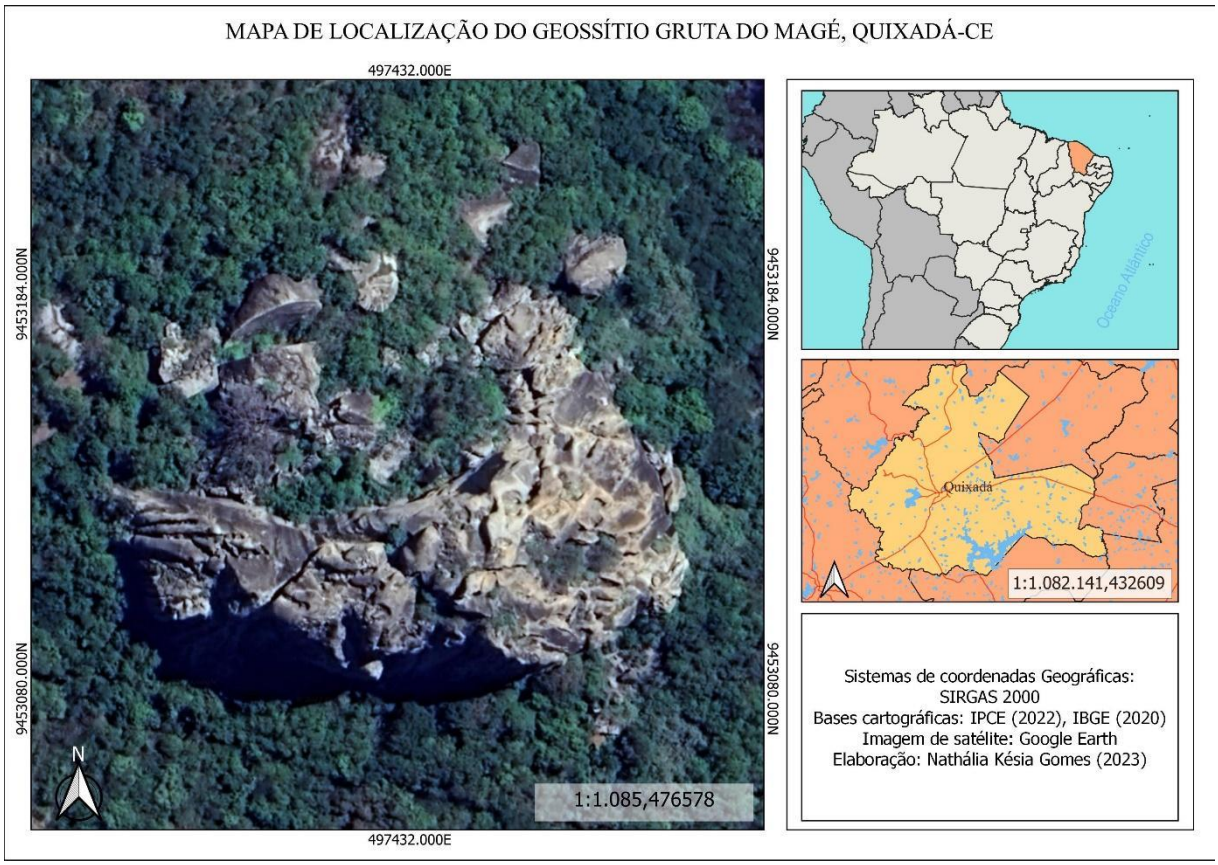
Convém salientar, que a conservação do meio abiótico é fundamental para a existência da biodiversidade presente na natureza. Como destaca Brilha (2005), para concretizar a geoconservação é fundamental a elaboração de estratégias por meio de métodos de trabalho que visem sistematizar a conservação de um patrimônio geológico de uma determinada área. Nesse sentido, Sharples (2002) enfatiza que a geoconservação tem como objetivo a preservação da diversidade natural de significativos aspectos e processos geológicos, geomorfológicos e de solo, mantendo a evolução natural desses aspectos e processos. Partindo dessa perspectiva, a geoconservação propicia a conservação e proteção dos fatores bióticos presentes.

Diante o atrativo turístico na região de Quixadá gerado pela presença de inselbergues de diferentes tipos, a vegetação e a geodiversidade dos geossítios sofrem fortes ameaças, principalmente mediante a falta de manutenção, informação e turismo sem gerenciamento, o que reflete significativamente e diretamente nos micro-habitats ali pertencentes.

Área de estudo

Este estudo foi realizado no Geossítio Gruta do Magé (04°56’52,3”S; 39°01’21,0”W), localizado no município de Quixadá, Ceará (Figura 1), a aproximadamente dois quilômetros da sede municipal. Trata-se de um inselbergue de aproximadamente 10.000 m², e 40 m de altura, esculpido em rochas monzoníticas do Batólito de Quixadá (Freitas *et al.,* 2019).

Figura 1 - Localização da área de estudo.



Fonte: Os autores (2023).

O Geossítio Gruta do Magé (Figura 2) integra o conjunto de geossítios do Projeto de Geoparque Sertão Monumental, tendo sido valorado como de relevância nacional, em decorrência dos seus atributos geomorfológicos e espeleológicos. Vale ressaltar que as pesquisas sobre a gruta são escassas, de modo que os estudos em desenvolvimento podem ampliar o valor geocientífico do local e, em consequência, alçar para o geossítio uma relevância internacional (Freitas *et al.,* 2019).

Figura 2 - Geossítio Gruta do Magé.

Fonte: Os autores (2023).

Além de exibir importante papel geológico, esta área apresenta diversidade singular nos aspectos florísticos, e se destaca por abrigar espécies típicas da caatinga, como a Barriguda (*Ceiba glaziovii)*, espécie que caracteriza e nomeia a trilha (Trilha da Barriguda) realizada por turistas e moradores locais no geossítio (Figura 3).

Figura 3 - Aspectos vegetacionais no entorno do Geossítio (*Ceiba glaziovii)*

Fonte: Os autores (2023).

Metodologia

Fundamentação teórica

As caatingas do cristalino e a vegetação rupícola em inselbergues

A caatinga é um bioma endêmico do Brasil, ocupa aproximadamente 10% do território, localizado no semiárido do país. A diversidade nos aspectos vegetacionais e fitofisionômico caracteriza esse domínio. O termo “caatinga” de origem tupi-guarani significa mata branca, devido ao aspecto esbranquiçado que a vegetação adquire em períodos secos. Apesar do clima quente e seco, o bioma caatinga possui riqueza biológica, incluindo espécies endêmicas e fitofisionomias únicas (IBGE, 2009).

A fitofisionomia de caatinga do cristalino está associada às unidades de relevo da superfície sertaneja e das cristas residuais elaboradas em rochas cristalinas do interior do domínio climático do Nordeste do Brasil. As espécies possuem adaptações à estação seca, como a caducifólia, espinhosa e adaptada ao clima semiárido com poucas espécies perenifólias.

Em virtude das condições climáticas e edáficas, as caatingas do cristalino podem ser classificadas em arbóreas, arbustivas densas e arbustivas abertas. Contudo, grosso modo, essas vegetações desenvolvem-se em solos rasos e pedregosos, caracterizados por possuírem grau mediano de fertilidade e pouca retenção hídrica.

A vegetação de caatinga do cristalino do estado do Ceará sofre com impactos oriundo das práticas agrícolas, pecuária, retirada de lenha e produção de carvão, resultando no processo de desertificação, degradação do solo e perda definitiva da vegetação (MORO *et al.* 2015).

A diversidade vegetal presente na caatinga, deve-se em muito, as inter-relações entre as condições climáticas, de relevo e embasamento geológico, tornando estes ambientes distintos e ecológicos (Rodal *et al.,* 2008). Segundo Moro (2015, pg. 736), as áreas de afloramentos rochosos, apesar de possuírem pequena extensão, “são ambientes de grande importância ecológica pois abrigam uma biota particular, adaptada, respectivamente a ambientes rochosos e aquáticos”, como inselbergues.

Os processos que contribuem para a ocorrência da diversidade vegetacional em inselbergues são as condições microclimáticas, juntamente com a baixa disponibilidade de nutrientes, ou seja, a alta temperatura, baixa umidade, maior exposição a ventos, retenção de calor e maior escoamento de água, são fatores determinantes. Nesse sentido, a variação na composição da rocha influencia a diversidade morfológica, portanto a vegetação que se desenvolve sobre os afloramentos rochosos onde se verifica reduzida disponibilidade de

água, assim como escassez de solo devido à forte erosão hídrica, são espécies que vivem em condições extremas (França *et al*. 1997).

Nesse contexto, a vegetação predominante em ambientes rochosos, como inselbergues e lajedos, é a vegetação rupícola e nas quais se destacam espécies dos grupos das briófitas, bromeliáceas e cactáceas. Estas espécies vivem em condições climáticas extremas e em solos pouco desenvolvidos ou praticamente ausentes. Assim, as principais ameaças correspondem a mineração, o pastoreio e a coleta de espécies, principalmente cactáceas, para o comércio e ornamentação (Moro *et al.,* 2015).

Contribuição da geodiversidade na formação de micro-habitats

A geodiversidade associado com às condições físico-naturais, garantem a esses ambientes maior variedades de espécies vegetais (Barthlott *et Al*., 1993, Porembski; Barthlott, 2000; Burke, 2002; Parmentier *et Al*., 2005; Gröger; Huber, 2007 *apud* Paulino *et al*., 2018). Para isso, faz-se necessário uma breve descrição das classificações de micro-habitats e sua relação com as condições físico-naturais:

Fissuras rochosas - são caracterizadas por aberturas profundas na superfície da rocha. Por possuírem profundidades e condições naturais únicas, como a oferta de pouca exposição à radiação solar, resultando no aumento da umidade, acumulando pouco substrato, esses ambientes tornam-se únicos para espécies adaptadas (Paulino *et al*. 2018).

Encostas rochosas - como as fissuras rochosas a exposição ao sol pode variar, além da umidade. Essas condições associadas a disponibilidade hídrica tornam esses ambientes ideais para algumas espécies vegetais, como líquens, musgos e plantas xerófitas.

Blocos de pedra - também chamado “pedras isoladas”, são blocos rochosos desprendidos da rocha, nestes ambientes podem ser ofertados diversos tipos de condições, como a disponibilidade de sombra, umidade, forte exposição solar e de ventos, podendo apresentar limitação hídrica.

Canais de drenagem - são responsáveis pela distribuição natural da água da chuva em ambientes rochosos, sobre os inselbergues representam as geoformas denominadas de caneluras. Caracterizados pelo escoamento natural das águas da chuva, os canais de drenagem são fundamentais para a formação de micro-habitats mais úmidos.

Piscinas naturais - correspondem às bacias de dissolução. São caracterizadas pelo acúmulo de água durante o período chuvoso, formando micro-habitats aquáticos.

Solos Coluviais - é caracterizado por solos rasos, pedregosos, depositados na base dos inselbergues. Possuem condições edáficas mais favoráveis ao desenvolvimento de

espécies arbóreas, como maior retenção de água e nutrientes, além de deterem uma estrutura que suporta o desenvolvimento das espécies.

Procedimentos técnicos

Para a realização da pesquisa fez-se, inicialmente, levantamento bibliográfico dos conceitos-chaves da pesquisa, e levantamento em campo baseado no método de Caminhamento de Filgueiras *et al.* (1994), expedido para pesquisas de levantamentos florísticos qualitativos, que consiste em percorrer a área de estudo reconhecendo as fitofisionomias, neste caso, percorremos a trilha que compreende o entorno do Geossítio.

Para Filgueiras *et al*. (1994), os levantamentos florísticos são, quase sempre, de curta duração e o profissional geralmente dispõe de pouco tempo e limitados recursos para realizar o trabalho. Portanto, cabe ao pesquisador adotar um método simples e de fácil aplicação, que possa preencher os requisitos mínimos de confiabilidade e precisão científica. Por isso, os autores indicam o método caminhamento porque, preenche todas as condições em graus razoáveis (Filgueiras *et al*. 1994).

Este método é utilizado em pesquisas de levantamentos florísticos qualitativos e é realizado em três etapas, a saber: descrição sumária da vegetação da área a ser amostrada; listagem das espécies (nome científico) encontradas em cada fisionomia, obtendo-se na medida em que se percorre o trecho de estudo em linha reta, e; organização e processamento dos dados (Filgueiras *et al*., 1994).

Também foi realizada a classificação dos micro-habitats em inselbergues, utilizando-se a classificação de Ibisch (1995) e Porembski (2007), para analisar a relação que as condições físico-naturais desempenham na diversidade de espécies vegetacionais em micro-habitats, como a interação da disponibilidade hídrica, situação climática, processos químicos, associados ao tipo de relevo e esculturação da rocha. Para a análise e identificação das espécies em campo, foram utilizados catálogos de espécies da caatinga - Guia de propágulos e plântulas da Caatinga (Urquiza *et al.*, 2019) e consultas em *sites* e aplicativos especializados. Também foram utilizados os seguintes materiais: trena para medição da largura da trilha, bloco de notas, caneta e aparelho celular para a captura de imagens.

Resultados

Caracterização dos micro-habitats identificados e suas fitofisionomias

A trilha do Geossítio Gruta do Magé percorre um trecho de aproximadamente 500 metros. Nesse percurso é possível observar a presença de lajedos e do inselbergues que dá nome ao local.

Perante o levantamento em campo, foi percebido a influência da geodiversidade na formação de micro-habitats no geossítio, diante as mais diversas formas de escultura que a rocha produz, associado às condições físico-naturais que lhe são dispostas, como a disponibilidade hídrica, qualidade do solo e condições climáticas (Paulino *et al.*, 2018). A partir do método de caminhamento foram identificados três micro-habitats, sendo eles:

Ponto 01: Lajedo com presença de bacias de dissolução

Neste micro-habitat foram identificadas espécies gramíneas e cactáceas, além de musgos. As bacias de dissolução, além de acumularem água proveniente da precipitação, contêm sedimentos resultantes de processos de intemperismo e erosão da rocha granítica e restos orgânicos em diferentes estágio de decomposição, servindo de base para a manutenção de espécies gramíneas e musgos (Figura 4).

Figura 4 - Bacias de dissolução com gramíneas e cactáceas

Fonte: Os autores (2023).

Ponto 02: Faces sombreadas

Nas áreas sombreadas, as horas de exposição direta à luz são menores e por isso, há menores temperaturas e maior acúmulo de umidade no meio. Além disso, nas áreas de sopé a água proveniente das precipitações e da condensação do ar à noite escorre das rochas mantém o solo úmido. Assim, a disposição do relevo oferece condições climáticas singulares, mediante a semiaridez. Comumente, são encontradas espécies herbáceas (Figura 5).

Figura 5 - Micro-habitat sombreado com vegetação gramíneas e musgos

Fonte: Os autores (2023).

Ponto 03: Solos Coluviais

No entorno da gruta há áreas com solos jovens (Neossolos Litólicos e Neossolos Regolíticos), abrigando espécies da caatinga do cristalino de porte arbóreo, como o Pau-branco *(Auxemma oncocalyx)*. Nesta área, foram identificadas características específicas, desenvolvidas em parte sob influência da geodiversidade, como umidade, variação na disponibilidade de luz solar (Figura 6).

Figura 6 - Entorno da gruta com presença de espécies médio porte

Fonte: Os autores (2023).

Os dados coletados em campo estão sistematizados e podem ser visualizado no Quadro 1.

Quadro 1 – Características dos micro-habitats.

Ponto	Local	Coordenadas	Características	Ameaças
Ponto 01	Lajedo com presença de bacias de dissolução	-4.945640 -39.023250	Presença de cactáceas, gramíneas, musgos e líquens.	Atividades humanas como a retirada de cactáceas para ornamentação.
Ponto 02	Faces sombreadas	-4.565293 -39.012522	Presença de musgos e gramíneas.	Pisoteio frequente diante as práticas turísticas.
Ponto 03	Solos coluviais	-4.947070 -39.023069	Árvores de médio porte, predominância de Pau branco (*Auxemma oncocalyx*).	Retirada de madeira, pisoteio frequente e retirada de espécies medicinais da caatinga.

Fonte: Os Autores (2023).

Destacamos que a área do geossítio está sob constante ameaça de depredação e degradação, conforme destacado no quadro anterior, pois as atividades de visitação ocorrem sem monitoramento ou um manejo sustentável.

Considerações Finais

Identificamos na área de estudo três micro-habitats, sendo caracterizados como: 1. Bacias de dissolução ou piscinas naturais onde se desenvolve uma vegetação composta por herbáceas, como gramíneas e cactáceas, 2. Faces sombreadas onde escorre água da chuva nos canais de drenagem da superfície rochosa, ambiente que propicia o desenvolvimento de gramíneas e musgos, 3. Solos coluviais, apresentando formações de coberturas pedológicas pouco desenvolvidas sob toda a rocha promovendo o desenvolvimento de espécies arbóreas.

Nesse sentido, foi possível perceber a intensa influência da geodiversidade na formação destes micro-habitats, pois resultam da forte interação das condições físico-naturais desses ambientes.

Apesar da relevância geológica e ecológica da área de estudo, há poucos estudos desenvolvidos no geossítio, resultando na falta de informações necessárias para a proteção do geossítio. De fato, práticas como o turismo e atividades de lazer sem gerenciamento e extração vegetal representam uma das principais ameaças para a vegetação e seus micro-

habitats, contribuindo negativamente para a perda da cobertura vegetal e alteração em sua composição e diversidade, além de colaborar com a dispersão de espécies exóticas.

Nesse sentido, diante a relevância turística presente no geossítio, o geoturismo torna-se uma ferramenta de superação para práticas turísticas predatórias, auxiliando na proteção e conservação desses ambientes. Considerando que a visitação existente no geossítio Gruta do Magé vem ocorrendo sem um plano de manejo ou, sequer, placas informativas acerca da geoconservação da área, entendemos que os resultados obtidos com esse estudo podem subsidiar os futuros planejamentos de uso do território, bem como auxiliar os estudos acerca do Projeto Geoparque Sertão Monumental.

Referências

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese de descrição: Biomas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

BRASIL, Banco de Dados de Informações Ambientais. **Vegetação**. Disponível em: https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/vegetacao. Acesso em: 11 ago. 2023.

BRILHA, J. **Património Geológico e Geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005.

FILGUEIRAS, T. S.; BROCHADO, A. L.; NOGUEIRA, P. E.; GUALA II, G. F. Caminhamento: um método expedito para levantamentos florísticos qualitativos. In: **Cadernos de Geociências**. N. 12. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. p. 39-43.

FRANÇA, F.; MELO, E.; SANTOS, C. Flora de inselbergues da região de Milagres, Bahia, Brasil: I. Caracterização da vegetação e lista de espécies de dois inselbergues. **Sutientibus**. Feira de Santana - BA, n. 17, p. 163-184, 1997.

FREITAS, L. C. B.; MONTEIRO, F. A. D.; FERREIRA, R. V.; MAIA, R. P. (Org.) **Geoparque Sertão Monumental** - CE: proposta. Fortaleza: CPRM, 2019.

IBISCH, P. L.; RAUER. G.; RUDOLPH, D.; BARTHLOTT, Wl. Floristic, biogeographical, and vegetational aspect of Pre-Cambrian rock outcrops (inselbergs) in eastern Bolivia. **Flora**, v. 190, p. 299-314, 1995.

KORMANN. T. C.; ROBAINA, L. E. de. Interface entre geodiversidade e biodiversidade na reserva biológica do Ibirapuitã, Rio Grande do Sul. **Revista Caminhos de Geografia**. v. 22, n. 79, p. 112-126, 2021.

MORO, M. F.; MACEDO, M. B.; MOURA-FÉ, M. M.; CASTRO, A. S. F.; COSTA, C. R. C. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, v. 66, n. 3, p. 717-743, 2015

OLÍMPIO, J. L. S.; MONTEIRO, F. A. D.; FREITAS, L. C. B.;ALMEIDA, L. T. de; ALCÂNTARA, A. P. de; LOUREIRO, C. V.; NASCIMENTO, M. L; MAIA, R. P. O que sabemos sobre os inselbergues de Quixadá e Quixeramobim, Nordeste do Brasil?. **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 19- 42, 2021.

PAULINO, R.; GOMES, V.; SILVEIRA, A. P. Flora De inselbergues do Monumento Natural Monólitos De Quixadá, no sertão central do Ceará. **Iheringia, Série Botânica**, v. 73, n. 2, p. 182-190, 2018.

PIRES, G. G. **Estudos ecológicos de microambientes em áreas de florestas tropicais sazonalmente secas (FTSS)**. 2012. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2012.

POREMBSKY, Stefan. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 579-586, 2007.

RODAL, M. J. N.; COSTA, K. V. V.; SILVA, A. C. B. L. Estrutura da vegetação caducifólia espinhosa (Caatinga) de uma área do sertão central de Pernambuco. **Hoehnea**, São Paulo, v. 35, n. 2, p. 209-217, 2008.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of Geoconservation.** Austrália: Tasmanian Parks & Wildlife Service website, 2002. Ebook. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/266021113.

SOUZA, S. D. G. de; SOUZA, A. C. N de; SOUSA, M. L. M de. Geodiversidade, Geoparque e Semiárido brasileiro: a valorização do ambiente para o desenvolvimento territorial. **PerCursos**, Florianópolis, v. 23, n. 52, p. 251-281, 2022.

URQUIZA, Nazareth; CARVALHO, Julluanna; CORRÊA, Christiane; PIMENTEL, Leonardo; PIFANO, Daniel; RODRIGUES, Renato. **Guia de propágulos e plântulas da Caatinga**. Núcleo de Ecologia e Monitoramento Ambiental (Nema) – UNIVASF. Petrolina – PE, Cogito, 2019.

Patrimônio Natural e Desafios da Gestão do Parque Nacional Serra de Itabaiana-SE

Natural Heritage and Management Challenges in the Serra de Itabaiana-SE National Park

Cléverton de Rezende Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0003-2209-6341
clevertonrezende@yahoo.com.br

Márcia Eliane Silva Carvalho
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0003-2209-6341
marciacarvalho_ufs@yahoo.com.br

Maria do Socorro Ferreira da Silva
Universidade Federal de Sergipe
http://orcid.org/0000-0001-9275- 8061
ms.ferreira.s@hotmail.com

Resumo: O Brasil é dono de um exótico patrimônio natural com elevada diversidade de bens naturais bióticos e abióticos. Nesse contexto, a criação de Unidades de Conservação, a exemplo, do Parque Nacional Serra de Itabaiana-SE (PARNASI), é fundamental enquanto política de valorização e proteção ambiental. Assim, este trabalho tem como objetivo analisar o patrimônio natural do PARNASI, considerando os objetivos de sua criação e os impactos associados ao seu uso para fins turísticos. Para tal, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre o tema, atividades de campo nos principais pontos de visitação, entrevista semiestruturada com o responsável pela gestão. Frente as ameaças ao patrimônio natural, destacam-se a expansão urbana e agropecuária, desmatamento, trilhas clandestinas, lixo, queimadas, exploração dos minerais e o turismo desordenado. Nesse contexto, surge a necessidade do reconhecimento e valorização, sobretudo da geodiversidade do PARNASI, enquanto suporte para a conservação da biodiversidade e garantia da efetividade dos objetivos do parque.

Palavras Chaves: Unidade de Conservação. Impactos Ambientais. Geodiversidade. Biodiversidade.

Abstract: Brazil owns an exotic natural heritage with a high diversity of biotic and abiotic natural assets. In this context, the creation of Conservation Units, such as the Serra de Itabaiana-SE National Park (PARNASI), is fundamental as a policy for valuing and protecting the environment. Thus, this work aims to analyze the natural heritage of PARNASI, considering the objectives of its creation and the impacts associated with its use for tourist purposes. To this end, a bibliographical survey was carried out on the subject, field activities at the main visitation points, semi-structured interview with the person responsible for management. Faced with threats to natural heritage, urban and agricultural expansion, deforestation, clandestine trails, garbage, fires, mineral exploitation and disorderly tourism stand out. In this context, there is a need for recognition and appreciation, especially of PARNASI's geodiversity, as a support for the conservation of biodiversity and guaranteeing the effectiveness of the park's objectives.

Keywords: Conservation Unit. Environmental impacts. Geodiversity. Biodiversity.

Introdução

A crise socioambiental atual é caracterizada por uma relação predatória do homem com o meio natural dentro do funcionamento de uma lógica capitalista, na qual a transformação da natureza pelo homem busca atender ao acúmulo do capital. Por consequência, relações conflituosas emergem sob a forma de crimes e impactos ambientais, ameaçando a dinâmica natural do planeta e todo tipo de vida, sobretudo a humana.

O patrimônio natural dos municípios brasileiros tornou-se importante fonte de riqueza para a sociedade ao longo do tempo, mas também fonte de preocupação para as presentes e futuras gerações. A valorização e conservação dos bens naturais, reconhecidos nos últimos anos pela sociedade, sobretudo, como recursos, torna-se o maior o desafio da contemporaneidade, sobretudo compreender nesse cenário a conservação e valorização da geodiversidade.

Nesse contexto, é de fundamental importância considerar neste cenário reflexões e ações que busquem uma reconexão do homem com a natureza, nomeadamente no equilíbrio de suas ações. As Unidades de Conservação são áreas protegidas pelo poder público municipal, estadual e federal por possuírem características naturais relevantes e são criadas com a finalidade de valorização e conservação da biodiversidade, uso sustentável no planejamento e desenvolvimento de atividades econômicas, pesquisas científicas, Educação Ambiental (EA) e lazer, a depender do grupo de proteção.

Nessa perspectiva, são vários os desafios para identificação, valorização, proteção e uso consciente dos espaços protegidos, onde a geodiversidade deve ser tratada e ter a mesma relevância que a biodiversidade.

Desse modo, compreendendo a importância dos espaços protegidos para minimização dos impactos ambientais e conservação tanto da biodiversidade, quanto da geodiversidade, esse estudo tem como objetivo principal analisar o patrimônio natural do Parque Nacional Serra de Itabaiana, considerando os objetivos de sua criação e os impactos associados ao seu uso para fins turísticos. Para tal, faz-se necessário ainda reconhecer as potencialidades da geodiversidade do parque, tendo como referência os principais pontos de visitação e identificar seus desafios e ameaças frente as ações antrópicas.

Metodologia

A compreensão da natureza está relacionada à interação entre fatores abióticos, bióticos e antrópicos. Todos eles se encontram no paradigma de evolução da espécie. O dia a dia do homem com a natureza traz resultados de ações contrapostas ao seu habitat.

Desse modo, para concretização desse trabalho foram realizados levantamentos bibliográficos com estudos sistematizados, principalmente materiais publicados, especialmente, em periódicos de revistas científicas nacionais, dissertações de mestrado,

teses de doutorado, entre outras. As informações foram coletadas em documentos diversos, algumas destacadas ao longo do texto, como: Brilha (2005), Leff (2009), Quintas (2000), Meira (2018), Brasil (2016), outras serviram como ampliação dos conhecimentos.

A pesquisa bibliográfica foi uma constante no desenvolvimento do estudo, já que se apresenta como de fundamental importância para o aprofundamento das discussões teóricas e conceituais, essenciais na contextualização do objeto, assim como os levantamentos de dados, informações e conceitos complementares (estatísticos e documentais), essencialmente encontradas no Plano de Manejo (PL) da unidade de conservação.

Da teoria à prática, a atividade de campo enquanto componente de uma pesquisa possibilita a vivência com a área de estudo. Dessa forma, se encaminharam os primeiros passos desse trabalho, com a realização de atividades de campo, entre março de 2020 e outubro de 2022, objetivando a identificação da área de estudo, do patrimônio natural que a forma, suas potencialidades e os impactos socioambientais que ameaçam o PARNA Serra de Itabaiana, sobretudo os principais pontos de visitação.

Na pesquisa de campo, foram realizadas observações, anotações e registros fotográficos sobre as características fisiográficas e as ameaças para valorização e conservação da UC. Ademais, com base nos resultados dessa investigação foi possível delinear estratégias no âmbito da EA de modo que possam contribuir para a conservação, valorização e divulgação da geodiversidade enquanto importante componente da paisagem e aporte fundamental a vida.

A entrevista fez parte do levantamento de informações realizada com o administrativo do ICMBio, responsável pela gestão do PARNA Serra de Itabaiana. Através dela, foi possível compreender como o órgão tem lidado com as ameaças ao patrimônio natural, bem como os desafios para consolidação do plano de manejo como estratégia no desenvolvimento de ações administrativas e educativas voltadas para conservação do patrimônio em questão.

As práticas educativas realizadas em espaços não formais, a exemplo, das atividades de campo, enfatizam o potencial natural do Brasil e sua eminente preocupação com a crise ambiental. Como também, evidencia a importância das UCs enquanto espaços voltados para o reconhecimento e valorização do patrimônio natural de valores intrínsecos.

Desse modo, tanto para o delineamento da pesquisa bibliográfica e documental, quando para atividade de campo, foram utilizadas as observações dos participantes como forma de conseguir informações e refletir sobre a realidade da área de estudo ao qual está inserido. Essas reflexões surgem a partir do registro fotográfico, reconhecimento das potencialidades e das ameaças enfrentados pela UC PARNA, como também por diálogos informais com condutores, visitantes e administrativo da UC ao longo das visitas realizadas.

Resultados e discussões

Unidades de Conservação (UCs): Biodiversidade e Geodiversidade do PARNASI

As iniciativas governamentais e a implementação das UCs, historicamente valorizaram e protegeram a biodiversidade – fauna e flora. A conservação das feições geológicas e geomorfológicas ocorre de forma indireta, em alguns locais essas feições ganham maior importância no âmbito da conservação por apresentarem beleza cênica que atraem visitantes de diversos locais, do estado e de fora.

Assim, percebe-se que ao longo das últimas décadas, diversos autores e estudos ampliaram os esforços para reconhecer que a natureza biótica e abiótica é inseparável e interdependente. Logo, ambas precisam igualmente ser protegidas. Nessa perspectiva, novos conceitos, reflexões e ações buscam a reaproximação do ser humano com o meio em que ele vive, diante do levantamento das potencialidades e vulnerabilidades apresentadas, como destacam os estudos de Brilha (2005); Moura-Fé (2016); Meira et al. (2018).

As feições geológicas e geomorfológicas, a grosso modo, formam a chamada geodiversidade. Este conceito surgiu a partir de 1940 em textos do geógrafo argentino Frederico Alberto Daus, porém sua conotação estava atrelada a diversidade geográfica de uma paisagem, o que incluía elementos socioambientais (MEDEIROS; OLIVEIRA, 2011).

A princípio, o prefixo geo era interpretado amplamente no contexto geográfico. No conjunto atual, este prefixo está atrelado à geologia, e, assim conceituando a geodiversidade como as características abióticas de uma determinada área (BRILHA, 2005).

Claramente, a paisagem natural é fruto da relação indissociável dos elementos vivos e não vivos, sendo que em alguns momentos um se sobressai visualmente em relação ao outro. Porém, ambos devem igualmente ser identificados, valorizados e protegidos.

Considerando o exposto, é importante destacar que a categoria de Unidade de Conservação, Parque Nacional é a área destinada à preservação dos ecossistemas naturais e sítios de beleza cênica, segundo a Lei 9.985/2000 do SNUC, a categoria que possibilita uma maior interação entre o visitante e a natureza, pois permite o desenvolvimento de atividades recreativas, educativas e de interpretação ambiental, além de permitir a realização de pesquisas científicas (BRASIL, 2000).

A criação de uma UCs ocorre pela demanda socioambiental de proteção de áreas com importante patrimônio natural, de beleza cênica e/ou para assegurar o uso sustentável dos povos tradicionais sobre os recursos naturais desses espaços. A gestão participativa desses espaços contribui para o desenvolvimento da Educação Ambiental, alinhando conservação e desenvolvimento social.

Nesse contexto, é importante o conhecimento da sociedade sobre sua participação e seriedade na implementação, criação e gestão de uma UC. Os atores sociais muitas das vezes invisíveis desconhecem seu papel e os instrumentos necessários para proteção dos bens naturais, tais como: acordo de gestão, termo de compromisso e monitoramento participativo (QUINTAS, 2000).

Biodiversidade do PARNASI

O PARNA Serra de Itabaiana – SE implementou seu plano de manejo 11 anos após sua criação, em 2016. O plano de manejo, é um documento técnico que fundamenta os objetivos técnicos das UC. Em seu artigo 27, o SNUC destaca que toda UC deve apresentar seu plano de manejo em até cinco anos, após a criação da unidade. Sendo que no caso dos Parques Nacionais, dentre outras categorias de UCs, a elaboração do mesmo é de responsabilidade do órgão gestor e deve ter ampla participação da população residente.

Nesse sentido, o plano de manejo é uma forma de evidenciar a importância e necessidade de conservação da biodiversidade do parque. No estado de Sergipe encontra-se vegetação de transição ou de ecótonos. Os ecótonos são regiões de contato entre dois ou mais biomas, sendo destaque na área que compreende o parque, Caatinga, Mata Atlântica, matas estacionais e savanas.

Entre as diferentes classificações destacadas no plano de manejo, pode-se evidenciar a divisão de Vicente et al (2005), o qual separa a vegetação do parque em áreas abertas (areias brancas, vegetação arbustiva, áreas úmidas, áreas com gramíneas e áreas com plantações). Também destaca as áreas fechadas com matas de encosta e áreas fechadas associadas aos rios (BRASIL, 2016).

É notável a rica biodiversidade que forma o parque, cobrindo desde as margens dos rios e riachos e nas áreas do sopé das serras, sobretudo da principal serra, a de Itabaiana. Nesses locais a mata está mais preservada, isso é observado por apresentar mata fechada, diâmetro do caule maior e vegetação mais homogênea, caracterizando-se como matas primárias, conforme figura 01 abaixo. Mais próximo ao topo das serras são encontradas vegetação de extrato menores, típicas de cerrado ou até espécies da caatinga, como a macambira. Já nas áreas de proximidade com as areias brancas são encontrados campos graminosos.

Figura 01: Mata do Encantado, vertente ocidental da Serra de Itabaiana-SE

Fonte: SANTOS, C. R. 2021.

Nesse contexto, Costa (2014) destaca dados de Carvalho & Vilar (2005), destacando que

> Com relação às formações vegetais, segundo Carvalho & Vilar (2005) foram identificadas 114 espécies de plantas nas áreas abertas: destas, 26 são exclusivas deste hábitat e 88 ocorrem também em outros hábitats. Dois tipos fisionômicos de vegetação predominam no domo: i) áreas abertas, com solos de areias brancas, mais predominantes na encosta leste, ii) áreas fechadas, formadas por vegetações arbóreas, encontradas nas margens dos quatro riachos da encosta leste e na costa oeste, onde a mata é mais extensa e estruturada na porção sul.

O levantamento desenvolvido por Carvalho & Vilar (2005) e citado por Costa (2014) destaca ainda na área no PARNASI a presença de espécies florestais, como A*raucuan*, *Myrmotherula axillaris, Chiroxiphia pareola*, e da espécie endêmica da caatinga *Herpsilochmus pectoralis*, considerada ameaçada de extinção, evidenciam a sobrevivência de diversa espécies, o que reforça a relevância desta área como patrimônio natural.

A biodiversidade de espécies vegetais, como já mencionado, perpassa por espécies da Mata Atlântica, Caatinga e feições de Cerrado. No tronco de algumas árvores é típico encontrarmos a espécie de epífita, planta que vivem por cima de outras plantas sem tocar o solo. Já nos espaços abertos destaca-se a presença de vegetação rasteira, com gramíneas e ciperáceas, agrupadas ou espaçadas. Esse tipo de habitat é marcado pela presença de solo arenoso e várias manchas de areias brancas expostas, sem vegetação (BRASIL, 2016).

Algumas áreas apresentam prioridades em ações imediatas para conservação da biota, como a vegetação da microbacia do riacho do Coqueiro e o entrono de suas nascentes, porção norte e oeste do domo da serra de Itabaiana, no entorno da barragem do rio Jacarecica, nas áreas abertas e riachos que margeiam essas áreas, conforme citam Carvalho & Vilar (2005).

Nesse interim, é importante destacar espécies desse patrimônio natural que estão ameaçadas de extinção, sendo duas em perigo e duas vulneráveis. A bromélia *Cryptanthus zonatus* e o cacto cabeça – de – frade *Melocactus violaceus* são vulneráveis. Já as espécies de *Tetragastris occhionii* e *Pouteria macahensis* estão em perigo de extinção (BRASIL, 2016).

Enquanto um patrimônio natural é válido destacar que o parque abriga espécies raras e exclusivas à fitofisionomia herbáceo-arbustiva, destacadas no plano de manejo, Brasil (2016) como: *Ichthyothere connata, Chamaecrista cytisoides, Piriqueta dentata e Habenaria meeana.* Outro destaque é o Pinheiro Podocarpus sellowii, uma conífera de ocorrência relicto no Nordeste brasileiro, já que necessita de clima mais ameno para seu desenvolvimento. Sua presença foi destacada para indicar o valor de proteção no processo de criação do parque.

Os estudos relacionados ao levantamento biótico do PARNASI ainda são recentes e incompletos. O plano de manejo foi concluído em 2016, 11 anos após a transformação da área de Estação Ecológica para Parque Nacional. No tocante a fauna, são identificadas uma diversidade de espécies de aves, mamíferos voadores e não voadores, répteis, anfíbios e abelhas nativas.

Segundo o plano de manejo, Brasil (2016), são encontradas no parque 205, das 383 espécies de aves do estado, 34 espécies de mamíferos, entre voadores e não voadores. Da herpetofauna, foram identificadas 54 espécies, sendo 23 de anfíbios e 31 de répteis. Das abelhas foram identificadas 38 espécies e dos fungos e líquens, 380 espécies, muitas novas para a ciência, em fase de descrição.

Diante do exposto, faz-se necessário destacar que dentre esta rica biodiversidade de fauna, algumas espécies estão ameaçadas de extinção, o que justifica o interesse para conservação da área. Como exemplo, pode-se citar o macaco-prego-do-peito-amarelo *Sapajus xanthosternos e o* gato-do-mato *Leopardus tigrinus*, no grupo dos mamíferos. Já no dos répteis e anfíbios, são evidenciadas três espécies de interesse de conservação, o sapinho-foguete (*Allobates olfersioides*), o Lagartinho-de-abaeté (*Ameivula abaetensis*) e o Calango (*Tropidurus hygomi*).

Geodiversidade do PARNASI

Segundo o ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (BRASIL, 2019), responsável pela conservação do parque nacional, o desmatamento, as

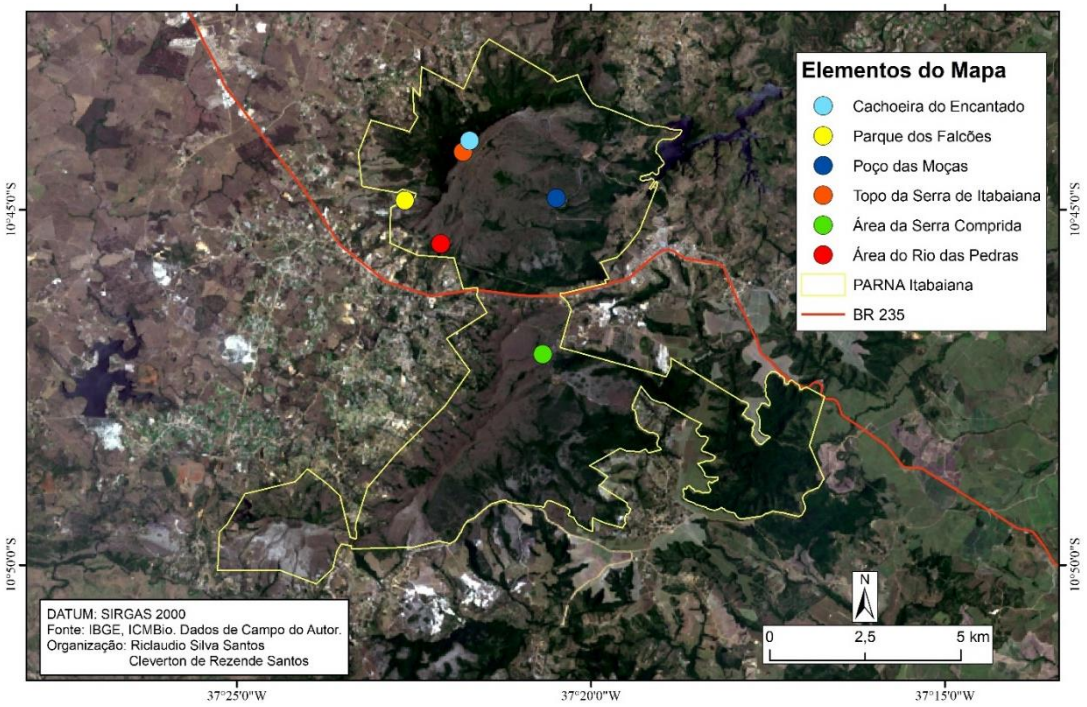
queimadas e mineração industrial são algumas das pressões que mais ameaçam as Unidades de Conservação, não sendo diferente no PARNA em Itabaiana-SE.

O principal acesso a sede do ICMBio, localizada dentro do parque, se dá pela BR 235, cerca de 38 km da capital, Aracaju. A UC também é recortada por diversas estradas de terra em mau estado de conservação que levam aos principais atrativos, sendo a maioria deles nas proximidades da serra de Itabaiana.

É relevante destacar aqui os principais pontos de visitação do PARNA segundo o plano de manejo (figura 02). Estes foram elencados pelo ICMBio levando em consideração os atrativos do parque para o lazer da população, a partir da acessibilidade e maior visitação.

Estes pontos apresentam elevado potencial educativo tanto no âmbito da biodiversidade, quanto da geodiversidade e belezas cênicas que tornam esses locais um verdadeiro mosaico de belezas naturais, destacando os elementos da geologia, geomorfologia e hidrologia em interação.

Figura 02: Principais pontos de Visitação do PARNA Serra de Itabaiana-SE



Fonte: IBGE, ICMBio, org. Riclaudio Silva Santos, Cléverton de Rezende Santos.

Assim, os principais pontos de interesse para visitação segundo o Pano de Manejo (BRASIL, 2016) e esboçados no mapa acima, são:

- Área do Poço das Moças – constituída pelo Poço das Moças, Gruta da Serra, Cachoeira Véu das Noivas, Buraco da Velha (Salão dos Negros) e Trilha da Via Sacra.

- Área do Rio das Pedras – os atrativos conhecidos são o riacho do Caldeirão, Cascatas Um e Dois, Cachoeira Poço da Serra e Mirantes Naturais, em uma área de grande potencial da elevação de novos pontos de superlativa relevância.
- Área da Mata do Encantado – constituída pela Cachoeira do Encantado e Mirantes de beleza cênica.
- Área da Serra Comprida – nessa área que corresponde a Serra Comprida, os principais atrativos são os Poços localizados ao decorrer dos Riachos da Prata e Pratinha.
- Área do topo da Serra de Itabaiana – com 659 m de altitude, do topo da Serra de Itabaiana é possível avistar a cidade de Itabaiana, outras serras e barragens e açudes do referido município.

A área do **Poço das Moças** configura-se como principal ponto de visitação, entre os supracitados. O poço está inserido em uma rocha quartzítica, originada por uma descontinuidade estrutural do relevo somada ao turbilhonamento da água do Riacho dos Negros. É uma piscina natural de 25m² e cerca de 2m de profundidade, o que justifica a maior atração dos visitantes para o lazer, sobretudo nos períodos mais quentes do ano.

Ao redor do poço encontramos uma vegetação arbórea rala e poços menores. Ainda nessa área encontramos a Gruta da Serra, formada por deslocamentos rochosos no passado. A gruta formou-se em uma das nascentes do riacho dos Negros, forma uma queda d'água de aproximadamente 4 m.

Próximo a gruta encontra-se a Cachoeira Véu de Noiva. Uma corredeira com 200 m de extensão, localizada no Rio dos Negros, abaixo do Poço das Moças em leito rochoso e escorregadio, Brasil (2016). A área é sombreada por vegetação arbórea exuberante, local menos visitado e, consequentemente, mais preservado.

Por fim, na área do Poço das Moças encontramos o Buraco da Velha e a Trilha da Via Sacra. As trilhas que seguem para ambos os pontos passam por solos arenosos e graminosos, até se separarem nos sentidos, nascente do Rio dos Negros Buraco da Velha) e o sentido cruzeiro no topo da serra, que corresponde a Via Sacra. As formações rochosas, muitas delas expostas pelas ações externas de modelagem do relevo, sejam em paredões ou no leito dos rios e riachos, formando os poços, bem como a exuberante vegetação, de mata fechada a vegetação graminosa, tornam essa área um ambiente cênico e patrimonial.

Na vertente sudoeste da Serra de Itabaiana destaca-se a área do **Rio das Pedras**. A trilha seguindo o Rio das Pedras revela ambientes cênicos, com formações rochosas expostas, poços que formam espaços para banho, quedas d`água e vegetação exuberante. Nos últimos anos tem atraído grande número de visitantes.

Ainda seguindo a trilha do Caldeirão, que margeia o Rio das Pedras encontramos a Cachoeira Poço da Serra, com cerca de 4 m e circundada por um barramento artificial. Acima

da cachoeira temos um afloramento rochoso de gnaisse e mirantes naturais, possibilitando visualizar as povoações que margeiam o parque, as demais serras que o compõe, a cidade de Itabaiana, os espaços de mata arbórea e fechada e os vales em campos abertos, entre outros. Uma área composta por gramíneas naturais que a depender da época do ano, é possível trilhar por um campo florido, Brasil (2016).

Na área que compreende a **Mata do Encantado** encontramos a vertente ocidental da serra, paredões rochosos com mata fechada, sendo estes os principais atrativos cênicos, local com diversas trilhas, contudo ainda bem preservado. Os atrativos dessa área, além da mata exuberante, são os paredões rochosos, a Cachoeira do Encantado, e o imaginário de encontrar cavernas, baseado em relatos de explorados.

Ainda como destaque entre os principais pontos de visitação e destaques enquanto geodiversidade, encontramos a área da **Serra Comprida**, utilizada para realização de voos livres e com alguns atrativos voltados para banho em riachos, a exemplo, do riacho da Prata e Pratinha. Os riachos apresentam feições arenosas e pedregosas, nascem na encosta leste da Serra Comprida e estão bastante antropizados com a retirada da vegetação original e expansão de lavouras.

Por fim, a área do **Topo da Serra de Itabaiana** possibilita uma vista panorâmica de algumas cidades, entre elas a que a serra recebe o nome - Itabaiana. No entorno do parque, destacam-se para visitação o Parque dos Falcões e alguns balneários, bastantes utilizados por visitantes de todo o país. O topo é um ambiente de grande fragilidade, além de maior exposição aos agentes intempéries, encontra-se no local solos encharcados e nascentes. Alguns locais sem nenhuma proteção vegetal.

Impactos Ambientais – Ameaças a Biodiversidade e Geodiversidade

A biodiversidade e a geodiversidade do PARNA, em seus inúmeros valores, como destacado anteriormente, as belezas cênicas, conflitam diariamente com as ações antrópicas e os consequentes impactos ambientais, principais desafios para valorização e conservação do patrimônio natural.

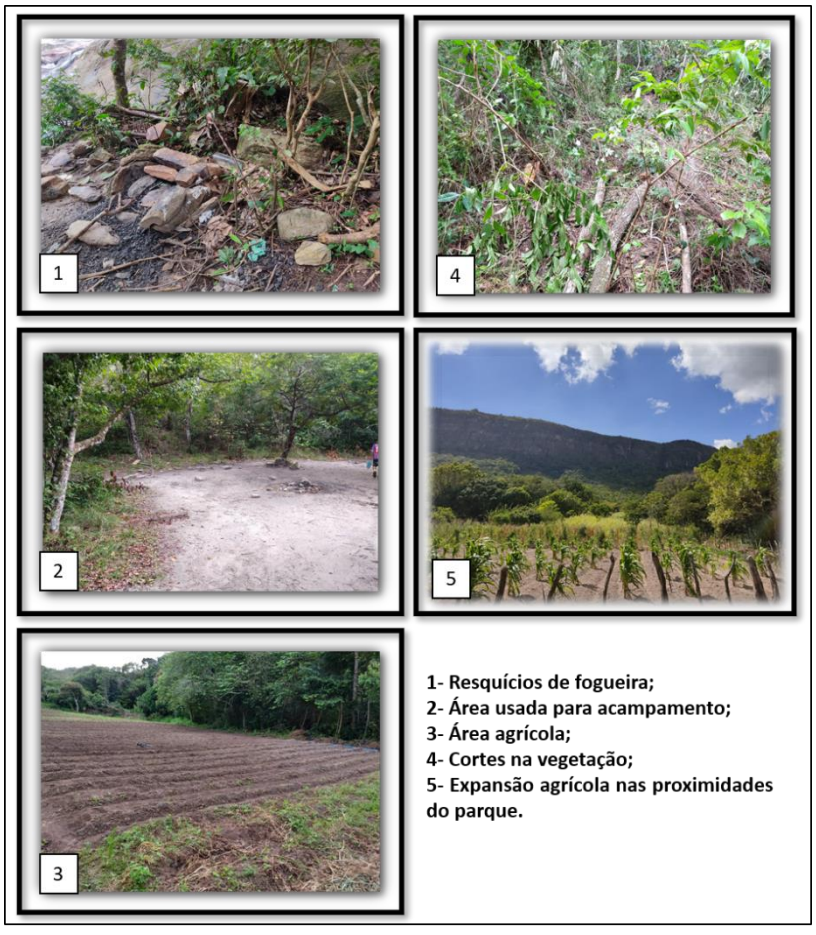
Podemos destacar como situações conflituosas (figura 03), no tocante aos objetivos do Parque Nacional: as trilhas e acampamentos irregulares, os depósitos de resíduos, a poluição das águas e solo, fogueiras e queimadas, exploração ilegal das rochas e minerais e espécies de vegetais, caça predatória, construção de torres de comunicação, avanços das pastagens, pecuária e ainda da urbanização desordenada em seu entorno. Entretanto, podemos perceber que grande parte desses conflitos são resultantes da visitação desordenada e negligenciada por parte do poder público.

Nesse contexto, percebe-se que após a efetivação do PARNA em 2005, iniciou-se, de forma lenta, as discussões para implementação do plano de manejo, intensificadas apenas em 2013 com a obrigatoriedade judicial. O plano foi elaborado pelo ICMBio com recursos limitados e alguns parceiros e, implementado apenas em 2016.

Além de buscar o ordenamento, gerenciamento, gestão e planejamento da UC/Parque Nacional, o plano de manejo almeja estabelecer uma área de transição do litoral ao semiárido sergipano saudável, com rica geodiversidade e biodiversidade, mantendo belezas naturais ímpares, riqueza cultural e inúmeras nascentes, proporcionando qualidade de vida para as presentes e futuras gerações (BRASIL, 2016).

É importante destacar, como ressalta o plano de manejo que “o reconhecimento internacional se deu pela inclusão da área na 4ª fase da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica (RBMA), quando houve o reconhecimento da ampliação da área da RBMA por parte da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) em junho de 1994” (BRASIL, 2016).

Figura 03: Ameaças ao patrimônio natural do PARNA Serra de Itabaiana-SE



Fonte: SANTOS, C. R. 2021.

Diante do exposto até o momento e considerando a necessidade de um olhar com igual valorização para os elementos não vivos da paisagem - a geodiversidade, é fundamental destacar que as feições geológicas do PARNA se compõem de uma unidade metamórfica, inserida na borda da região dômica que compreende o município de Itabaiana.

Nesse sentido, podemos destacar as feições hidrológicas, no PARNA encontramos as nascentes de vários rios e riachos afluentes das bacias hidrográficas dos rios Sergipe e Vaza-Barris. Os riachos Água Fria e Coqueiro, por exemplo, cortam as trilhas entre a Mata Atlântica e a sede do IBAMA. O riacho dos Negros que corta o Poço das Moças, principal ponto de visitação, entre outros.

Além de importantes rios, como o Poxim, que abastece cerca de 30% da capital de Aracaju e região metropolitana, e o rio Cotinguiba, que corta a região canavieira, próximo a sua nascente e a sede do município de Laranjeiras. Ambos importantes afluentes da bacia do rio Sergipe.

Esses e outros cursos d'água que compreendem o PARNA são ameaçados por depósito de resíduos sólidos, sobretudo nos finais de semana e feriados, dias em que aumentam o número de visitantes nos principais ambientes de recreação, retirada da mata ciliar e poluição por produtos químicos.

Os espaços protegidos enfrentam diversos desafios perante a variedade de demandas que precisam ser atendidas para que a UC alcance seus objetivos. Para dar conta de tamanha complexidade, o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, preconiza que a gestão da UC seja participativa, ou seja, assegure a presença efetiva das populações locais em todos os estágios de sua criação e implantação, bem como busque o apoio de organizações da sociedade civil na gestão, o que inclui a administração compartilhada da UC (Art. 5º).

Em muitos desses espaços os desafios surgiram bem antes da consolidação da UC. E foram mantidos após a efetivação dos espaços protegidos por não seguir as orientações do SNUC, como a estabilização territorial, a criação do plano de manejo e dos conselhos.

Sobre os desafios para a conservação das UCs, ICMBio (BRASIL, 2015) destaca que:

> Como resultado, as UC não estão isentas de ameaças. Incêndios criminosos, abertura de estradas ilegais, exploração madeireira, grilagem de terras, atividades agropecuárias e de mineração exercidas em seu interior são alguns dos impactos comumente observados. O crescimento urbano, os grandes projetos de infraestrutura e os empreendimentos turísticos de massa também exercem pressão sobre essas áreas, causando fragmentação de habitats, degradação ambiental e desagregação social nas comunidades que vivem em seu interior e no entorno (BRASIL, 2015, p. 12).

O órgão em questão tem cultivado esforços para consolidação de uma gestão que envolva cada vez mais a sociedade nas demandas dos espaços protegidos, independente da classificação desses espaços, respeitando as particularidades de cada categoria de manejo.

Após duas décadas de criação do SNUC, ainda são evidentes os desafios enfrentados pela gestão das UCs. Segundo (BRASIL, 2015, p. 15-18) além da consolidação dos conselhos e planos de manejo, as vulnerabilidades desses espaços estão associadas a:

- Orçamento insuficiente – dentre os países considerados referências em conservação, o Brasil é o que menos tem destinado recursos a proteção do patrimônio natural.
- Recomposição do quadro de servidores – é um desafio grande e urgente das UCs. Além de apresentar o quadro de servidores insuficientes por hectare, o Brasil nesse cálculo, mais uma vez fica atrás de países como África do Sul, EUA, Costa Rica. Segundo o MMA Essa discussão não envolve apenas o quantitativo, mas também a capacitação dos servidores já contratados para realização das atividades conforme suas necessidades e considerando os objetivos da UC;
- Consolidação territorial – nesse ponto, é preciso destacar que os conflitos relacionados a delimitação das terras que envolvem as UCs não correspondem apenas as propriedades particulares. Segundo o MMA, há casos de sobreposições com outras áreas protegidas, como terras indígenas, ou de outros órgãos federais, como o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), a Marinha (no caso de zonas costeiras e ribeirinhas) ou de terras de domínio dos estados.
- Vigilância e proteção – a carência de ações efetivas voltadas para vigilância e proteção das UCs, sejam elas de uso sustentável ou proteção integral, tem contribuído para aumento dos incêndios antrópicos e desmatamento.
- Uso público – segundo a agência Brasil, as Unidades de Conservação (UCs) federais receberam 15,33 milhões de visitantes em 2019, o que representa um aumento de mais de 20% em relação ao ano anterior. A categoria parque nacional é a mais visitada.
- Relações com a comunidade científica – a comunidade científica tem forte relação com a criação dos espaços protegidos. Nos últimos anos tem ampliado o número de pesquisadores registrados no SISBIO - Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade, do ICMBio, responsável por processar autorizações para atividades científicas e didáticas nas UCs federais.
- Aceitação da existência da UC pelos atores locais – a participação da comunidade na criação e gestão dos espaços protegidos torna-se um grande desafio, sobretudo, diante da posição de atores políticos e econômicos que têm a política de criação de UCs como entraves para o desenvolvimento local.

Diante desse cenário, é importante evidenciar que as reflexões desenvolvidas nos espaços formais e não formais de ensino, no âmbito da EA, tendem a minimizar os impactos ambientais resultantes da lentidão das ações de criação e efetivação das UCs. Bem como, no ordenamento desses espaços enquanto meios de proteção dos bens naturais.

Considerando a necessidade de aprofundar-se sobre os desafios enfrentados pela gestão do PARNA Serra de Itabaiana, no dia 10 de dezembro de 2020 foi realizada uma entrevista semiestruturada com o chefe do Parque, o senhor Marleno Costa. A entrevista foi previamente agendada e durou aproximadamente duas horas (das 9:00 às 11:00).

Durante os questionamentos realizados e as respostas, foram surgindo outros diálogos que se somaram. Também é importante destacar que o roteiro de questionamentos não seguiu, necessariamente, a ordem apresentada em anexo, visto que eles visavam apenas estruturar o diálogo.

Faz-se necessário entendermos o que é gestão ambiental. Assim, Shigunov Neto *et al.* (2009), apontam que:

> A Gestão Ambiental é o conjunto de atividades da função gerencial que determinam a política ambiental, os objetivos, as responsabilidades e os colocam em prática por intermédio do sistema ambiental, do planejamento ambiental, do controle ambiental e da melhoria do gerenciamento ambiental. Dessa forma, a gestão ambiental é o gerenciamento eficaz do relacionamento entre organização e o meio ambiente (SHIGUNOV NETO *et al.*, 2009).

A partir do conceito e considerando o diálogo com a gestão do PARNA Serra de Itabaiana, ao perguntar sobre os desafios enfrentados pela UC antes e depois da oficialização do plano de manejo, o chefe do ICMBio responsável pela UC destacou que um dos grandes desafios são os recursos humanos para atender a demanda da UC que apresenta uma extensão expressiva, dentre as UCs de responsabilidade do órgão no estado.

Nesse cenário, o responsável pela gestão do PARNA destacou ainda que a UC é de responsabilidade federal, mas tem buscado parcerias a nível estadual para minimizar tal problema e garantir o direito de visitação, para os diversos fins, da sociedade. Assim, percebe-se que mesmo com o diagnóstico da UC, alguns desafios permanecem, o que resultada na degradação tanto da geodiversidade quanto no que se refere à ameaça da vida animal e vegetal.

Foram apontados ainda enquanto desafios na gestão do PARNA o descarte incorreto de resíduos, prática de acampamentos, abertura de trilhas clandestinas, despachos religiosos e a não indenização de algumas propriedades, o que gera conflitos em virtude da pressão das atividades agropecuárias na UC.

Nesses pontos, a gestão colocou em questão a viabilização de ações como o ordenamento dos rituais religiosos a fim de minimizar os impactos ambientais, sobretudo a paisagem natural. E ainda, levar para pauta do conselho consultivo da UC a necessidade de se refletir sobre o atual status de proibição de acampamentos no parque.

Sobre o conselho consultivo, Abirached (2014) destaca a que o mesmo tem a função decidir:

> Sobre assuntos relacionados à forma de funcionamento do Conselho, prevista em seu Regimento Interno. Atua de acordo com as competências definidas no Decreto n° 4.340/02. Decide sobre o conteúdo do Plano de Ação do Conselho Emite recomendações e moções. Emite manifestações sobre assuntos relacionados à gestão da unidade de conservação (ABIRACHED *et al*, p. 29, 2014).

Nesse contexto, o PARNA Serra de Itabaiana está entre as categorias de UCs com conselho consultivo. O conselho, mecanismo previsto na Lei 9985/2000 e regulamentado pela Instrução Normativa 09/2014, do ICMBio, tem entre outras competências: elaborar o seu regimento interno e plano de ação; acompanhar a elaboração, implementação e revisão do plano de manejo da UC, garantindo seu caráter participativo; buscar a integração da UC com as demais áreas protegidas e com o seu entorno.

Foi importante questionar sobre a visitação ao PARNA durante o ano de 2020, considerando a pandemia da Covid-19. O entrevistado pontuou que a UC ficou indisponível para visitação, seguindo as orientações da OMS e do ICMBio. Porém, o fechamento de bares, shoppings, isolamento de praias entre outros, no estado, levou muitos visitantes ao PARNASI. Estes, buscaram acesso, principalmente pela trilha do Caldeirão, onde não há controle de entrada, muito menos recursos humanos para orientações dos visitantes.

Assim, entre os principais pontos de visitação, já mencionados anteriormente, repetidos aqui pela gestão, a trilha do Caldeirão recebeu de forma desordenada o grande fluxo de visitantes no último ano. Essa percepção se deu pelo diagnóstico dos locais utilizados para banho nesta trilha. Como herança, os visitantes deixam resquícios de fogueiras, lixos dentro e fora dos rios e riachos e cortes na vegetação como forma de abrir novas trilhas.

Dessa forma, percebe-se a importância da EA nas reflexões e ações a serem levantadas e desenvolvidas nesses espaços como alternativa a minimizar os impactos socioambientais. Nesse sentido, foi questionado ao responsável pela gestão do PARNA sobre as práticas em EA desenvolvidas na UC, o mesmo, destacou as parcerias desenvolvidas com escolas e universidades.

Em seguida foi questionado sobre projetos de valorização do patrimônio natural e atividades educativas que promovam a conservação da geodiversidade. Foi enfatizada então a resposta anterior, pontuando as parcerias com unidades de ensino, sobretudo com

estudantes de graduação, mestrado e doutorado que desenvolvem inúmeras pesquisas na UC. Os resultados contribuem com o planejamento e ações voltadas para atender aos objetivos do parque.

Além disso, destacou que a gestão já apresentou para o MMA um projeto de reforma do centro de visitação, visando proporcionar melhor estrutura para recepção e orientação dos visitantes. Tal ação, contribuirá para o desenvolvimento de atividades orientadas e Interpretação Ambiental e, consequentemente, promoção da EA.

Deve-se mencionar que atualmente o centro de visitação encontra-se com as instalações deterioradas (parte da cobertura, os painéis interpretativos), sua reforma torna-se essencial para retomada das orientações para os visitantes, e acolhimento dos mesmos, antes que realizem as trilhas.

No tocante a valorização da geodiversidade, o responsável pela gestão colocou que as atividades de EA desenvolvidas no PARNA valorizam o patrimônio natural como um todo, mas entende que nos espaços protegidos em geral a fauna e flora estão entre os objetivos principais para criação da UC, não sendo diferente no PARNASI.

No encaminhamento para o final do nosso diálogo foi colocado para gestão a seguinte questão, pensando na importância das práticas em EA, um aplicativo e um guia virtual contribuiria para valorização e conservação da geodiversidade do PARNA Serra de Itabaiana, como estratégias de Interpretação Ambiental? Sua resposta foi sim, os produtos citados, a depender de sua organização e conteúdo exposto, facilitaria a conexão com a sociedade, informando e orientando os visitantes sobre as potencialidades e ameaças da UC.

Diante do exposto, é importante destacar, segundo informações da gestão do PARNA que a administração da UC é realizada em forma de Núcleo de Gestão Integrada, ou seja, o núcleo que geri o Parque Nacional Serra de Itabaiana, também comtempla a FLONA - Floresta Nacional do Ibura e a Reserva Santa Isabel. O quadro atual é formado por: três analistas ambientais, um técnico administrativo e 4 brigadistas.

Desse modo, o baixo efetivo de funcionários é insuficiente para atender a demanda desta Unidade de Conservação (fiscalização, planejamento, ordenamento, entre outros) e garantir seus objetivos, o que contribui para ampliação das ameaças aos bens naturais do PARNASI.

Considerações finais

Diante da atual crise ambiental, reflexo da apropriação desordenada dos bens naturais fica evidente a necessidade de realizar reflexões e ações que visem à sensibilização da sociedade em relação a conservação e valorização desses bens. Dessa forma, faz-se

necessário um olhar diferenciado para geodiversidade que por séculos foi renegada enquanto aporte essencial para o desenvolvimento e diversidade de vida, a biodiversidade.

Dentro dessa perspectiva, o desenvolvimento da pesquisa em todas as suas etapas, permitiu a identificação e análise do patrimônio natural e potenciais ameaças aos principais pontos de visitação do PARNASI, bem como a compreensão sobre a importância da valorização e conservação desse espaço para sustentabilidade socioambiental da UC, garantindo seus objetivos.

Também é válido destacar que o desenvolvimento de estratégias para conservação, como a Interpretação Ambiental, na promoção de uma Educação Ambiental aplicada nos espaços formais e não formais de ensino, corrobora com a sensibilização dos visitantes e consequentemente com a redução de ações desordenadas e dos impactos aos elementos naturais.

Por fim, é importante destacar a importância da gestão participativa na consolidação dos objetivos da UC PARNASI, considerando a necessidade de valorização dos elementos da natureza, sobretudo nos principais pontos de visitação e a contenção dos impactos ambientais. O desenvolvimento de uma postura de cidadão reflexivo parte da análise tanto das dimensões ambientais, quanto políticas, sociais, culturais e econômicas com vistas para conservação do patrimônio natural.

Referências bibliográficas

ABIRACHED, C. F. A; TALBOT, V. **Conselhos Gestores de Unidades de Conservação Federais – Um Guia para Gestores e Conselheiros**. ICMBio, 2014. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/guia-conselhos-2014.pdf. Acesso em: 20 de janeiro de 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza**: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília: MMA, 2011. 76 p.

BRASIL. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, Ministério do Meio Ambiente. **Plano de Manejo Parque Nacional Serra de Itabaiana**. Brasília, DF, jul. 2016.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **O desafio de garantir participação no complexo universo da gestão**. Brasília: MMA, 2015.

BRILHA, José; **Patrimônio geológico e geoconservação:** A conservação da natureza na vertente da geologia. Palimage/Publito, 2005.

CARVALHO, C. M. de; VILAR, J.C. Parque Nacional Serra de Itabaiana: levantamento da biota. São Cristóvão: UFS; Aracaju: IBAMA, 2005. 257p.

COSTA, Cristiano Cunha; PARQUE NACIONAL SERRA DE ITABAIANA-SE: REALIDADE E GESTÃO. Revista Monografias Ambientais - REMOA v.13, n.5, dez. 2014, p.3933-3951

LEFF, Enrique. **Saber Ambiental:** sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. 3 ed. Petrópolis: Vozes, 2009.

MEDEIROS. Wendson Dantas de; OLIVEIRA. Frederico Fonseca Galvão de. **Geodiversidade, Geopatrimônio e Geoturismo em Currais Novos**, NE do Brasil. Fortaleza, v. 10, 2011.

MEIRA, Suedio Alves, et al. **Unidades de Conservação e Geodiversidade**: uma breve discussão, Ponta Griossa, V. 18, n. 2, p. 166-167, 2018.

MOURA-FÉ, M. M. GeoPark Araripe e a geodiversidade do sul do Estado do Ceará, Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**. v. 2, n. 1, p.28-37, 2016.

MOREIRA, Tereza, FERREIRA, Luiz Fernando. **O desafio de garantir participação no complexo universo da gestão**. Brasília, 2015.

QUINTAS, J. S. Por uma educação ambiental emancipatória: considerações sobre a formação do educador para atuar no processo de gestão ambiental. In: QUINTAS, J.S. (Org). **Pensando e praticando a educação ambiental na gestão do meio ambiente**. Brasília: IBAMA, 2000.

SHIGUNOV NETO, Alexandre; CAMPOS, Lucila Maria de Souza e SHIGUNOV, Tatiana. **Fundamentos da Gestão Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2009. p. 1-21.

SILVA, Maria do Socorro; SOUZA, Rosimeri Melo**. TERRITÓRIOS PROTEGIDOS E ARENAS DE CONFLITOS NAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL EM SERGIPE, BRASIL.** Vol. XVII, nº 445, julho de 2013.

_____. O potencial fitogeográfico de Sergipe: uma abordagem a partir das unidades de conservação de uso sustentável. **Scientia Plena**. Vol. 5, núm. 10, 2009.

Os caminhos do turismo comunitário no território quilombola do Cumbe (Aracati-CE)

The paths of community tourism in the quilombola territory of Cumbe (Aracati-CE)

Vitória Ferreira de Souza
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0009-0009-1224-820X
vitoriahsouza64@gmail.com

Camila Dutra dos Santos
Universidade Estadual do Ceará
http://orcid.org/0000-0002-9453-5983
camila.dutra@uece.br

Resumo: No Brasil, a partir da década de 1970, iniciou-se o processo de desenvolvimento das atividades turísticas no litoral. As comunidades tradicionais, situadas na zona costeira cearense, sofrem com os processos de especulação imobiliária, expropriação de terras, e suas atividades também são afetadas por grandes projetos do turismo de massa. Porém há outra forma de turismo que preserva o meio ambiente e contribui para o processo da justiça ambiental - o turismo comunitário. O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados do projeto de extensão realizado na comunidade quilombola no Cumbe (Aracati-CE), sobre a atividade do turismo comunitário. A metodologia utilizada baseou-se na pesquisa participativa, onde as pessoas da comunidade atuaram de forma interativa no desenvolvimento do projeto. Os resultados trouxeram contribuições para a organização do turismo comunitário local, através das atividades de capacitação (cursos), oficinas, reuniões e a criação de um folder sobre os caminhos do Turismo Comunitário no Cumbe (Aracati-CE).

Palavras-chave: Turismo comunitário; Territorialidades; Resistências; Quilombo do Cumbe.

Abstract: In Brazil, from the 1970 onwards, the process of developing tourist activities on the coast began. Traditional communities, located in the coastal zone of Ceará, suffer from real estate speculation processes, land expropriation, and their activities are also affected by large mass tourism projects. But there is another form of tourism that preserves the environment and contributes to the process of environmental justice - community tourism. The objective of this work is to present the results of the extension project carried out in the quilombola community in Cumbe (Aracati-CE), on the activity of community tourism. The methodology used was based on participatory research, where people from the community acted interactively in the development of the project. The results brought contributions to the organization of local community tourism, through training activities (courses), workshops, meetings and the creation of a folder on the paths of Community Tourism in Cumbe
(Aracati-CE).

Keywords: Community Tourism; Territorialities; Resistance; Cumbe Quilombo.

Introdução

O turismo é uma prática social vinculada a uma atividade de deslocamento, apresentando variadas motivações, entre elas está o lazer. No Brasil, com ênfase na área litorânea da região Nordeste, a partir da década de 1970, iniciou-se um processo de

desenvolvimento das atividades turísticas, a princípio com as casas de veraneio das pessoas com maior poder aquisitivo.

O Nordeste brasileiro, por vezes, foi visto como uma região subdesenvolvida e marcada pelo flagelo da seca mas, com a valorização do litoral, através da implementação das políticas de desenvolvimento do turismo, essa perspectiva mudou, passando a ser concebida como a região das praias, do lazer e do descanso. Dessa forma, a atividade turística tem sido responsável pela atração de um considerável contingente populacional para a área litorânea.

As comunidades tradicionais, situadas na zona costeira cearense, sofrem com os processos de especulação imobiliária, expropriação de terras, e as suas atividades também são impactadas por grandes projetos do turismo de massa. Existe uma forma de turismo que preserva o meio ambiente e contribui para o processo da justiça ambiental - o turismo comunitário.

Este artigo propõe apresentar o desenvolvimento e os resultados do projeto de extensão intitulado: “Inventário da realidade do território quilombola-pesqueiro do Cumbe (Aracati-CE): elementos para articular o turismo comunitário”, desenvolvido, pelo Grupo de Pesquisa e Articulação Campo, Terra e Território (NATERRA) da Universidade Estadual do Ceará (UECE), do qual fazemos parte.

Os objetivos do projeto de extensão visavam atender as necessidades da comunidade, no que se refere ao turismo comunitário, que é realizado como uma forma de renda complementar, e também manifesta a afirmação identitária dos quilombolas, como forma de resistência em relação aos conflitos existentes no seu território e fora dele (mas que os afeta).

A comunidade quilombola do Cumbe está localizada no município de Aracati, litoral leste do Ceará. Situada à margem direita do Rio Jaguaribe, principal bacia hidrográfica do Ceará, onde são realizadas as atividades econômicas, culturais e de lazer em torno do ecossistema fluviomarinho. A comunidade é composta, em sua maioria, por negros(as), pescadores(as), marisqueiras e artesãos(ãs), que vivem dos sistemas ambientais presentes no território, como o mangue, as dunas, as lagoas e o rio, realizando atividades extrativistas e de lazer.

Atualmente a comunidade quilombola do Cumbe vem sofrendo com a implantação dos projetos desenvolvimentistas, que desrespeitam o modo de vida dos quilombolas, e as relações que há entre a comunidade e os sistemas naturais, no que se refere a preservação destes para a realização das atividades de subsistência e de lazer, como a utilização do campo de dunas, das lagoas temporárias, da praia e do manguezal. (NASCIMENTO; LIMA, 2017).

O turismo possui uma relação inerente à ciência geográfica, visto que o espaço geográfico é o seu objeto de consumo, tornando-se, portanto, um impulsionador das transformações sócio-espaciais. Alguns autores, abordam o turismo como um fenômeno multifacetado, estabelecendo relação com as categorias geográficas, como Cruz (2003), Coriolano (2006), Almada (2020), Santos (2020), entre outros.

Turismo de massa e Turismo comunitário: concepções introdutórias

No Século XVIII, a atividade turística surgiu como uma forma de complementar a educação dos jovens de classe nobre da Inglaterra, através da realização de viagens pela Europa, que eram conhecidas como Grand Tour (ALMADA, 2020). A expansão do turismo na sociedade moderna está associada ao início do capitalismo industrial no século XIX. Com o advento da Terceira Revolução Industrial, o turismo também passou a ser realizado pela classe média trabalhadora, surgindo o termo “turismo de massa", e os grandes fluxos turísticos pelo mundo.

> Turismo de massa é uma forma de organização do turismo que envolve o agenciamento da atividade, bem como a interligação entre agenciamento, transporte e hospedagem, de modo a proporcionar o barateamento dos custos da viagem e permitir, consequentemente, que um grande número de pessoas viaje. (CRUZ, 2003, p.6).

A atividade turística tem ganhado cada vez mais destaque no contexto da sociedade globalizada. São diversas as motivações que impulsionam as pessoas a viajarem, podendo ser subdivididas em motivações de lazer e de trabalho. Dessa forma, o turismo passou a despertar, na população, a necessidade de viajar, sendo posto no seio de consumo da sociedade.

Nesse contexto, são desenvolvidos múltiplos produtos e serviços para atender às exigências de consumo dos turistas, que, em função de atender a tais requisitos, tem-se a modificação do hábito de vida da população local por influência dos visitantes (SOUZA; BAHL; KUSHANO, 2013).

Para a execução das políticas públicas e gestão do turismo, algumas estruturas administrativas são importantes, como a existência de secretaria ou diretoria de turismo, conselho de turismo, entre outras. No entanto, o que tem se observado nos municípios litorâneos da Região Nordeste, de forma geral, é uma baixa participação social (BRAGA; SELVA, 2016).

Conforme destacado pelas autoras, a baixa participação social ocorre pela exclusão das comunidades locais do processo turístico, já que este é gerenciado pelas esferas administrativas do governo e das empresas privadas. O território turístico é condicionado por

relações de poder, configurando uma relação conflituosa entre os grupos hegemônicos e a população local posta à margem de tal processo. Diante do exposto, compreende-se que a dinâmica espacial do turismo ocorre com base na apropriação do espaço que, por sua vez, é territorializado conforme as suas demandas.

> [...] faz-se necessário prover um espaço geográfico com alguns elementos dentre os quais: equipamentos e serviços turísticos que são aqueles destinados à satisfação de necessidades, preferências e motivações dos turistas como os serviços de alimentação, hospedagem, entretenimento, agenciamento e transporte (SOUZA; BAHL; KUSHANO, 2013, p.321).

Dessa forma, o espaço geográfico passa por uma série de transformações para atender as demandas do turismo, sendo concebido como um objeto de consumo, visto por uma concepção mercadológica.

Quando o turismo inicia o processo de emancipação nos territórios, ele provoca uma série de modificações na paisagem, assim como a reestruturação espacial para atender às suas demandas. Coriolano (2006) afirma que [...] a produção do espaço é determinada por relações socioespaciais e de poder, sendo o turismo, uma prática social de apropriação e de dominação de muitos territórios, especialmente nos países tropicais.

Com o avanço do turismo de massa, as comunidades tradicionais, situadas no litoral do Ceará, têm sofrido com a especulação imobiliária, a expropriação de terras, e também tiveram suas atividades afetadas pelos projetos turísticos capitalistas. Como exemplo dessa expropriação e perda do território de uso tradicional, temos a comunidade do Barreiro, no município de Trairi-CE. Os pescadores não puderam realizar suas atividades no local denominado Praia de Flecheiras, onde colocavam suas barracas e acessórios, sendo realocados próximo das dunas. Isso trouxe muitos impactos para a comunidade, pois passaram a viver em condições precárias, sem saneamento, sem água (devido à privatização), e sem ter onde aportar as suas jangadas devido à proibição dos donos das pousadas.

O turismo de massa também tem causado impactos ambientais, no que diz respeito ao aumento de resíduos sólidos nos territórios tradicionais. Dessa maneira, o turismo comunitário surge como uma forma de defesa do território e do modo de vida tradicional.

> Assim, o turismo comunitário é aquele em que as comunidades de forma associativa organizam arranjos produtivos locais, possuindo o controle efetivo das terras e das atividades econômicas associadas à exploração do turismo. Nele o turista é levado a interagir com o lugar e com as famílias residentes, seja de pescadores, ribeirinhos, pantaneiros ou de índios (CORIOLANO, 2009, p.282).

O turismo comunitário é uma alternativa ao turismo hegemônico, e como uma forma de resistência das comunidades tradicionais frente ao avanço do turismo de massa. O turismo comunitário é baseado no protagonismo social, sendo também uma forma de afirmação identitária dessas comunidades. Tem-se a preocupação com a preservação da natureza, das práticas tradicionais, culturas, das identidades locais e da ancestralidade.

A zona costeira cearense é povoada por várias comunidades tradicionais que lutam em defesa dos seus territórios em virtude do avanço do turismo de massa. As relações socioespaciais são estabelecidas de maneira conflituosa e, enquanto ocorrem os processos de apropriação e transformação desses territórios, emergem também as resistências dos povos tradicionais, assim como a manifestação de suas territorialidades.

De acordo com Raffestin (1993), a territorialidade adquire um valor particular, pois reflete a multidimensionalidade do "vivido" territorial pelos membros de uma coletividade, e pelas sociedades em geral. Podemos considerar a perspectiva subjetiva desses grupos sociais, considerando que é no “vivido” onde se constrói a identidade sociocultural, sendo a territorialidade, uma expressão de quem eles são, dos valores, da cultura e do modo de vida.

Com o avanço do turismo no litoral, houve a decadência e o desaparecimento de muitas atividades econômicas tradicionais, como a pesca, a renda, o labirinto, substituídas por atividades ligadas a hotéis, pousadas, restaurantes e bares (CORIOLANO, 2008). Em muitos locais, as atividades tradicionais foram relegadas a segundo plano, pois perderam espaço para a realização das atividades turísticas, como por exemplo o kitesurf, a implantação dos equipamentos turísticos, os chamados atrativos turísticos, entre outros.

Existe uma relação conflituosa entre a territorialidade nômade dos turistas e a territorialidade dos residentes, uma vez que a territorialidade dos turistas extrapola a realidade cotidiana dos moradores locais. O que pode ocasionar danos para o meio ambiente, assim como impactos socioeconômicos para a população que, por sua vez, é vista como mão de obra menos qualificada e, consequentemente, inapta para realizar determinadas atividades.

Diante dessas circunstâncias, as comunidades tradicionais começaram a propor outras formas de turismo, que consideram o protagonismo social e a sustentabilidade, como, por exemplo, ecoturismo, turismo religioso, turismo rural e turismo cultural, configurando-se em uma alternativa ao turismo de massa. As comunidades passam a desenvolver uma nova forma de organização da atividade turística, como proposto pelo turismo comunitário.

No turismo comunitário, os residentes possuem o controle efetivo da atividade desde o planejamento até o desenvolvimento e gestão dos arranjos produtivos. Assim, conseguem melhorar suas economias, preocupando-se com o envolvimento participativo, não de forma individualista; daí o avanço para as gestões integradas dos arranjos produtivos que passam a ser comunitários, e facilitam o enfrentamento dos conflitos (CORIOLANO, 2008).

Muitas comunidades passaram a aderir redes de organização, de modo a fortalecer as atividades do turismo comunitário. Em 2008, a Rede Cearense de Turismo Comunitário (Rede Tucum) foi criada, propondo uma articulação entre as comunidades que desenvolvem o turismo comunitário.

> A organização da Rede Tucum é descentralizada e pauta-se sobre os princípios da democracia direta, transparência e igualdade de gênero, raça e etnia. Sua estrutura organizacional conta com diferentes grupos que possuem atribuições e responsabilidades específicas para o bom funcionamento da Rede. A estrutura de organização é formada pelas seguintes instâncias: Assembleia, Coordenação Colegiada, Coordenação Executiva e Secretaria Executiva (TUCUM, 2013, p.13)

Concordantemente, a Rede Tucum dispõe de uma estrutura organizacional segmentada conforme as atividades que precisam ser realizadas para assegurar o bom desempenho da Rede. Cerca de 15 comunidades fazem parte da Rede, são elas: Tatajuba, em Camocim; Curral Velho, em Acaraú; Caetanos de Cima, em Amontada; Assentamento Maceió, em Itapipoca; Flecheiras, em Trairi; e Tapebas, em Caucaia. No litoral leste: Batoquee Jenipapo-Kanindé, em Aquiraz; Prainha do Canto Verde, em Beberibe; Assentamento Coqueirinho, em Fortim; Vila da Volta e o Quilombo do Cumbe, em Aracati; e Ponta Grossa e Tremembé, em Icapuí.

Um dos objetivos da Rede Tucum é promover formas de oferta turística que garantam, às populações tradicionais, a permanência em seu território, e possibilitem a continuidade das atividades econômicas tradicionais, dando visibilidade às lutas sociais, para o reconhecimento das comunidades participantes (TUCUM, 2013).

Uma das principais características desse novo eixo do turismo é que a comunidade tem autonomia para gerenciar todo o processo de planejamento e realização do turismo comunitário. Dessa forma, os princípios são estabelecidos com base na organização comunitária interna e na cooperação entre as comunidades, são exemplos: a preservação das atividades tradicionais, a geração de renda para as pessoas da comunidade, assim como a preservação dos valores culturais e identitários.

Metodologia

A metodologia utilizou-se da pedagogia do território, esta práxis acadêmica vem sendo construída por meio de reflexões e ações que ocorrem a partir dos encontros com os territórios onde há conflitos ambientais, e com as comunidades que sofrem processos históricos de vulnerabilização, agravados pelas injustiças ambientais. (LEÃO; RIGOTTO; MELO, 2018.)

Os trabalhos foram realizados por meio da pesquisa participante, onde “o

conhecimento científico e o popular articulam-se criticamente em um terceiro conhecimento novo e transformador". (BRANDÃO; BORGES, 2007, p.54). Na pesquisa participante, o conhecimento científico não se configura como a única via da produção e validação do conhecimento, os saberes populares (dos sujeitos sociais) também se constituem como de suma importância nesse processo. Sendo assim, a comunidade participou ativamente de todos os trabalhos propostos por nosso projeto de extensão.

Os procedimentos metodológicos consistiram no levantamento bibliográfico acerca das temáticas trabalhadas, pesquisas de campo, rodas de conversa com os moradores da comunidade e a cartografia social. As atividades realizadas foram definidas de forma dialogada com a comunidade, buscando atender às demandas referentes à atividade do turismo comunitário. Dessa forma, realizamos oficinas, a exemplo da formação, cujo objetivo foi promover o intercâmbio de conhecimentos entre algumas comunidades da Rede Tucum, sobre as práticas de recepção de visitantes e a precificação dos produtos e serviços do turismo comunitário nas comunidades.

Os trabalhos de campo ocorreram conforme a disponibilidade da comunidade e dos pesquisadores. A princípio, era realizada uma reunião com os integrantes da comunidade com o fim de determinar a data da aula de campo e o planejamento das atividades que seriam realizadas. Comumente, as atividades consistiam em oficinas, rodas de conversa, apresentação dos trabalhos desenvolvidos, entre outras.

A comunidade atuou de forma participativa nas atividades realizadas, através desta metodologia foi possível nos aprofundarmos na pesquisa sobre como o turismo comunitário é realizado na comunidade quilombola do Cumbe. Dessa forma, no decorrer da realização do projeto de extensão, todos os envolvidos foram considerados pesquisadores(as) e, no caso das pessoas da comunidade, os intitulamos de pesquisadores(as) populares.

No que diz respeito ao referencial teórico, nos debruçamos nas leituras das obras de alguns autores(as), sendo eles: Claude Raffestin, abordando a perspectiva das territorialidades; Luzia Neide Coriolano, em suas obras destacam-se importantes problematizações acerca da atividade turística; Lara Santos e Ariel Castro, que realizaram trabalhos junto a comunidade quilombola do Cumbe, sobre os caminhos do turismo comunitário e os conflitos pela água, respectivamente; Rita Cruz, em sua obra a autora aborda algumas concepções introdutórias sobre a Geografia do Turismo, entre outros.

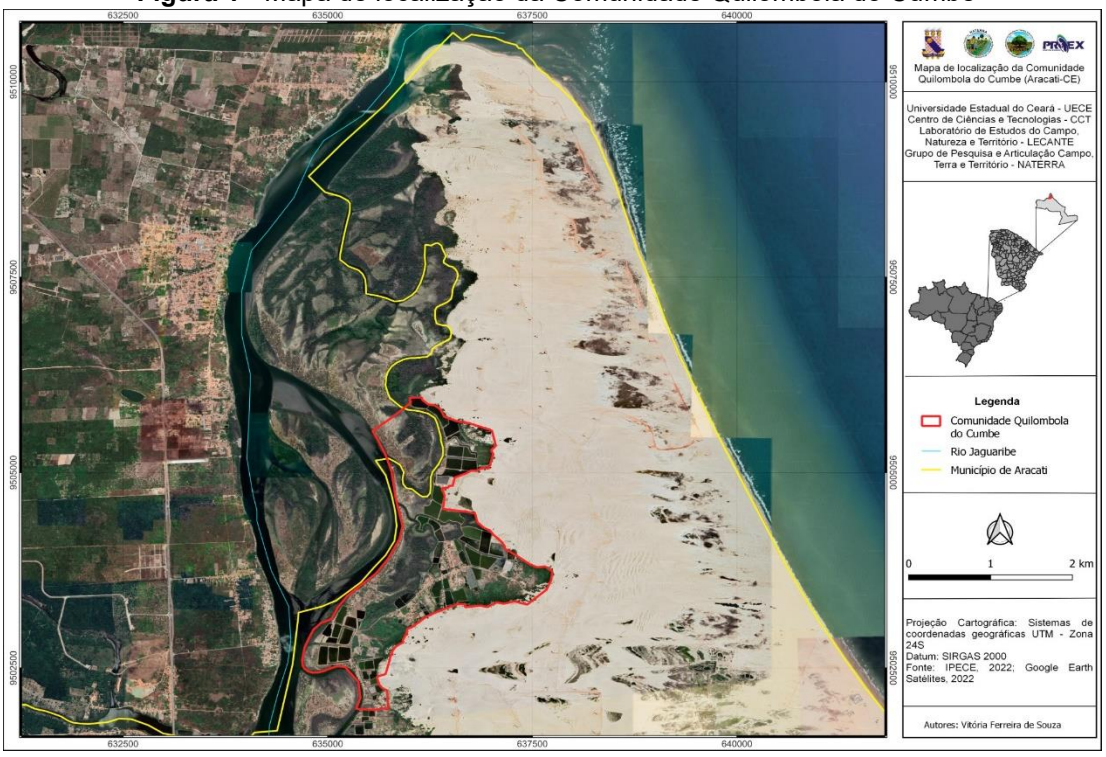
Resultados e discussões O Turismo Comunitário no território quilombola do Cumbe

Em 2014, a Comunidade Quilombola do Cumbe foi certificada pela Fundação Cultural Palmares, passando a ser chamada de Quilombo do Cumbe, representada pela Associação

Quilombola do Cumbe/Aracati - CE. A comunidade é composta, predominantemente, por descendentes de quilombolas, os quais são pescadores(as), marisqueiras, agricultores(as) e artesãos(ãs).

Os (as) quilombolas realizam as suas atividades de lazer e autoconsumo nos sistemas ambientais presentes no território, como o campo de dunas, o Rio Jaguaribe, o mangue e a praia. As atividades tradicionais como a pesca do peixe, do marisco, à cata do caranguejo, entre outras, fazem parte do modo de vida da comunidade e expressam as suas territorialidades.

Figura 1 - Mapa de localização da Comunidade Quilombola do Cumbe



Fonte: Souza (2023).

Observamos que no território quilombola do Cumbe, o turismo comunitário é realizado como uma forma de resistência, frente aos conflitos enfrentados pelos quilombolas, e também contribui para uma renda complementar para as pessoas da comunidade, fortalecendo as práticas tradicionais. Sendo assim, o intuito é que o(a) pescador(a), a marisqueira, o(a) artesão(ã), assim como outros(as), continuem a realizar as suas atividades tradicionais, pois o turismo comunitário ocorre como uma maneira de complementar a renda dessas pessoas, e não ser a única via de renda ou comprometer as atividades tradicionais.

No decorrer de 2021, elaboramos um fôlder de turismo, contendo informações sobre os caminhos do turismo comunitário no Cumbe e as hospedagens, visando contribuir para o

desenvolvimento local (figura 2). Realizamos encontros virtuais e presenciais com integrantes da comunidade, para construirmos este produto-comunicativo de forma coletiva.

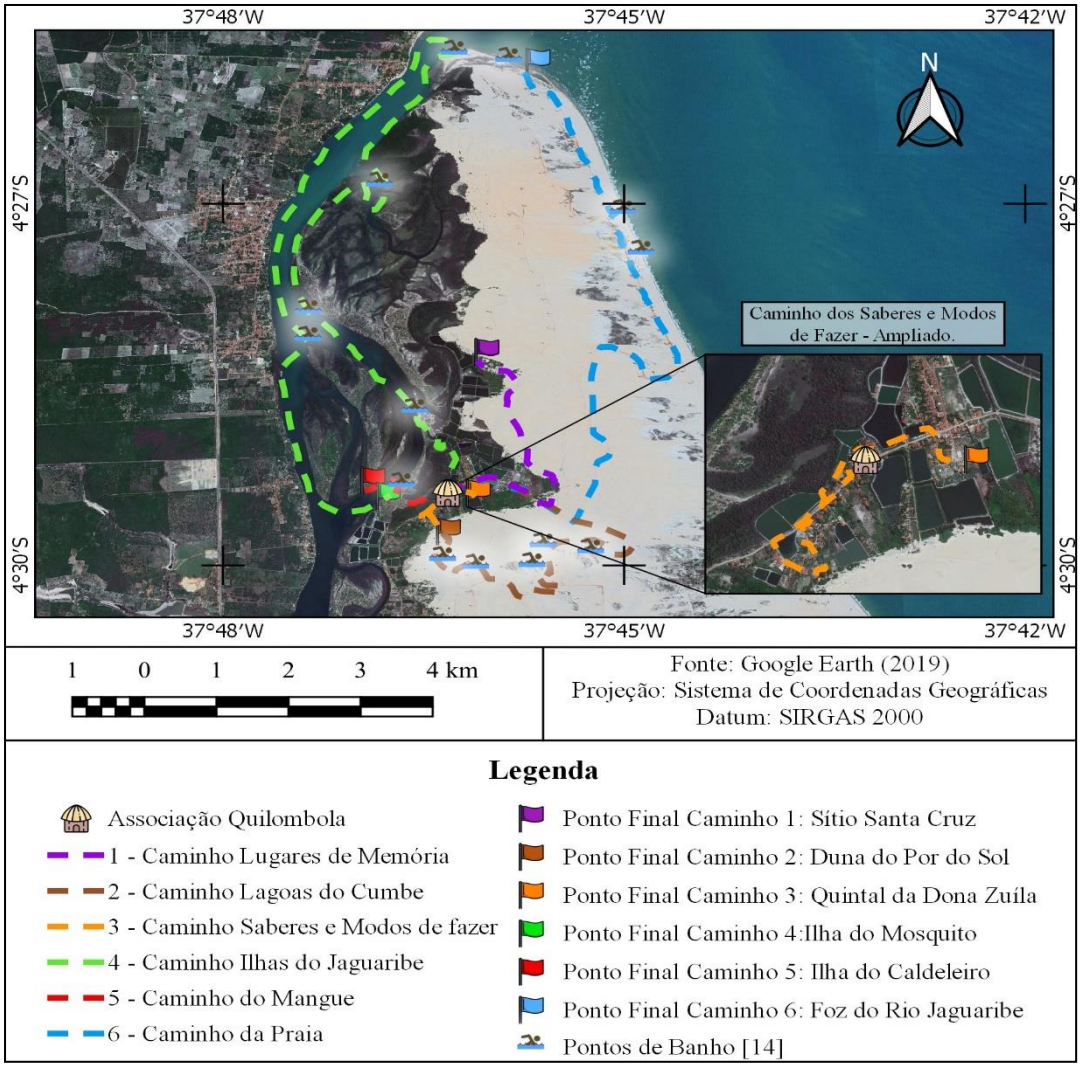
Figura 2 - Capa do folder dos caminhos do turismo comunitário no território quilombola do Cumbe

Fonte: NATERRA e TERRAMAR (2022).

O Quilombo do Cumbe prefere utilizar o termo “caminhos”, em substituição a “trilhas”, comumente utilizadas pelo turismo convencional. Quando utilizam o termo “caminhos”, a comunidade não se propõe a mostrar somente o que é belo, pois, além de apresentar as riquezas naturais do território, a intenção também é revelar para os visitantes a importância dos sistemas ambientais que compõem a paisagem da comunidade, assim como a necessidade de sua preservação. A prática do turismo comunitário também objetiva denunciar as injustiças ambientais que ocorrem no território.

Em 2019, foi realizado o mapeamento dos caminhos do turismo comunitário no Cumbe, como resultado de outro projeto de extensão intitulado: “Pelos caminhos do turismo comunitário da Comunidade Quilombola do Cumbe, Aracati/CE: cartografias, memórias e vivências”, desenvolvido em conjunto com a comunidade no ano de 2019. O projeto concluiu que existem 6 caminhos principais que a comunidade utiliza no cotidiano e que também são voltados ao turismo comunitário: 1) lugares de memória, 2) lagoas do Cumbe, 3) saberes e modos de fazer, 4) ilhas do rio Jaguaribe, 5) caminho do mangue e 6) o caminho da praia, conforme vemos na figura 3.

Figura 3 - Mapeamento dos caminhos do Turismo Comunitário no Cumbe



Fonte: NATERRA - UECE (2019).

Por meio de cada caminho é possível conhecer sobre a história e a diversidade local. O panorama dos pontos de parada, que perpassam por: ícones religiosos (Igreja Nosso Senhor Bonfim); pontos de conflitos no território (subestação do parque eólico); locais de exposição e comercialização dos artesanatos (oficinas de artesanato); áreas que revelam a riqueza da vegetação local (lagoas do Cumbe, ecossistema manguezal, rio, gamboas, dunas...); outros pontos ainda mostram o trabalho das mulheres quilombolas; há também lugares que apresentam uma paisagem exuberante (praia, ilhas do Jaguaribe…); entre vários outros possíveis destinos de parada.

O turismo comunitário é realizado de forma bastante organizada na comunidade quilombola do Cumbe. No que se refere à divulgação, as mídias (a criação dos cards e o site da Associação) são de responsabilidade dos jovens da comunidade, revelando um belíssimo

talento. O meio de alojamento é através das hospedagens solidárias, onde alguns moradores dispõem de suas residências para receber os visitantes.

As acomodações das hospedagens solidárias oferecem café da manhã, roupas de cama e banho, wi-fi, espaço para armar rede e colocar colchonetes, camas de casal e solteiro, e algumas residências dispõem de TV e DVD. São cerca de quatro hospedagens (contabilizando com a acomodação da Associação) que oferecem um ou mais quartos, possibilitando que os visitantes desfrutem da comodidade e do lar dos quilombolas.

No que se refere a alimentação, o cardápio da Cultura Alimentar do Quilombo do Cumbe dispõe de uma rica gastronomia local. Os pratos são feitos pelas mulheres quilombolas, como por exemplo: ostra defumada, legumes fritos e empanados, paella (arroz com frutos do mangue), peixe, entre outros, pois há uma variedade de opções saborosas que valorizam a culinária local.

O público alvo do turismo comunitário no quilombo do Cumbe é aquele que busca conhecer sobre a história de luta das comunidades tradicionais. O principal objetivo do turismo comunitário é mostrar a realidade local para os visitantes, no que se refere ao cotidiano dos quilombolas, aos conflitos e às resistências existentes no território. E também há os momentos dedicados ao lazer, onde é possível desfrutar das belezas naturais locais.

Os caminhos do turismo comunitário no Quilombo do Cumbe: vivências, paisagens e saberes

Como vimos, é possível vivenciar a prática do turismo comunitário no Cumbe através de seis caminhos, são eles: 1) Lugares de Memória, 2) Lagoas Do Cumbe, 3) Saberes e Modos de Fazer, 4) Ilhas do Rio Jaguaribe, 5) Caminho do Mangue e o 6) Caminho da Praia.

O primeiro caminho, designado de lugares de memória, é iniciado na Associação Quilombola do Cumbe. Este caminho revela os aspectos históricos, religiosos, mostra as plantas medicinais e os conflitos presentes no território, como os ocasionados pela subestação do parque eólico, sendo este, um dos pontos de parada.

Figura 4 - Caminho Lugares de memória

Fonte: Naterra (2019).

As lagoas do Cumbe é o segundo caminho percorrido, sendo realizado com a duração de aproximadamente 1h30min. “O percurso traz uma dimensão maior de lazer e festividade para o turista, pois as lagoas interdunares representam lugares de confraternização e de beleza paisagística, além de retratar a importância do campo de dunas para a vegetação nativa e para a captura de água doce no território”. (SANTOS, 2020, p. 93).

Figura 5 - Caminho Lagoas do Cumbe

Fonte: Naterra (2019).

O terceiro caminho é o dos saberes e modos de fazer, ele é percorrido com a duração de aproximadamente 20min. Este caminho é trilhado pelos quintais produtivos de algumas famílias quilombolas, “mostrando um pouco do cotidiano das famílias quilombolas na produção e cuidado de manter a diversidade, seja no artesanato ou na agricultura”. (SANTOS, 2020, p.97). Em alguns quintais há o predomínio do artesanato, onde muitos dos materiais utilizados para a elaboração das artes são da região, como a iburana e a carnaúba. Enquanto

em outros quintais temos a criação de animais e uma considerável variedade de vegetação, como por exemplo, a cebola, coentro, pimenta de cheiro, hortelã, pé de mamão, pé de maracujá, laranja, entre outros.

Figura 6 - Caminho Saberes e modos de fazer

Fonte: Naterra (2019).

O quarto caminho é o das ilhas do Jaguaribe, tem a duração de aproximadamente 02:00h com parada para tomar banho no rio, e cerca de 4:00h se realizarem a atividade do “cume no mato”. Este caminho é realizado de barco, percorrendo o Rio Jaguaribe, onde é possível observar a diversificação da paisagem ao longo do rio.

Os pontos de paradas são nas chamadas “Ilhas do Jaguaribe”, onde é possível conhecer sobre a diversidade paisagística, assim como a variedade da vegetação do território. São exemplos de alguns pontos de parada: ilha da carapeba, ilha grande, ilha da maniçoba, entre outros.

Figura 7- Caminho Ilhas do Jaguaribe

Fonte: Naterra (2019).

O quinto caminho refere-se ao caminho do mangue, o percurso tem cerca de 30min de duração. “(...) perpassa pelo ecossistema manguezal, demonstrando sua importância e

também mostra os conflitos existentes no decorrer do percurso, como a presença dos tanques de carcinicultura". (SANTOS, 2020, p.104). "Devido aos manguezais terem uma considerável disponibilidade de água e clima favorável à atividade, estes ambientes acabaram sendo os principais alvos desses empreendimentos" (CASTRO, 2021, p.203).

Figura 8- Caminho do mangue

Fonte: Naterra (2019)

.

A praia é o sexto e último caminho, este percurso é realizado de carro com a duração de aproximadamente 03:00h. "Esse caminho reafirma a diversidade de paisagens ricas do território e que, exatamente por isso, necessitam de proteção. No percurso é perceptível a presença muito próxima dos aerogeradores e a falta de fiscalização quanto ao lixo deixado pela empresa eólica". (SANTOS, 2020, p.107). Apesar dos impactos evidenciados, a praia representa um ambiente de lazer.

Figura 9- Caminho da praia.

Fonte: Naterra (2019).

Dessa forma, através de cada caminho percorrido emergem histórias, costumes, lutas e resistência dos povos quilombolas do Cumbe. A proposta dos caminhos do turismo comunitário do Cumbe, não se detém em apenas trilhar o caminho, mas “vivenciar” um pouco da trajetória de luta dos quilombolas, através das narrativas que cada caminho propõe. Dessa maneira, a atividade do turismo comunitário também tem atuado como uma forma de dar mais visibilidade à luta da comunidade quilombola do Cumbe, visto que no percorrer dos caminhos são destacados os conflitos existentes e as resistências envolvidas em defesa do território quilombola-pesqueiro do Cumbe.

Conclusão

O turismo comunitário contribui para a autonomia das comunidades, para gerenciarem os seus territórios, e realizarem atividades que sejam comprometidas com a afirmação da identidade desses grupos, a valorização das suas práticas, saberes e modo de vida. A comunidade quilombola do Cumbe sofre com as injustiças ambientais causadas pelos projetos desenvolvimentistas, gerando também um conflito sobre a autoidentificação quilombola. Isto é visto pelas pessoas da comunidade como uma estratégia de dominação: “dividir para dominar”.

A narrativa incorporada por esses empreendimentos se propõe a promover desenvolvimento econômico, mas para isso, é necessário sacrificar os valores tradicionais que se baseiam em viver em harmonia com o território e preservar a natureza e a cultura local. Para uma visão desenvolvimentista, as comunidades tradicionais são grupos sociais “atrasados ou não desenvolvidos”. Contudo, essas comunidades seguem lutando em defesa de seus territórios e dos bens comuns, realizando suas atividades extrativistas sem colocar em risco os ecossistemas locais, mantendo uma relação harmônica com o meio natural. Sendo assim, o turismo comunitário emerge como uma das formas de luta e resistência em defesa do território tradicional.

Referências

ALMADA, José Alexandre Berto. **Abordagens geográficas sobre o turismo.** Revista Pensar Geografia. v.04, n.0, p. 2-14. ISSN:2527-0040. Programa de Pós-graduação em geografia. UERN, 2020.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues; BORGES, Maristela Correa. **A pesquisa participante:** um momento da educação popular. Rev. Educação Popular. Uberlândia, v. 6, 2007.

CASTRO, Ariel Rocha Nóbrega. **A apropriação capitalista da natureza e os conflitos pela água no território do Cumbe (Aracati/CE):** lutar e resistir por um bem comum. 2021. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, UECE, Fortaleza-CE, 2021.

CORIOLANO, Luzia Neide M. T. **Turismo:** prática social de apropriação e de dominação de territórios. Conselho Latino-americano de Ciências Sociais. São Paulo. ISBN 978-987-1183-64-7, p.367-378, 2006.

CORIOLANO, Luzia Neide M. T. **O turismo comunitário no nordeste brasileiro.** V seminário da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em turismo. Belo Horizonte, 2008.

CRUZ, Rita Cássia Ariza. **Introdução à Geografia do Turismo.** 2º ed. São Paulo: Roca, 2003.

LEÃO, Fernando Antonio Fonetele; MELO, Rafael Dias de; ROCHA, Maiara Melo; RIGOTTO, Raquel Maria. A produção de conhecimentos em diálogo com os sujeitos afetados por conflitos ambientais: Pedagogia do Território e participação. In: TOLEDO, Renata Ferraz et al. (Org.). **Pesquisa participativa em saúde:** vertentes e veredas. São Paulo: Instituto de Saúde, 2018. v. 1. p. 1-568.

LIMA, Thais Kétura Borges. **Quilombo do Cumbe-CE:** um olhar acerca das implicações do processo nº 0800097-05.2018.4.05.8101 no reconhecimento daidentidade quilombola. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Direito) - UFERSA, Mossoró, 2019.

NASCIMENTO, João Luís Joventino; LIMA, Ivan Costa. **As Lutas Socioambientais dos Pescadores/as do Mangue do Cumbe/Ceará, Contra as Injustiças Ambientais.** In: IV Seminário de Justiça Ambiental, Igualdade Racial e Educação, 2014, Duque de Caxias. Anais. Duque de Caxias: UNIGRANRIO, p. 179-192, 2014.

NASCIMENTO, João Luís Joventino; LIMA, Ivan Costa. **Nas trilhas da memória e da história: Cumbe um museu a céu aberto.** In: XI Encontro Regional Nordeste de História Oral. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, p. 2 -14, 2017.

NASCIMENTO, João Luís Joventino; LIMA, Ivan Costa. **Na pesca e na luta:** mulheres quilombolas pescadoras do mangue do Cumbe contra as injustiças ambientais. In: Seminário Internacional Fazendo Gênero 11 & 13th Women's Worlds Congress (Anais Eletrônicos), Florianópolis, p. 1-11, ISSN 2179-510X, 2017.

RAFFESTIN, Claude. **Por uma geografia do poder.** São Paulo: ática S.A, 1993.

Rede Cearense de Turismo Comunitário. **Caderno de Normas e Procedimentos Internos.** Fortaleza, 2013.

SANTOS, Lara Maia. **Os caminhos do turismo comunitário e da afirmação territorial na comunidade quilombola do Cumbe, Arataci-CE.** 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2020.

SANTOS, Lara Maia; SANTOS, Camila Dutra. **Os caminhos do turismo comunitário:** afirmação territorial na Comunidade Quilombola, Aracati-CE. CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária, Edição especial, v. 15, ISSN 1809-6271, n. 39, p. 333-352, 2020.

SANTOS, Camila Dutra. I**nventário da realidade no território quilombola-pesqueiro do Cumbe (Aracati-CE):** elementos para articular o turismo comunitário. Projeto de extensão - UECE, Fortaleza-CE, 2021.

SOUZA, Antonio Marcos dos Santos; OLIVEIRA, Gerciane Maria da Costa; VIEIRA, Kyara Maria de Almeida. **A festa do mangue na comunidade quilombola do Cumbe/CE:** das suas histórias, valores culturais e lutas. In: OLIVEIRA, G. M. C., and VIEIRA, K. M. A., eds. Patrimônio, povos do campo e memórias: diálogos com a cultura, a arte e a educação [online]. Mossoró: EdUFERSA, p. 207-224. ISBN: 978-65-87108-09-4, 2020.

Classificação das Feições de Relevo Granítico no Território do Projeto Geoparque Sertão Monumental, Ceará, Brasil

Classification of Granite Relief Features in the Territory of the Monumental Hinterland Geopark Project, Ceará, Brazil

Alexandre Pinheiro de Alcântara
Mestrando em Geografia pela Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA
Orcid: 0000-0001-9440-912X
alexandregeograf@gmail.com

Vanda de Claudino-Sales
Professora do Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA
Orcid:0000-0002-9252-0729
vcs@ufc.br

Resumo: O relevo granítico é notável na paisagem nordestina devido à sua resistência a processos geomorfológicos. No território do projeto Geoparque Monumental, que abrange os municípios cearenses de Quixadá e Quixeramobim, há ocorrência expressiva dessas feições graníticas, com formas e tamanhos diversos evidenciando processos de subsuperfície e superfície. A Teoria da Etchplanação e estudos morfodinâmicos permitiram analisar o desenvolvimento dessas formas, o que foi realizado por meio de literatura, trabalhos de campo e registros fotográficos. As feições foram classificadas em macroformas e microformas, levando em conta suas características e origem. As macroformas incluem os *inselgiberg,* inselberg, lajedos e afloramentos verticalizados. As microformas foram subdivididas em feições associadas com meteorização, saprolitização e fraturamento. Essa classificação e hierarquização contribuem para futuras pesquisas e aprofundamento no tema do relevo granítico
Palavras-chave: Taxonomia Geomorfológica, Etchplanação, Feições Graníticas, Geoparque.

Abstract: The granite relief is notable in the northeastern landscape due to its resistance to geomorphological processes. In the territory of the Monumental Geopark project, which covers the municipalities of Quixadá and Quixeramobim in Ceará, there are significant occurrences of these granite features, with different shapes and sizes, showing subsurface and surface processes. The Theory of Etchplanation and morphodynamic studies were taken to analyze the development of these forms, through literature, field work and photographic records. The features were classified into macroforms and microforms, considering their characteristics and origin. Macroforms include inselgiberg, inselberg, slabs and vertical outcrops. The microforms were subdivided into features associated with weathering, saprolitization and fracturing. This classification and hierarchization contribute to future research and deepening the theme of granite relief.
Keywords: Geomorphological Taxonomy, Etchplanation, Granite landscapes, Geopark

Introdução

O relevo granítico é moldado por meteorização e processos erosivos influenciados pelas condições climáticas e pelas propriedades das rochas. No caso de feições graníticas, essa ação geomorfológica resulta em feições como maciços, inselgibergs, campos de inselbergs e lajedos, dentre outras feições, que formam padrões de relevo associados ao fraturamento e, principalmente, à meteorização diferencial devido às características das rochas. Essas características são encontradas em diferentes áreas do Nordeste brasileiro,

onde plútons antigos foram expostos devido a atividades tectônicas em zonas de cisalhamento neoproterozóicas (Maia *et.al*,2018).

Essas feições, até recentemente, não eram reconhecidas como resultado do intemperismo químico em um contexto semiárido. No entanto, estudos recentes sugerem que o intemperismo químico, associado com erosão diferencial, é responsável por transformar as superfícies rochosas nesse região. As fases de intemperismo químico que moldaram essas feições ocorreram como resultado da alternância de climas úmidos e climas secos ao longo do Cenozóico. A presença de inselbergs também indica mudanças climáticas ao longo do Quaternário, e a teoria da etchplanação sugere que o relevo foi moldado pela interação entre processos de intemperismo químico e erosão mecânica afetadas pela erosão fluvial e pluvial (Bastos *et.al*, 2021).

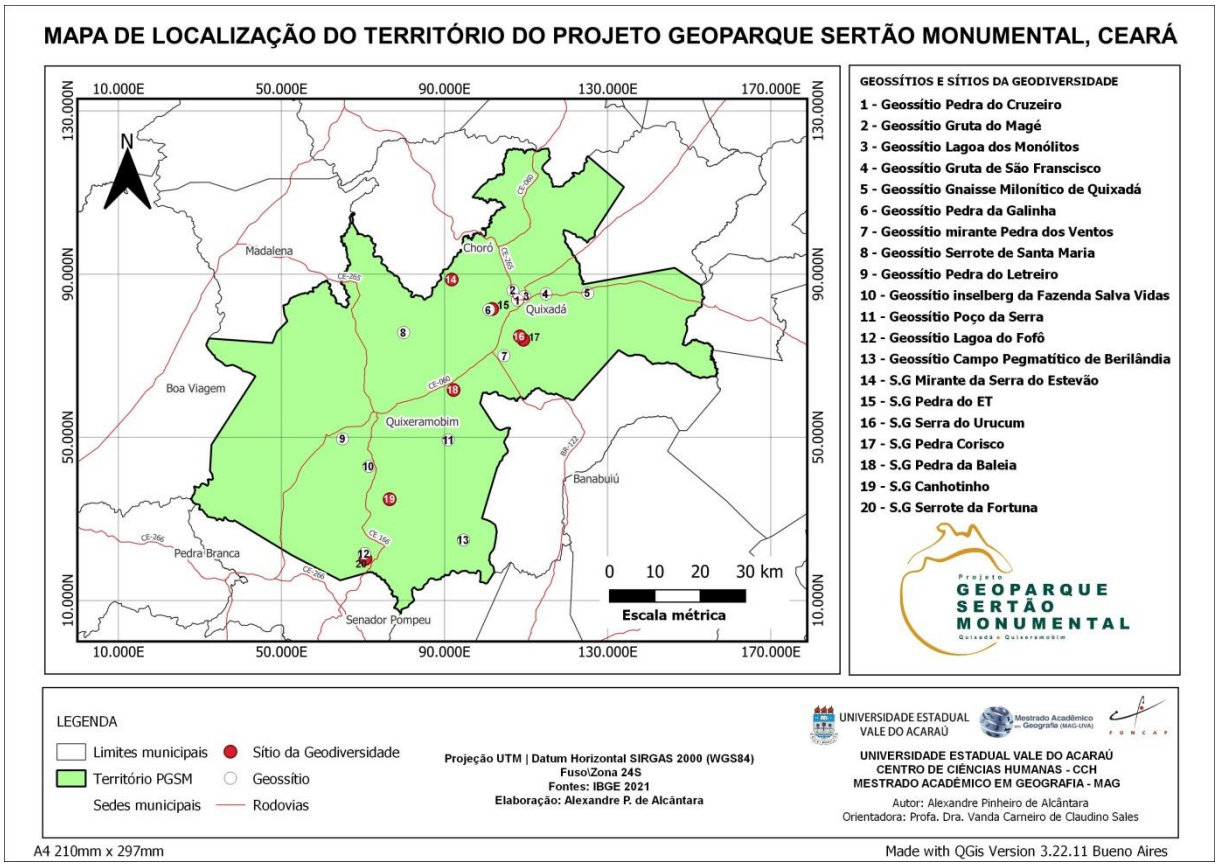
No sertão central cearense encontraremos um território de paisagem granítica com feições singulares e belezas cênicas, composto por vastos campos de inselbergs, situados nos batólitos Quixadá – Quixeramobim. Dentro deste território surge a proposta da implementação do Geoparque Sertão Monumental (Mapa 1), que abrange os municípios de Quixadá e Quixeramobim. Na área dessa proposta de geoparque, foram identificados 13 geossítios e 7 sítios da geodiversidade.

O artigo tem como objetivo identificar e classificar as feições de relevos graníticos dentro do território do projeto Geoparque Sertão Monumental. Dada a intrincada complexidade inerente a essas feições, é crucial considerar tanto suas nuances morfológicas distintivas quanto os aspectos genéticos subjacentes. Nesse sentido, apresentamos uma abordagem de categorização que se baseia na distinção entre macro e microformas.

Métodos e Técnicas de Pesquisa

No que diz respeito ao método de investigação deste estudo, tomamos como base para a explicação do atual modelado do relevo granítico a teoria da etchplanação de Julius Budell (1982). As etapas técnicas de pesquisas foram o levantamento bibliográfico sobre a temática, seguindo os trabalhos de Vitte (2001, 2005), Migoń (2006), Salgado (2007), Maia *et al*. (2018), Maia e Nascimento (2018), Rocha (2019), Bastos *et.al* (2022), Rodrigues, Lima e Claudino-Sales (2022). Em seguida, foram realizados trabalhos de campo, durante os quais foi possível identificar e registrar em fotografias as feições de micro e macroformas de relevos graníticos embasadas na classificação e hierarquização taxonômica proposto por Bastos *et.al* (2021) e estudos de Maia e Nascimento (2018).

Mapa 1 – Território do projeto Geoparque Sertão Monumental e localização dos seus respectivos geossítios e sítios da geodiversidade.



Fonte: IBGE,2021. Elaboração do Mapa: Alexandre Pinheiro de Alcântara, 2023.

Teoria da Etchplanação de Julius Budell (1982)

A explicação sobre a exumação dos afloramentos graníticos e os processos morfoclimáticos da área de pesquisa baseiam-se na teoria da etchplanação dinâmica de *Julius Budell* (1982) que traz à tona os *etchplains* vinculados aos processoes geoquímicos e pedogêneticos do *front* de alteração (VITTE, 2001, 2005).

Na teoria da *etchplanação*, Salgado (2007) informa que os aplainamentos são formados e evoluem através do mecanismo de duplo *front* através da superfície exumada de lavagem (*washing surface*) e superfície basal de intemperismo (*leachig surface*). Assim a superfície de lavagem trata-se da superfície do modelado, predominando os processos mecânicos, enquanto a superfície basal de intemperismo é irregular, localizando-se em subsuperfície onde a rocha é lixiviada e a denudação química predomina.

Para Vitte (2001) na perspectiva de Büdel (1982), há uma "integração dialética" entre a alteração geoquímica das rochas e a erosão superficial. Os processos de lixiviação e lessivagem desempenham um papel fundamental nessa integração, ao promoverem a disjunção das ligações ferro-argila, tornando os horizontes superficiais instáveis e preparando-

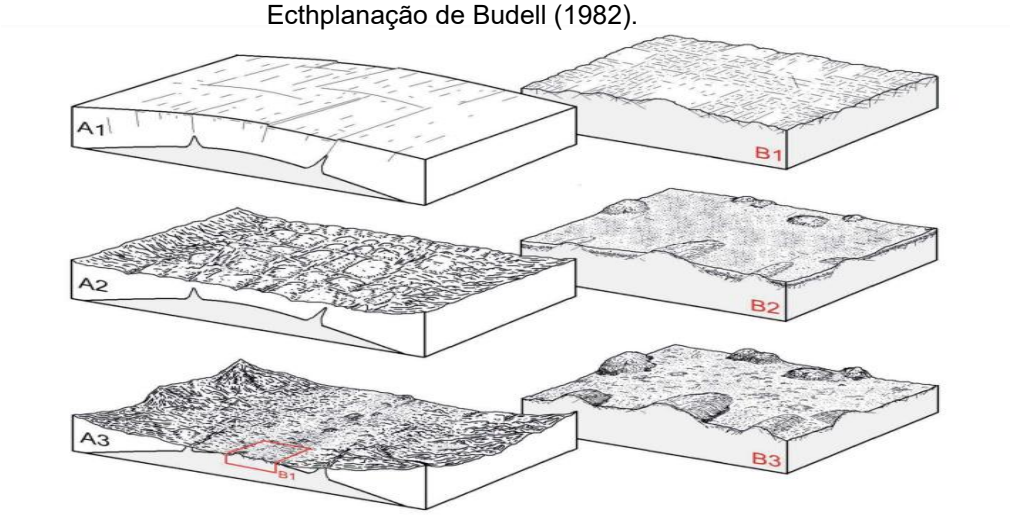
os para o processo erosivo nas encostas. Dessa forma, o intemperismo e a erosão trabalham em conjunto para moldar a paisagem de maneira dinâmica e contínua.

Como aponta Vitte (2005), o conceito de *etchplanação* vem sendo aplicado para as áreas tropicais que apresentaram oscilações climáticas ao longo da história geológica recente, com alternância de climas secos para climas úmidos, os quais duram milhares de anos: durante as fases de climas úmidos, há o aprofundamento da alteração, enquanto que a erosão superficial ocorre com maior intensidade durante as fases de clima seco, promovendo a planação e expondo o *front* de alteração (e.g. Vitte, 2005).

Para Maia *et.al* (2015), o modelo da *ecthplanação* de Julius Budel, durante os momentos úmidos há aprofundamento da alteração do manto de intemperismo, enquanto a erosão superficial ocorre com maior vigor durante as fases de clima seco. Com o progressivo aprofundamento diferencial do front de alteração, associado à erosão superficial, os setores da superfície basal de intemperismo que não sofreram alteração gradativamente vão sendo alçados à superfície, originando inselbergs (VITTE, 2001, 2005).

O conceito vem sendo aplicado para as áreas tropicais, e pode subsidiar a interpretação geomorfológica acerca do desenvolvimento de feições graníticas em ambiente semiárido (MAIA *et,al*, 2018). Na área de estudo foram considerados os conceitos de *backwearing*, isto é, recuo paralelo das vertentes em contexto semiárido (King, 1977), e principalmente de etchplanação (figura 1) como os processos responsáveis pela gênese e evolução das formas de relevo graníticas (A1 e B1).

Figura 1 – Bloco diagrama com processo geoquímico e pedogenético baseando na teoria de Ecthplanação de Budell (1982).



Fonte: Maia *et.al* (2015).

O principal objetivo deste estudo é identificar as macro e microformas graníticas na região de estudo. A teoria da *etchplanação* é uma das bases teóricas fundamentais para

compreender a evolução geomorfológica dos relevos graníticos do território do projeto Geoparque Sertão Monumental, tendo em consideração os processos intempérico-erosivos associados a fatores naturais. De fato, essa teoria é essencial para explicar a origem dos relevos encontrados na área de pesquisa, fornecendo um suporte sólido e abrangente para o entendimento dessas características geológicas.

Resultados e Discussão

O projeto Geoparque Sertão Monumental abrange uma vasta área nos municípios de Quixadá e Quixeramobim. Essas paisagens impressionantes fazem parte da unidade geomorfológica da superfície aplainada e incluem inselgibergs, i*nselbergs, bornhardts, lajedos, boulders, tors, gnammas, caneluras, tafoni* e mais.

A formação dessas características em rochas graníticas resulta de processos prévios à sua exposição na superfície, conforme discutido por vários autores, incluindo Bastos *et al.* (2021) e trabalhos anteriores como Maia *et al.* (2015, 2018), Maia e Nascimento (2018) e Rodrigues, Lima e Claudino-Sales (2022). Essas feições de relevo granítico são classificadas em Macroformas e Microformas, com subdivisões baseadas em suas dimensões e características morfológicas.

Macroformas (inselgiberg, Inselbergs, lajedos e afloramentos verticalizados)

No Geoparque Sertão Monumental, as macroformas são extensos corpos plutônicos que se destacam em áreas de relevos aplainados, exibindo diversas características morfogenéticas e tamanhos variados. Sua formação está relacionada à exposição da rocha matriz resistente aos processos de meteorização enquanto ainda abaixo da superfície (Maia *et al*, 2018; Maia e Nascimento, 2018; Bastos *et al*., 2021; Rodrigues, Claudino-Sales e Lima, 2022;). No território do projeto, foram identificados *inselgiberg, Inselbergs*, lajedos e afloramentos verticalizados.

Inselgiberg e Inselbergs

Uma forma residual presente na região de estudo são os *inselgiberg*, corpos granitóides com elevações topográficas que podem se apresentar alongados, isolados ou agrupados. Representam grupos de inselbergs alinhados, ou inselbergs de grandes dimensões, que não atingem a dimensão de maciços. Dentro dessa perspectiva hierárquica dimensional dos relevos residuais, pode-se classificar o inselberg como o menor (<10 km2) e o *inselgiberg* com dimensão intermediária (entre 10 e 50 km2). (Bastos *et.al*, 2021).

O *inselgiberg* (figura 2) “Serra dos Macacos” se classifica como do tipo agrupado, com uma área em torno de 45 $km^{2.}$ As macroformas como *inselgiberg* desempenham papéis

significativos na paisagem e na compreensão da evolução geológica da região, demonstrando a interação complexa entre processos geodinâmicos e geomorfológicos ao longo do tempo.

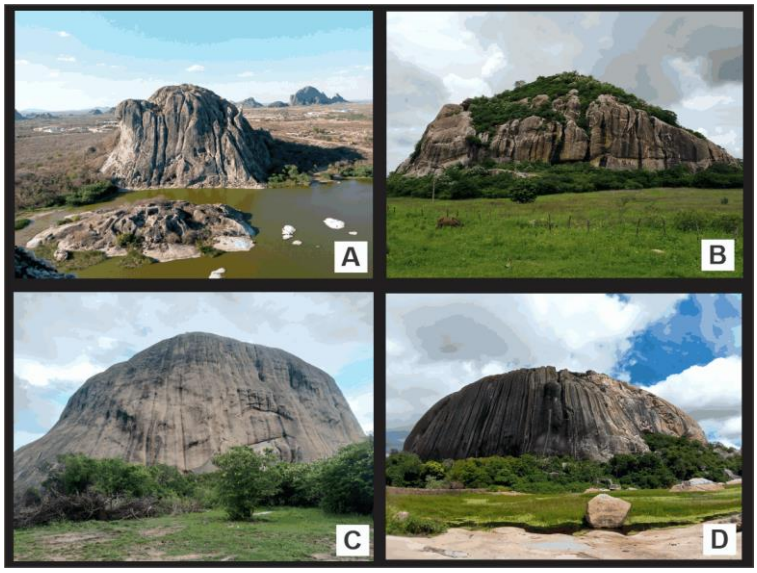
Figura 2 - *Inselgiberg* denominado de “Serra dos Macacos” as margens da CE-060, localidade de Ouro Preto, Quixadá, Ceará.

Fonte: Alexandre Pinheiro de Alcântara, 2023.

O termo *"Inselberg",* originário do alemão, significa algo parecido como “ilha de pedra”, e foi proposto por *Wilhelm Bornhardt* no final do século XIX. O conceito é comumente associado a formações de relevo que surgem pelo rebaixamento das áreas circundantes. Essas formações são frequentes em climas áridos e semiáridos, embora sua origem esteja ligada sobretudo a processos erosivos tropicais e subtropicais. Nesses ambientes, a remoção de espessos regolitos, formados por intemperismo profundo, resulta nessas elevações topográficas características.

Um estudo de Maia *et al*. (2015) investigou os *inselbergs* de Quixadá, classificando-os em três tipos: 1) Dissolução, caracterizados por feições de dissolução como caneluras e *gnammas*; 2) Fraturamento, predominantemente marcados por fraturas e colapso de blocos; 3) Dômico, exibindo escarpas rochosas íntegras conforme figura 3. Claudino-Sales (2020) acrescentou um quarto tipo, o "misto", em que um inselberg apresenta características de dissolução e fraturamento, por exemplo, no mesmo granitóide.

Figura 3 - Os 4 tipos de inselbergs conforme classificação morfogenética de Maia et.al (2015) e Claudino-Sales (2020). A: Tipo 1, dissolução,Geossítio Complexo do Eurípedes, Quixadá, CE; B: Tipo 2, fraturamento, São João dos Pompeus, Quixadá, CE; C: Tipo 3, dômico (maciço), geossítio Lagoa do Fofô, Encantado, Quixeramobim, CE; D: Tipo 4, misto, geossítio Inselbergs da Fazenda Salva Vidas, Quixeramobim, CE.



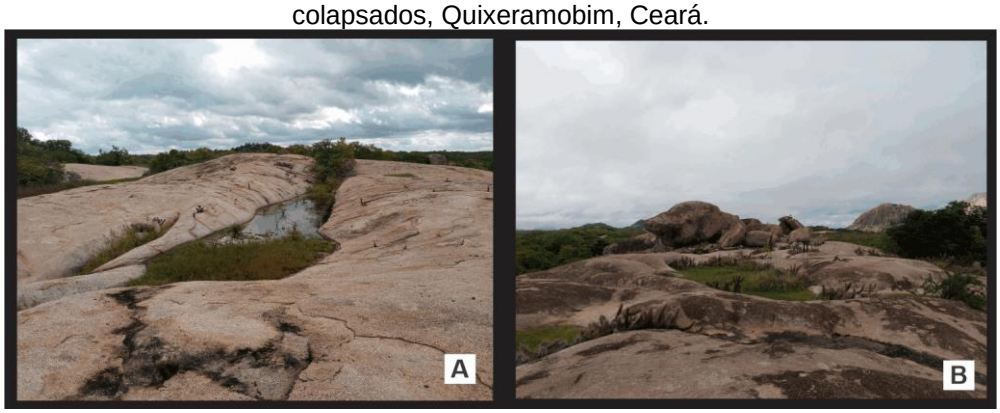
Fonte: Alexandre Pinheiro de Alcântara, 2023.

Lajedos e afloramentos verticalizados

Classificou-se também como macroformas os lajedos (superfícies graníticas rebaixadas) e afloramentos verticalizados (figura 4). São afloramentos que estão associados às limitações de ações pedogenéticas, tanto pela declividade, quanto pelas condições climáticas severas (Bastos *et.al,* 2021).

No território do projeto Geoparque Sertão Monumental essas feições estão distribuídas em vários lugares, desde em áreas circundantes da base do *inselberg*, quanto em áreas agrupadas de baixo sobressalto na superfície aplainada.

Figura 4 - A: Extenso lajedo granítico. B: Afloramento verticalizado com presença de matacões colapsados, Quixeramobim, Ceará.



Fonte: Alexande Pinheiro de Alcântara, 2023.

Os lajedos afloram em vários pontos dos batólitos de Quixadá e Quixeramobim, majoritariamente com presenças de cavidades “preenchidas” com sedimentos transportados por áreas adjacentes elevadas e posteriormente desenvolvendo a colonização de vegetações rupícolas.

Microformas

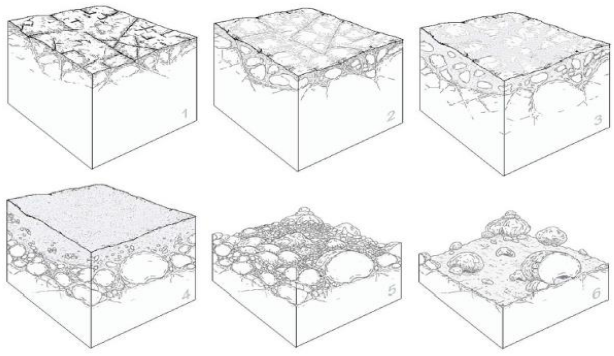
As microformas de relevos graníticos correspondem às feições associadas a blocos graníticos (*boulders,* caos de blocos, *tors*, *nubbins*, *castle koopies e pedestal rock*), formas de dissolução (*tafoni*, alvéolos/*honeycombs*, caneluras, bacias de dissolução e *flared slopes*) ou de fraturamento (*split rock* e *polygonal cracking*) (Maia *et.al*, 2018).

Microformas associadas a processos de intemperismo e erosão (boulders e caos de blocos)

Essas feições são remanescentes do processo de alteração das rochas, o *grus*, que são blocos soltos da rocha matriz. Eles revelam evidências de que as fases erosivas, ocorridas durante períodos de intensa atividade morfogenética, removeram parcialmente os detritos friáveis resultantes da meteorização inicial. Esses vestígios testemunham a evolução do relevo ao longo do tempo e fornecem informações valiosas sobre as características geológicas da região (Maia *et.al*, 2018)

De acordo com Maia e Nascimento, (2018) o relevo passa por diversos estágios de desenvolvimento, sendo esses estágios subdivididos em pré-esfoliação, manto de alteração e blocos exumados. Em breve explicação através de bloco diagrama (figura 5), Maia e Nascimento (2018) resumem a ação da meteorização e exumação de blocos fraturados no decorrer dos 6 estágios da formação do relevo saprolítico – a superfície exposta é chamada de "superfície etch", e o processo é chamado de "etchplanação" ou "saprolitização" (Claudino-Sales, 2021).

Figura 5 - Bloco diagrama das etapas da formação do relevo saprolítico.



Fonte: Maia e Nascimento (2018).

Nas fases 1, 2 e 3, podemos observar que as fraturas facilitam o aprofundamento desigual do manto de intemperismo. Nas fases 4, 5 e 6, caso os processos erosivos predominem sobre a intemperização subsuperficial, ocorrerá a exposição de blocos residuais, resultando em diversas características de relevo, como *boulders* e *tors*, na superfície. No território do Projeto Geoparque Sertão Monumental, a prospecção revelou microformas de saprolitização, incluindo boulders, caos de blocos, tors, castle koopies e pedestal rock. Os boulders, formações graníticas comuns em diversas regiões climáticas, são resistentes e se originam no manto de intemperismo subsuperficial.

Quando expostos à superfície, são chamados de boulders *in situ* (Migón, 2006). De acordo com Bastos *et al*. (2021), os *boulders* se formam no manto de alteração como parte do processo de saprolitização, posteriormente desenvolvendo-se em *grus*, Os *boulders* são sensíveis aos processos de intemperismo físico-químico subsuperficial, resultando na esfoliação esferoidal, onde suas arestas se arredondam, formando lascas redondas e alongadas. Quando o manto de intemperismo é completamente erodido, os boulders são expostos na superfície, agora conhecidos como *corestone* ou *boulder in situ* (Figura 6). Esse processo ilustra a transformação das formações rochosas ao longo do tempo devido à ação do intemperismo e da erosão.

Figura 6 - Exemplo de boulder *in situ* de proporções decamétricas e avançado processo de arrendodamento (esfoliação esfeiroidal) localizado no geossítio Inselbergs da Fazenda Salva Vidas, Quixeramobim, Ceará.

Fonte: Alexandre Pinheiro de Alcântara, 2022.

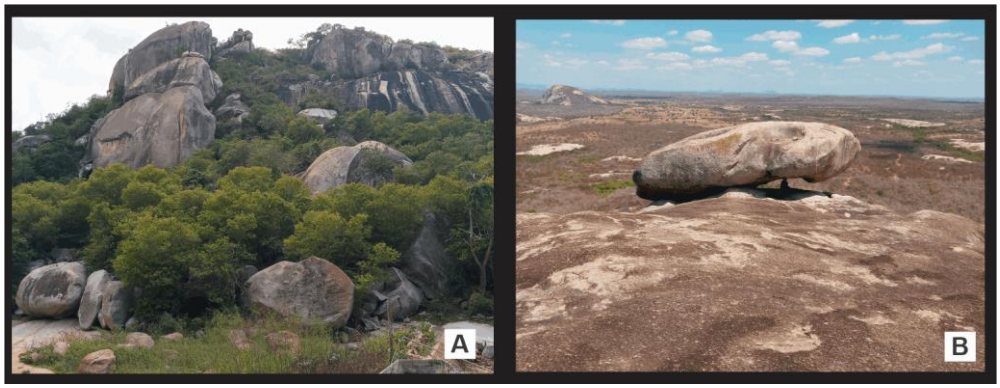
É importante destacar que, além dos *boulders in situ*, também ocorrem boulders *ex situ*, que são deslocados devido a relevos acidentados ou transportados para locais distantes por calotas de gelo em climas temperados e árticos.

Os caos de blocos (Figura 7a) representam núcleos rochosos não afetados pela meteorização dentro do manto de intemperismo. Após a produção do grus, esses núcleos

podem permanecer em sua posição original ou ser deslocados ao longo de encostas íngremes pela ação da gravidade. Em terrenos acidentados, os caos de blocos formam densas concentrações de *corestones*, frequentemente encontradas em fundos de vales.

Outra característica comum de saprolitização em relevos graníticos são os *tors* (Figura 7b). Diversas teorias buscam explicar sua origem, e a Teoria da *Etchplanação* de Büdel (1982) é amplamente aceita como a explicação mais coerente para o desenvolvimento dessas formações. Conforme Rocha (2019), os *tors* são blocos graníticos residuais expostos e apoiados por rochas subjacentes que foram posteriormente soltos sobre as superfícies rochosas. O autor destaca a teoria dos dois estágios (*etchplanação*) como a mais adequada para explicar essas características de relevo, que envolve um processo duplo de aplainamento.

Figura 7 - A: Caos de blocos no inselberg “Pedra do Corte”, geossítio Inselbergs Fazenda Salva Vidas, Quixeramobim, CE; B: Tor isolado localizado no topo de Inselberg,Serra do Meio Quixeramobim, Ceará.



Fonte: Alexandre Pinheiro de Alcântara, 2023.

Os *tors* aparecem de formas isoladas ou agrupadas (alinhamento de blocos) sendo encontrados em relevos elevados (topos de inselbergs) ou relevos superficiais (afloramentos verticalizados). Além de serem comuns em terrenos cristalinos, há *tors* em outras litologias de características mineralógicas tais como os arenitos em regiões sedimentares e metamórficas através dos quartzitos ou gnaisse (Migón, 2006; Bastos *et.al* 2021).

Já os *castle koopies* (figura 8), conhecidos também como “*inselbergs* acastelados”, são formados por blocos rochosos literalmente empilhados uns sobre os outros. Diferente dos *tors* que são bem comuns em diversos tipos de terrenos litológicos, os *castle koopies* são feições menos comuns embora sejam encontradas em várias zonas climáticas.

Figura 8 - Feição de Castle Koopies no município de Quixadá, Ceará.

Fonte: Alexandre Pinheiro de Alcântara, 2022.

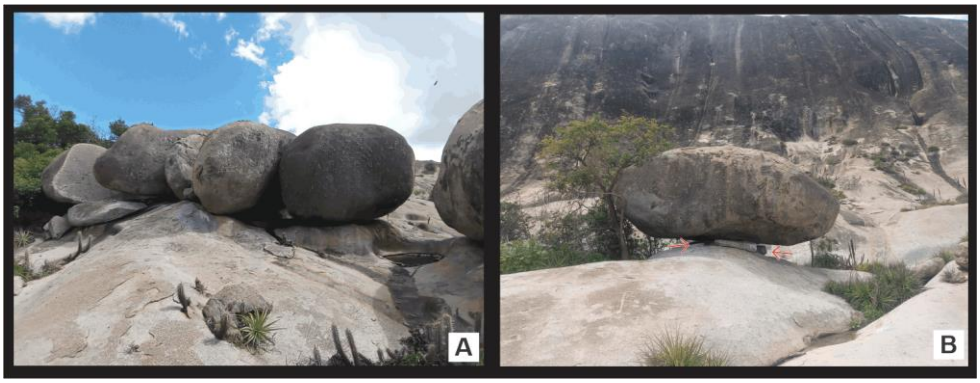
Tratando-se de uma microforma de origem saprolítica, o seu desenvolvimento também acontece em subsuperfície, antes mesmo da remoção do manto de alteração (*grus*), assim, uma vez exumada, será estruturado por uma base inferior maciça, enquanto a parte superior será formada por blocos ortogonais fraturados com arestas (Migón, 2006; Maia *et.al* 2018; Maia e Nacimento, 2018).

Geralmente os *castle koopies,* no que diz respeito a elevações topográficas, são menores em relação aos *Bornhardts* possuindo uma morfologia mais baixa e menos extensa, além de serem feições que são encontradas apenas *in situ* (Bastos *et.al* 2021).

As outras formas comuns com resíduos de blocos espalhados de formas acasteladas são os *nubbins* (figura 9a). Segundo com Migón (2006) os nubbins são descritos como uma massa caótica de compartimentos de rocha destacados, que podem ter formas angulares, arredondadas ou chanfradas. Eles são caracterizados por serem desorganizados devido à exposição de suas feições e à evacuação do grus (fragmentos de rocha solta). Os *nubbin*s são formações rochosas que parecem ser resultado de processos de desgaste e exposição em ambientes geológicos específicos, podendo apresentar uma variedade de formas e características de acordo com as condições em que se formaram.

A última feição do grupo das microformas de saprolitização não menos importante é o *pedestal rock* (figura 9b). De acordo com Migón (2006) e Lima e Bastos (2018), o *pedestal rock* consiste basicamente em um pilar ou haste que dará suporte para um topo muito maior e a base na parte inferior, resultado de um intemperismo eficiente em subsuperfície.

Figura 9 - A: Nubbins aglomerados em formas retílineas; B: Pedestal Rock com pilar inferior sustentando bloco rochoso de medidas decamétricas, ambas localizadas na Serra do Meio, Quixeramobim, CE.



Fonte: Alexandre Pinheiro de Alcântara, 2021.

Microformas associadas a dissolução (Tafoni, alveólos, karren, gnammas e flares slopes)

No Geoparque Sertão Monumental, diversas microformas de dissolução foram identificadas, incluindo *tafoni,* alvéolos/honeycombs, caneluras (*karrens*), *gnammas* e *flored slopes*. Os *tafoni* são cavidades presentes em superfícies rochosas, variando em tamanho e forma, e são comuns em granitos de granulação média a grossa, rochas metamórficas e sedimentares. Geralmente encontrados em pontos elevados dos *inselbergs*, os *tafoni* apresentam características poligênicas e poliformes intensificadas pelo intemperismo. Migón (2006) classifica *tafoni* em três tipos (figura 10) dependendo da posição da abertura da cavidade: *tafoni* de parede, *tafoni* basais e *tafoni* de colapso. A origem dos *tafoni*, embora presente em várias zonas climáticas, ainda é objeto de investigação (Migón, 2006; Lima e Bastos, 2018).

Figura 10 - A: Setas vermelhas apontam distribuições de tafonis de parede, Quixadá, Ceará; B: Boulder decamétrico com ampla cavidade de tafone basal, Quixadá, Ceará; C: Seta aponta para tafone de colapso em processo inicial no geossítio inselbergs da Fazenda Salva Vidas, Quixeramobim, Ceará.

Fonte: Alexandre Pinheiro de Alcântara, 2023.

A formação dos *tafoni* é um processo inicial de meteorização, ocorrendo principalmente ao longo de fraturas, onde a água pode percolar ou ser retida, como observado por Maia *et al*. (2022). Essas fraturas atuam como caminhos preferenciais para a infiltração de água, acelerando o intemperismo. A ação da água, ao longo do tempo, alarga as depressões internas por descamação e desintegração granular.

Durante a fase de fraturamento, antes do colapso, a cavidade aumenta, criando nichos de intemperismo onde as condições de temperatura e umidade variam proporcionalmente à remoção de material. Na fase de colapso, a expansão da cavidade ocorre pela formação e coalescência de padrões levando à formação dos tafoni. Além disso, os tafoni basais também merecem menção, pois se formam nas bases de blocos rochosos.

Esse fenômeno, conforme Maia e Nascimento (2018) e Bastos *et al*. (2021), ocorre devido ao contato irregular dos blocos rochosos com a superfície, formando aberturas que, com o tempo, sofrem descamações progressivas e desintegração granular, intensificadas pelo desgaste químico na rocha e proteção proporcionada pela zona de sombra solar.

No interior dos tafoni (figura 11), ocorre microformas de intemperismo cavernoso conhecidas como alvéolos (*honeycombs*), relacionadas a ambientes áridos e semiáridos. A granulometria da rocha influencia o tamanho dos alvéolos, sendo menores em grãos finos e maiores em grãos grandes, conforme observado por Maia *et.al* (2018) e Maia e Nascimento (2018).

Figura 11 - Tafoni de colapso em estágio avançado com inúmeros alvéolos (honeycombs) no interior da cavidade, no inselberg “Cabeça da Bruxa”, Quixadá, Ceará.

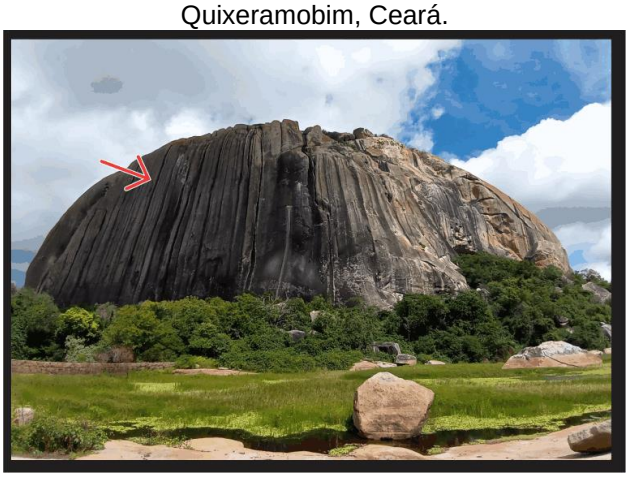
Fonte: Alexandre Pinheiro de Alcântara, 2023.

Contudo, em dimensões, os alvéolos possuem feições de menores expressividades espaciais além de distribuídos em formatos de nichos de concavidades circulares. Sua aparência lembra os favos de mel das colmeias de abelhas, que em alguns textos científicos são denominados com a palavra inglesa de h*oneycombs* (favos de mel). A sua origem não é ainda muito bem explicada.

Os *karrens* são feições de ranhuras (sulcos) encontradas geralmente em posições transversais nas superfícies rochosas inclinadas ou verticais, apresentando variações em tamanhos e sinuosidade (Migón, 2006). Internacionalmente, a terminologia "*karrens*" é a mais utilizada, enquanto regionalmente, no nordeste do Brasil, o termo popular "caneluras" é empregado. A distribuição geográfica dos *karrens* no globo terrestre é mais comum em zonas climáticas de regiões áridas e semiáridas (Migón, 2006).

Os *karrens* (figura 12) podem ser identificados na superfície rochosa de forma isolada ou agrupada, por meio de sulcos no formato de "U", seguidos de linhas paralelas de cima para baixo, formando uma espécie de rede de drenagem associada com o escoamento superficial da água pluvial. Embora essas feições sejam comumente associadas a relevos de litologias cársticas, como calcários, existem muitos exemplos em formas de relevo graníticas, como os *inselbergs* e *boulders*, desenvolvendo-se em superfícies inclinadas e verticais.

Figura 12 - Karrens (Caneluras) distribuidos em linhas de sulcos paralelos em suporte rochoso abrupto no Inselberg “Pedra da Gaveta”, geossítios Inselbergs da Fazenda Salva Vidas, Quixeramobim, Ceará.



Fonte: Alexandre Pinheiro de Alcântara, 2022.

Conforme Bastos *et al*. (2021), os *karrens* desempenham um papel importante no escoamento das águas provenientes das precipitações pluviométricas, formando concentrações de drenagens de sulcos rasos e estreitos. Em pontos específicos, podem se formar sulcos bastante largos e profundos, denominados "mega *karrens*" (Maia *et al*., 2018), onde em pontos de deposição de sedimentos transportados formará instalações de vegetações rupícolas (Olimpio *et.al*; 2021).

Para Maia *et.al* (2018), os karrens são mais frequentes em rochas que apresentam maiores incidências de minerais máficos compostos de biotitas e texturas porfirítica de rochas com pequenos fenocristais, imersos numa matriz de granulação fina a densa; ou em granitos félsicos com maiores incidências de minerais de quartzo e feldspato.

As gnammas ou bacias de dissolução, também conhecidas como "weathering *pits*” em inglês, possuem diferentes denominações em várias regiões do mundo. Na Austrália, são

chamadas de *gnammas*. Em alemão, podem ser referidas como *verwitterungsnäpfe, opferkessel, baumverfallspingen, felsschüssel e dellen*. Na Polônia, são conhecidas como *kociolki*. Em espanhol, as denominações variam entre pias, cassolas e pilancones. Já em francês, são chamadas de tanques e *vasques* (Migón, 2006).

As *gnammas* são cavidades expostas em suportes rochosos, sendo comuns em vários terrenos de litologias diferentes, encontradas com frequências em rochas de terrenos graníticos, além de serem amplamente distribuídas em várias zonas climáticas do globo (Bastos *et.al*, 2021). Possuem feições elipsoidais, ovais ou circulares, com diâmetros que variam desde 0,5m a proporções decamétricas, podendo ocorrer de formas isoladas ou interconectadas servindo como exultórios para armazenamentos de águas.

As *gnammas* (figura 13) são feições bem conhecidas em áreas interioranas do Nordeste do Brasil, denominados como “tanques” ou “pias”, locais onde os sertanejos tiram através de escavações os sedimentos depositados no fundo da depressão côncava, para posteriores armazenamentos de águas pluviométricas e garantir abastecimento hídrico por alguns meses durante os períodos de estiagens.

De acordo com Waldherr *et.al* (2022), os tanques são áreas de estoque e disponibilidade de água para a fauna e, posteriormente, para população local em períodos de estiagem. Em alguns casos, são encontrados fósseis da megafauna pleistocênica preenchidas por depósitos sedimentares areno-argilosos, com conteúdo fossilífero proveniente da megafauna cenozóica.

Figura 13 - A: Setas indicando *gnammas* preenchidas por sedimentos e coberturas vegetacionais; B: Gnamma escavada para armazenamento das águas das chuvas. Geralmente encontram-se no seu interior vestígios de fósseis de animais da megafauna pleistocênica. Quixeramobim, Ceará.

Fonte: Alexandre Pinheiro de Alcântara, 2022.

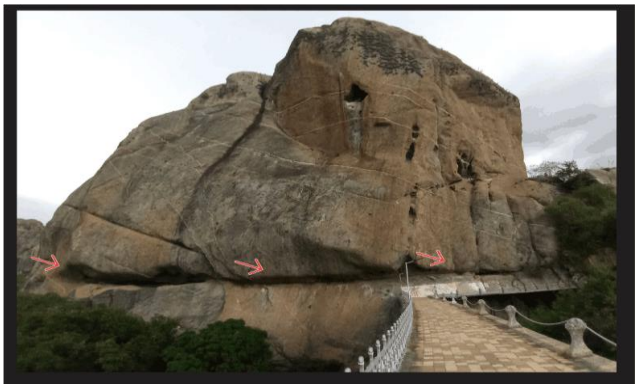
Os *flared slopes* estão associadas a paleoníveis de meteorização ocorrendo na base de afloramentos verticalizados (Migón, 2006), podendo ser de dimensões decimétricas a métricas. Podem ocorrer em vários níveis altimétricos uns acima dos outros denominados de *multiple flares*. Esta feição é descrita em vários pontos do mundo tendo melhores

desenvolvimentos em terrenos graníticos, ocorrendo com maior frequência em áreas basais dos inselbergs e laterais de blocos rochosos (*boulders*).

Conforme Maia *et al.* (2018), os *flared slopes* (figura 14) representa uma feição particular de corrosão ou frente de intemperismo (*weathering front)* que se desenvolve nos sopés de escarpas no sopé, resultantes do ataque da umidade em rochas maciças que foram posteriormente expostas.

De acordo com Bastos *et al*. (2021), o modelo da etchplanação é uma explicação relevante para a evolução dessas formas. Esse modelo sugere que as *flared slopes* se desenvolvem em subsuperfície durante um período de estabilidade da superfície e, mais tarde, são expostas, revelando sua configuração característica.

Figura 14 - Feição de flared slopes, concavidade associada a paleonível de meteorização na meia encosta do inselberg “Pedra Faladeira”, açude do Cedro, Quixadá, Ceará.



Fonte: Alexandre Pinheiro de Alcântara, 2023.

Microformas associadas a fraturamentos (Split Rock e Polygonal Cracking)

Na área estudada ocorrem microformas associadas a fraturamentos, são elas: *Split Rock e Polygonal Cracking.* Foram classificadas devido seus aspectos morfológicos terem origens por fraturamento, além de suas singularidades e menor ocorrências.

Essas características foram categorizadas dessa maneira devido à sua morfologia indicar que tiveram origem em processos de fraturamento. É importante observar que algumas feições de dissolução também apresentam fraturas associadas à sua formação e desenvolvimento (Maia *et al*., 2018). O desenvolvimento do *split rock* (Figura 15a) está relacionado à fragmentação de grandes rochas ao longo de uma única fratura, resultando na divisão dessas rochas em duas partes. Isso ocorre porque a ação da gravidade exerce estresse sobre a rocha, levando-a a se quebrar ao longo de uma única fratura (Lima *et.al*;. 2018).

Por sua vez, o *polygonal cracking* (Figura 15b) envolve a formação de uma rede de diáclases na superfície de afloramentos rochosos, apresentando geometrias variáveis.

Quando essa rede de diáclase está bem desenvolvida, a rocha assume uma aparência semelhante a uma concha de tartaruga (Migoń, 2006). Quanto à sua origem, Maia e Nascimento (2018) indicam que ela é resultado da atuação conjunta de processos de intemperismo químico e físico, que agem ao longo das fraturas da rocha. Em resumo, as microformas de fraturamento, como o *split rock* e o *polygonal cracking*, representam padrões geomorfológicos que se originam de processos de fraturamento em rochas.

Figura 15 - A: *Split Rock* em bloco rochoso em fratura resultante da gravidade e estresse sobre a rocha; B: *Polygonal Cracking* com rachaduras na superfície do afloramentos rochosos, Quixeramobim, Ceará.

Fonte: Alexandre Pinheiro de Alcântara, 2023.

Enquanto o *split rock* envolve a quebra de grandes rochas ao longo de uma única fratura, o polygonal cracking forma uma intrincada rede de fraturamento na superfície das rochas. A formação dessas características pode ser influenciada pela ação combinada de processos químicos e físicos, desempenhando um papel importante na configuração das paisagens geológicas.

Essas são as principais feições graníticas encontradas na área de pesquisa. O quadro 1 apresenta de forma geral a hierarquia da classificação taxonômica das macroformas e microformas de relevos graníticos existentes dentro do território do projeto geoparque Sertão Monumental.

Quadro 1 - Macroformas e Microformas identificadas no território do Projeto Geoparque Sertão Monumental, municípios de Quixadá e Quixeramobim.

<table>
<tr><td rowspan="4">Macroformas</td><td colspan="3">Maciços (inexistente dentro do território do projeto Geoparque Sertão Monumental).</td></tr>
<tr><td colspan="3">Inselgiberg</td></tr>
<tr><td>Inselbergs</td><td colspan="2">De Dissolução, De Fraturamento, Dômico (Bornhardts) e Misto.</td></tr>
<tr><td colspan="3">Lajedos e Afloramentos verticalizados.</td></tr>
<tr><td rowspan="7">Microformas</td><td rowspan="5">Blocos graníticos</td><td rowspan="2">Boulders</td><td>Boulders</td></tr>
<tr><td>Caos de Blocos</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Tors</td><td>Castle Koopies</td></tr>
<tr><td>Nubbins</td></tr>
<tr><td>Pedestal Rock</td></tr>
<tr><td colspan="2">Formas de dissolução</td><td>Tafoni,
Alvéolos,
karren,
Gnammas e
Flared Slopes</td></tr>
<tr><td colspan="2">Formas de Fraturamento</td><td>Split rock e
polygonal
cracking</td></tr>
</table>

Fonte: adaptado de Maia et.al (2015, 2018); Maia e Nascimento (2018); Claudino-Sales (2020) e Bastos et.al (2021).

Considerações Finais

Em síntese, é possível concluir que as macroformas de relevo granítico, como os imponentes inselbergs, lajedos e afloramentos verticalizados, têm sua origem intrinsecamente vinculada a corpos rochosos de notável extensão espacial. Essas características singulares emergem de porções rochosas que exibem uma fraturação mais reduzida em comparação com as áreas circundantes. Essa diferença marcante na taxa de desgaste ao longo do tempo resulta na projeção mais evidente dessas macroformas na paisagem, destacando-se como elementos dominantes e icônicos.

Por outro lado, a gênese das microformas de relevo granítico é substancialmente mais diversificada. Estas microformas, que englobam formações como os Boulders, Caos de blocos, Tors, Castle Koppies, Tafoni, Alvéolos, Caneluras/Karren e Gnammas, têm suas origens ligadas a processos distintos. Os blocos graníticos que formam algumas das

microformas foram previamente individualizados ainda abaixo da superfície e, posteriormente, expostos por processos geológicos. Em contrapartida, as microformas relacionadas à meteorização são resultado da dissolução seletiva de minerais menos resistentes, enquanto aquelas oriundas de fraturamentos resultam de rupturas físicas nos blocos graníticos.

Nesse contexto, o modelo de etchplanação, aliado aos processos morfodinâmicos, tem servido como ferramenta fundamental para compreender a formação e evolução tanto das macroformas quanto das microformas no cenário granítico. No entanto, apesar dos avanços consideráveis, subsistem lacunas de compreensão, particularmente no que tange ao desenvolvimento intrincado de estruturas como os tors, tafoni e honeycombs. A complexidade desses fenômenos sugere que investigações futuras são essenciais para preencher essas lacunas e aprofundar nossa compreensão sobre a origem e evolução dessas fascinantes manifestações do relevo granítico.

Referências

BASTOS, Frederico de Holanda; CORDEIRO, Nunes; MAIA, Rubson Pinheiro. 26. RELEVOS GRANÍTICOS DO NORDESTE BRASILEIRO: UMA PROPOSTA TAXONÔMICA.

BUDEL, Julius. Climatic Geomorphology. New Jersey. Princeton University Press, 1982.

CLAUDINO-SALES, Vanda; PEULVAST, Jean-Pierre. EVOLUÇÃO MORFOESTRUTURAL DO RELEVO DA MARGEM CONTINENTAL DO ESTADO DO CEARÁ, NORDESTE DO BRASIL. **Caminhos de Geografia**, v. 8, n. 20, p. 1–21, 2007. São Paulo - TESE DE DOUTORAMENTO.

CLAUDINO-SALES, Vanda. PAISAGENS GEOMORFOLÓGICAS ESPETACULARES: GEOMORFOSSÍTIOS DO BRASIL. **Revista de Geografia**, v. 27, n. 3, p. 6–18, 2010.

CLAUDINO-SALES, Vanda. **Megageomorfologia do Estado do Ceara**. [s.l.: s.n.], 2016.

CLAUDINO-SALES, V. Potencialidades da geodiversidade: monólitos de Quixadá. In: Ciclo de Palestras: conhecer para AMMAr e Preservar. 2020. Disponível em https: https://www.youtube.com/watch?v=s6TR7ITr0oA. Acesso em 28 junho de 2023.

CLAUDINO-SALES, Eco Nordeste-Agência de. 'Sertão Monumental': inselbergs de Quixadá e Quixeramobim, no Ceará. Eco Nordeste. Disponível em: <https://agenciaeconordeste.com.br/sertao-monumental-inselbergs-de-quixada-e-quixeramobim-no-ceara/>. Acesso em: 13 ago. 2023.

KING, L. *The Morphology of the Earth*. Edinbourgh: Oliver & Boyd, 1977.

MAIA, Rúbson Pinheiro; BEZERRA, Francisco Hilário Rêgo; NASCIMENTO, Marcos Antônio Leite; *et al*. GEOMORFOLOGIA DO CAMPO DE INSELBERGUES DE QUIXADÁ, NORDESTE DO BRASIL. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 2, 2015. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/651>. Acesso em: 3 maio. 2023.

MAIA, Rubson Pinheiro; BEZERRA, Hilario H. R. CONDICIONAMENTO ESTRUTURAL DO RELEVO NO NORDESTE SETENTRIONAL BRASILEIRO (conditioning structural of relief in Northeast Brazilian). **Mercator**, v. 13, n. 1, p. 127 a 141–127 141, 2014.

MAIA, Rúbson Pinheiro; NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do. RELEVOS GRANÍTICOS DO NORDESTE BRASILEIRO. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, 2018.

Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1295>. Acesso em: 2 jun. 2023.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste setentrional brasileiro. Mercator (UFC), v. 13, p. 127-141, 2014.

MAIA, Rúbson Pinheiro; BEZERRA, Francisco Hilário Rêgo; NASCIMENTO, Marcos Antônio Leite; *et al*. GEOMORFOLOGIA DO CAMPO DE INSELBERGUES DE QUIXADÁ, NORDESTE DO BRASIL. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 16, n. 2, 2015. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/651>. Acesso em: 25 jun. 2023.

MAIA, Rúbson Pinheiro; NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do. RELEVOS GRANÍTICOS DO NORDESTE BRASILEIRO. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 19, n. 2, 2018. Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1295>. Acesso em: 28 jun. 2023.

MAIA, Rúbson. Pinheiro; BASTOS, Frederico Holanda.; NASCIMENTO, Marcos Antônio Lima; LIMA, Danielle Lopes Sousa; CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes. **Paisagens graníticas do Nordeste**. Fortaleza: Edições UFC, 2018.

MAIA, Rubson Pinheiro; BASTOS, Frederico de Holanda; WALDHERR, Felipe Rodrigues; *et al*. Breves considerações sobre tafoni em inselbergs: aspectos genéticos e morfoestruturais. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 23, n. 4, p. 1792–1811, 2022. . Disponível em: <https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2090/386386761>. Acesso em: 28 jun. 2023.

MIGON, Piotr. Granite Landscapes of the World. **Granite Landscapes of the World**, 2006. Disponível em: <https://www.academia.edu/38489085/Granite_Landscapes_of_the_World>. Acesso em: 10 mai. 2023.

OLÍMPIO, J. L. S ; MONTEIRO, F. A. D. ; FREITAS, L. C. B. ; ALMEIDA, L. T. ; ALCANTARA, A. P. ; LOUREIRO, C. V. ; NASCIMENTO, M. L. ; MAIA, R. P. . O que sabemos sobre os inselbergues de Quixadá e Quixeramobim, Nordeste do Brasil?. William Morris Davis - Revista de Geomorfologia , v. 2, p. 1-24, 2021. - Pesquisa Google. Disponível em: <https://williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/download/107/89/233>. Acesso em: 13 maio. 2023.

ROCHA, Hudson Silva; MAIA, Rubson Pinheiro; OLIVEIRA, Vládia Pinto Vidal de. PATRIMÔNIO GEOMORFOLÓGICO DA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO PEDRA DA ANDORINHA, SOBRAL - CEARÁ. **Revista GeoUECE**, v. 8, n. 14, p. 276–293, 2019.

RODRIGUES, José Marcos Duarte; LIMA, Ernane Cortez; CLAUDINO-SALES, Vanda. Classificação hierárquica das formas de relevo granítico na Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) Pedra Andorinha, Taperuaba, Sobral, CE. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 15, n. 1, p. 140–153, 2022.

SALGADO, André Augusto Rodrigues. Superfícies de aplainamento : antigos paradigmas revistos pela ótica dos novos conhecimentos geomorfológicos. **Revista Geografias**, v. 3, n. 1, p. 64–78, 2007.

VITTE, Antonio Carlos. Considerações sobre a teoria da etchplanação e sua aplicação nos estudos nas formas de relevo nas regiões tropicais quentes e úmidas. **Terra Livre**, n. 16, p. 11–24, 2001.

VITTE, Antonio Carlos. Etchplanação dinâmica e episódica nos trópicos quentes e úmidos. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 16, p. 105–118, 2005.

WALDHERR, Felipe Rodrigues; SILVA, Telma Mendes da; XIMENES, Celso Lira; *et al*. Aspectos geomorfológicos do tanque natural fossilífero Jirau 01, município de Itapipoca, estado do Ceará, Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 23, n. 2, p. 1317–1333, 2022.

Análise da diversidade florística da cobertura vegetal do complexo serrano João do Vale, Nordeste do Brasil

Analysis of the floristic diversity of the vegetation cover of the João do Vale mountain complex, Northeastern Brazil

Camylla da Silva Dantas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0009-0004-0315-0829
dantasscamylla@gmail.com

Assucena Nogueira Batista Dantas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-6768-4625
assucenadentas@gmail.com

João Rafael Vieira Dias
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-0811-1093
jrafael.ufrn@gmail.com

Diógenes Félix da Silva Costa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-4210-7805
diogenesfscosta@gmail.com

Resumo: O complexo serrano João do Vale, inserido no domínio de caatinga, abrange vegetação arbustiva-arbórea e fragmentos de Floresta Tropical Sazonalmente Seca, por influência da umidade do ar que alcança as altitudes mais elevadas. Contudo, a diversidade biológica é sucessivamente frágil as ações antrópicas que se expandem constantemente, tendo como consequência a degradação da cobertura vegetal. Portanto, este trabalho tem como obtivo analisar a diversidade de espécies vegetais, arbustivas e arbóreas, da serra. O levantamento florístico ocorreu através da identificação das espécies botânicas por meio de baterias de campo e baseado no sistema APG II (Angiosperm Phylogeny Group). Em decorrência a alta taxa de umidade e temperaturas amena do platô da serra, registrou-se espécies típicas de caatinga e mata úmida. Neste sentido, identificou-se variedade de espécies de caatinga, e de exceção, que ao longo dos anos tem sido degradado e extintas da serra como resultado das ações e ocupação humana.

Palavras-chave: Biodiversidade. Espécies vegetais. Vegetação de altitude.

Abstract: The João do Vale mountain complex, inserted in the caatinga domain, encompasses shrub-tree vegetation and fragments of Seasonally Dry Tropical Forest due to the influence of air humidity that reaches the highest altitudes. However, biological diversity is successively fragile due to anthropic actions that are constantly expanding, resulting in the degradation of the vegetation cover. Therefore, this work aims to analyze the diversity of plant, shrub and tree species in the mountains. The floristic survey took place through the identification of botanical species through field batteries and based on the APG II system (Angiosperm Phylogeny Group). As a result of the high humidity rate and mild temperatures of the mountain plateau, typical species of caatinga and humid forest were recorded. In this sense, a variety of caatinga species were identified, and an exception, which over the years has been degraded and extinct from the mountain range as a result of human occupation and actions.

Keywords: Biodiversity. Plant species. Altitude vegetation.

Introdução

O complexo serrano João do Vale (RN/PB) é composto por um conjunto de paisagem de caatinga e fragmentos de Floresta Tropical Sazonalmente Seca, que devido as condições climáticas com maior umidade do ar que atuam como agentes condicionantes para vários tipos de vegetação, assim como, para atividades econômicas desenvolvidas pelas comunidades habitadas em seu platô (LUCENA, 2014). O complexo está inserido no Domínio de Caatinga, na região semiárida brasileira, cuja biodiversidade é adaptada as condições climáticas (ambientes áridos e semiáridos), em especial a flora, geralmente xerófila e caducifólia, que para sobreviver ao período de estiagem as espécies vegetais perdem suas folhas para controlar a perda de água (AB'SÁBER, 1977; ANDRADE-LIMA, 1981; ALBUQUERQUE; BANDEIRA, 1995).

O ecossistema de caatinga é rico em biodiversidade e espécies endêmicas, mas sucessivamente frágil as ações antrópicas que se expandem constantemente, gerando a degradação ambiental que acaba por comprometer os recursos naturais e a sustentabilidade deste bioma (DANTAS, 2009). A área remanescente está altamente fragmentada, distribuída em fragmentos de diferentes tamanhos, ocasionando a extinção de espécies endêmicas das unidades geoambientais impactando na manutenção e conservação da biodiversidade (CASTELLETTI et al., 2004; LEAL et al., 2005).

Atualmente, a cobertura vegetal se encontra bastante alterada, resultado das ações antrópicas, como consequência do crescimento rural e das atividades econômicas prestadas (e.g. pecuária, exploração agrícola e madeireira) que alteram a composição florística, expõem o solo à erosão e a perda da diversidade biológica e de recursos naturais (MENDES; CASTRO, 2003). Porém, são os ambientes serranos que apresentam fisionomias e formações vegetais heterogêneas em sua grande maioria conservados ou em estágio de sucessão ecológica avançado (PRADO, 2003; SILVA et al., 2014; OLIVEIRA, 2019).

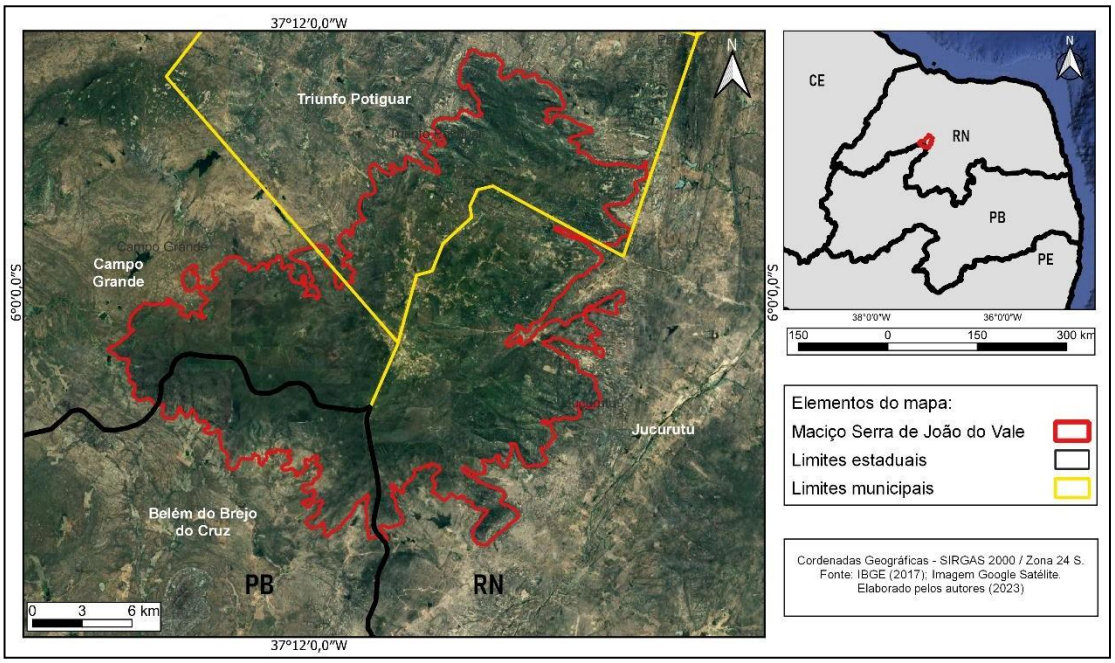
Neste sentido, o presente trabalho abordará acerca das espécies vegetais, com enfoque no componente arbustivo e arbóreo, visto que possuem maior influência na cobertura do solo que compõem as diferentes fisionomias da Serra do João do Vale.

Materiais e métodos

Área de estudo

O objeto de estudo deste trabalho corresponde a Serra João do Vale, um maciço residual que abrange cerca de 280 km2 localizado na divisa dos estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, englobando parcialmente os municípios de Jucurutu-RN, Triunfo Potiguar-RN, Campo Grande-RN e Belém do Brejo do Cruz-PB.

Figura 1 – Área do complexo serrano João do Vale.



Fonte: Os autores (2023).

A área de estudo está inserida na delimitação do semiárido, apresentando clima do tipo quente e seco, ocorrendo anualmente o período chuvoso e de estiagem, com duração em média de 7 a 8 meses (DINIZ; PEREIRA, 2015). Em virtude a elevação da topografia, com variação entre 140 m e 747 m, a hidrografia é constituída basicamente por drenagens de primeira ordem que alimenta as bacias hidrográficas do rio Piancó-Piranhas-Açu e do rio Apodi-Mossoró, com padrão de drenagem dendrítico e exoréico (OLIVEIRA, 2019).

Representando um maciço estrutural, oriundo das formações geológicas e geomorfológicas do Planalto da Borborema (MAIA; AMARAL; PRAXEDES, 2013), é composto por rochas ígneas, metamórficas e sedimentares (ANGELIM; MEDEIROS; NESI, 2006; MAIA; BEZERRA, 2014) resultado da litologia de suíte intrusiva Itaporanga, suíte intrusiva Dona Inês, Formação Jucurutu e Formação Serra do Martins (PFALTZGRAFF; TORRES, 2010) que lhe propiciou o desenvolvimento do platô.

Procedimentos metodológicos

Para a caracterização da cobertura vegetal, assim como demais informação coletadas, ocorreram por meio de baterias de campo in locus por meio de caminhamento em pontos aleatório e pontos chave para coletar dados e identificação das espécies (platô, vertente e encosta). A identificação das espécies botânicas ocorreu com base no sistema APG II (Angiosperm Phylogeny Group), com auxílio de bibliografia especializada (SOUZA;

LORENZI, 2005). De modo complementar, também foram realizadas consultas ao sistema Flora do Brasil 2020 - INCT Herbário Virtual da Flora e dos Fungos (http://reflora.jbrj.gov.br/reflora), o qual contém dados e amostras botânicas para análise e verificação das amostras vegetais coletadas.

Resultados

A partir das atividades de campo, observou-se a questão da dinâmica da paisagem nas mais diferentes áreas da serra (sopé, encosta e platô – Figura 2), onde registrou-se a ocorrência de espécies típicas de caatinga (Quadro 1) e vegetação de exceção com espécies típicas de mata úmida (Quadro 2), ambas listadas abaixo.

Quadro 1 – Espécies de Caatinga arbórea e/ou arbustiva identificadas na Serra de João do Vale.

Família	Nome cientifico	Nome popular
Anacardiaceae	*Myracrodruon urundeuva* Allemão	Aroeira
	Anacardium occidentale Linnaeus C.	Cajueiro
Apocynaceae	*Aspidosperma Pyrifolium* Mart.& Zucc	Pereiro
Cactaceae	*Pilosocereus pachycladus* F.Ritter	Facheiro
Capparaceae	*Cynophalla flexuosa* (L.) J.Presl	Feijão-bravo
Chrysobalanaceae	*Licania rigida* Benth.	Oiticica
Euphorbiaceae	*Manihot pseudoglaziovii* Pax & K. Hoffm.	Maniçoba
	Croton jacobinensis Baill	Marmeleiro
	Mimosa tenuiflora (Willd.) Poir.	Jurema Preta
	Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong	Timbaúba
	Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan	Angico
Fabaceae	*Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud.;	Mororó preto
	Amburana cearensis (Allemão) A.C.Sm.	Amburana
Malvaceae	*Pseudobombax marginatum* (A.St.-Hil., Juss. & Cambess.) A.Robyns	Embiratanha
Polygonaceae	*Coccoloba obtusifolia* Jacq.	Cauaçú
	Ziziphus joazeiro Marth.	Juazeiro

Fonte: Os autores (2023).

Quadro 2 – Espécies de Floresta Tropical Sazonalmente Seca (FTSS) identificadas na Serra de João do Vale.

Família	Nome cientifico	Nome popular
Anacardiaceae	*Astronium fraxinifolium fraxinifolium* Schott	Gonçalo Alves
Arecaceae	*Syagrus cearenses* Noblick	Coco catolé
Cordiaceae	*Cordia trichotoma (Vell.) Arráb. ex Steud.*	Freijó
Fabaceae	*Bauhinia forficata* Link	Pata de vaca
	Copaifera duckei Dwyer	Copaíba
	Hymenaea courbaril L.	Jatobá
	Peltogyne pauciflora Benth.	Cativo
	Dahlstedtia araripensis (Benth.)	Sucupira
Sapindaceae	Talisia esculenta (Cambess.) Radlk.	Pitombeira

Fonte: Os autores (2023).

Dentre estas espécies identificadas, típicas de Caatinga, destaca-se espécies com características fanerófitas, que quando inseridas em área de baixa altitude (e.g. sopé e depressão sertaneja) não se desenvolvem até o porte arbóreo denso, devido a necessidade de solos profundos e desenvolvidos, assim como ocorre no platô da serra. Neste sentido, as espécies Enterolobium contortisiliquum e Hymenaea courbaril (Figura 3), identificadas na área do platô, possuem tais características e, de acordo com análise in loco e o conhecimento científico e popular, são espécies cuja datação é estipulada em aproximadamente um século, devido ao desenvolvimento ágil em decorrência a alta taxa de umidade e temperaturas amenas que atinge as altitudes mais elevadas da serra.

Devido os períodos secos e de estiagem no semiárido, naturalmente ocorre um retardo no desenvolvimento da vegetação, principalmente de porte arbustivo, onde as espécies não possuem estrutura suficiente para grande acúmulo de água. Contudo, devido aos solos profundos, desenvolvidos e com alta capacidade de armazenamento hídrico que compõe a serra, em especial o platô, dão suporte as espécies de vegetação perenifólia (e.g. Ziziphus joazeiro), subperenifólias (e.g. Licania rígida), decídua (e.g. Amburana cearensis, Hymenaea courbaril) semi-decíduas (e.g. Miracroduon urundueva) e ripárias (e.g. Cynophalla flexuosa).

Figura 3 – espécies vegetais: a) Enterolobium contortisiliquum; b) Hymenaea courbaril.

Fonte: Os autores (2023).

Como resultado das ações antrópicas de forma desordenada, houve a redução na ocorrência de várias espécies vulneráveis (e.g. Hymenaea courbaril) a estes impactos, que em geral necessitam de espaço e tempo para se desenvolver e reproduzir. Ou seja, a forte exploração vegetal que vem ocorrendo durante as últimas décadas, com o intuito de construir habitações humanas, animal e cercamento, assim como, a expansão das atividades agrícolas (subsistência e cajucultura), formação de áreas de pastagem e comercialização, a vegetação arbórea densa se encontra em declínio.

Neste sentido, as espécies de FTSS estão diminuindo seu domínio na serra, visto que são espécies que necessitam de mais tempo para dispersão e desenvolvimento, ou seja, estas atividades têm impactado na distribuição florística (e.g. Miracroduon urundueva e Cordia goeldiana – Figura 4) nas diferentes fisionomias vegetais da serra.

Figura 4 – espécie Cordia goeldiana. A) fruto; b) individuo.

Fonte: Os autores (2023).

Devido aos condicionantes climáticos (alta taxa de umidade, baixas temperaturas e radiação solar), é comum a ocorrência de epifitismo que corresponde a interação entre duas espécies que, em vegetação de caatinga, geralmente ocorre entre uma espécie arbórea e uma cactaceae.

Em geral, a vegetação da serra, especialmente a que compõe o platô, é influenciada pela geologia da região. Onde, parte da litologia deste maciço, que corresponde a formação Martins-Portalegre cujo afloramento de arenito, em conjunto ao solo com perfil de latossolos, sustenta a vegetação de FTSS e serve como reservatório de água, responsável por manter a vegetação durante o déficit hídrico da estação seca.

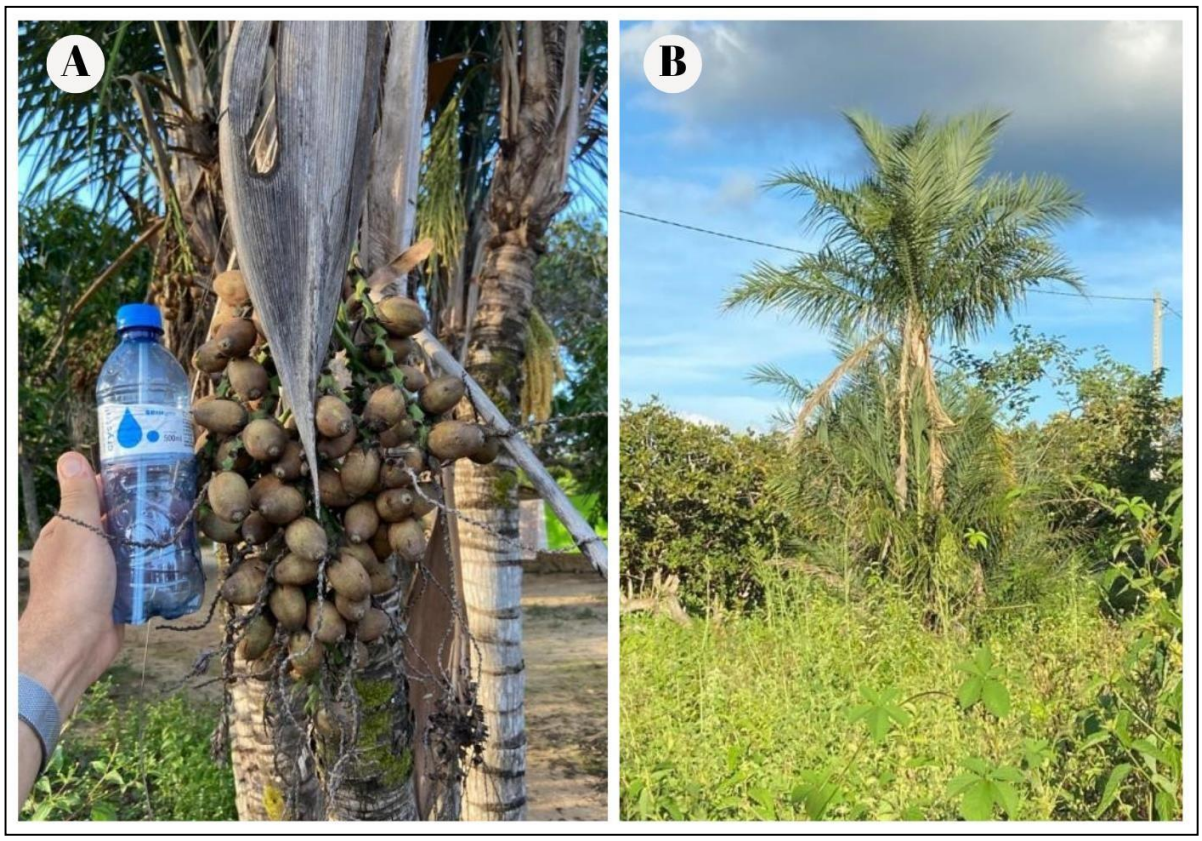
A área do platô (Figura 2C e Figura 2D), apesar da diversidade de espécies, corresponde ao território com maior nível de degradação de toda a serra, como resultado das ações antrópicas e o desenvolvimento da pecuária (e.g. formação de áreas de pastagens e substituição da vegetação nativa por plantações de capim – Figura 2D) e agricultura (e.g. subsistência e cajucultura). O oposto ocorre nas áreas de encosta, que em virtude a declividade, não há o desenvolvimento de atividades econômicas e, portanto, a cobertura do solo em sua maior parte é composta pela vegetação nativa, em nível conservado.

Figura 3 – espécies vegetais

Fonte: Os autores (2023).

Estes condicionantes atuam positivamente para o desenvolvimento de diversas espécies típicas de florestas úmidas, que é o caso das espécies listadas na Tabela 2, onde, dentre essas, a Syagrus cearenses (Figura 5B) se trata de uma palmeira nativa que, geralmente no semiárido, ocorre somente a barlavento na cota altimétrica de 350 m, onde são mais expostas aos ventos úmidos. Neste sentido, Oliveira (2019) destaca que ocorre a percolação da água pelos solos, que ao entrarem em contato com rochas sotopostas, fluem em direção as encostas, tornando-as úmidas. Esta espécie sofre com a exploração de seus frutos e sementes (Figura 5A) para consumo e comercialização. Neste sentido, destaca-se que a espécie Peltogyne pauciflora foi identificada somente na feição sotavento da serra, área que tende a ser menos úmida em virtude a menor influência dos ventos.

Figura 5 – espécie Syagrus cearenses. A) fruto; B) individuo.



Fonte: Os autores (2023).

A vegetação do complexo serrano possui variação em questão de desenvolvimento, densidade e dispersão das espécies, a depender dos fatores condicionantes de cada área. Consequentemente, na área do platô (com maior índice de umidade e reserva de água) há ocorrência do predomínio de espécies de FTSS bem desenvolvida e densa, e nas proximidades da base do complexo/sopé (área mais quente e seco sob terreno cristalino), há maior ocorrência de espécies arbustiva de caatinga.

Considerações Finais

Neste sentido, com base nos resultados obtidos, a diversidade de espécies arbóreas que compõem a cobertura vegetal da Serra do João do Vale corresponde a um estimado patrimônio biológico, que ao longo dos anos tem sofrido redução e declínio como resultado das ações e ocupação humana. Portanto, degradação ambiental ocasionadas, em geral para fins econômico e ocupacional, tem resultado na redução das espécies vegetais de porte arbóreo endêmicas da caatinga, e especialmente, as espécies que corresponde a vegetação de exceção, que é o caso das espécies típicas de Mata Atlântica. Esta consequência é resultado da degradação consecutiva, onde não há tempo o suficiente para vegetação se

regenerar e se distribuir, através do processo de dispersão e germinação. Com isso, salienta-se a importância de conservar este território, rico em biodiversidade, em meio ao domínio dos sertões de caatinga e semiárido brasileiro.

Referências

AB'SABER, A. N. Os domínios morfoclimáticos na América do Sul: primeira aproximação.

Geomorfologia, São Paulo, n. 52, p. 1-22, 1977.

ALBUQUERQUE, S. G.; G. R. L. BANDEIRA. 1995. Effect of thinning and slashing on forage phytomass from a caatinga of Petrolina, Pernambuco, Brazil. Pesquisa agropecuária Brasileira, v. 30, n. 6, p. 885-891, 1995.

ANDRADE-LIMA, D. The caatinga dominium. Revista Brasileira de Botânica, n. 4, p. 149- 153, 1981.

ANGELIM, L. A. A.; MEDEIROS, V. C.; NESI, J. R.; 2006. Programa Geologia do Brasil – PGB. Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Rio Grande do Norte. Mapa geológico do Estado do Rio Grande do Norte. Escala. 1:500.000. Recife: CPRM/FAPERN, 2006. 1 mapa color.

CASTELLETTI, C. H. M.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; SANTOS, A. M. M. Quanto ainda

resta da Caatinga? Uma estimativa preliminar. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA,

M. T.; LINS, L.V. (orgs.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 91-100, 2004.

DANTAS, J. G. Estrutura do componente arbóreo de uma área de caatinga situada no município de Pombal-PB. 2009. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2009.

DINIZ, M. T. M.; PEREIRA, V. H. C. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. Bol. Goia. Geogr. v. 35, n. 3, p. 488-506, 2015.

LEAL, I.; SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; LACHER JR, T. E. Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do Nordeste do Brasil. Megadiversidade, v. 1, n. 1, p. 139- 146, 2005.

MENDES, M. R. A.; CASTRO, A. A. J. F. Florística e fitossociologia de um fragmento de caatinga arbórea, São José do Piauí, Piauí. 2003. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

LUCENA, M. M. A. Proposta de critérios adicionais para definição de áreas prioritárias para conservação no Semiárido brasileiro. 2014. 161 f. Tese (Doutorado em Meio Ambiente, Cultura e Desenvolvimento) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.

MAIA, R. P.; AMARAL, R. F.; PRAXEDES, S. Geomorfologia do Rio Grande do Norte In: ALBANO, G. P; FERREIRA, L. S; ALVES, A. M. (Orgs.). Capítulos de Geografia do Rio Grande do Norte. Natal: Manimbu, 2013. p. 20-59.

MAIA, R. P. BEZERRA, F. H. R. Tópicos de geomorfologia estrutural: Nordeste brasileiro. Fortaleza: Edições UFC, 2014. 124 p.

OLIVEIRA, A. M. Serviços ecossistêmicos prestados pela cobertura vegetal na Serra de João do Vale (RN/PB). 2019. 149f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES, F. S. M. Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM, 2010. 227 p.

PRADO, D. E. As Caatingas da América do Sul. In: LEAL, R. I.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M.

C. Ecologia e conservação da Caatinga. Recife: Ed. Universitária da UFPE, v. 2, p. 3-74, 2003.

SILVA F. K. G.; LOPES, S. F.; LOPEZ, L. C. S.; MELO, J. I. M.; TROVÃO, D. M. B. M. Patterns

of species richness and conservation in the Caatinga along elevational gradients in a semiarid ecosystem. Journal of Arid Environments, v. 110, p. 47-52, 2014.

SOUZA, V. C.; LORENZI, H. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em AGP II. Nova Odesa-SP: Instituto Plantarum, 2005. 640p.

Análise Qualitativa da Geodiversidade da Lágea Formosa, Zona Rural De São Rafael-RN

Qualitative Analysis of the Geodiversity of Lagea Formosa, Rural Area of São Rafael-RN

Francisco Hermínio Ramalho de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0003-3176-1649
netinho_serra.sr@hotmail.com

Fernando Eduardo Borges da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-2148-6471
fernando100borges00.1@gmail.com

Matheus Dantas das Chagas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-5788-8552
matheuschagas@outlook.com

Isa Gabriela Delgado de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0003-0775-6823
isiinhad@hotmail.com

Marco Túlio Mendonça Diniz
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-7676-4475
tuliogeografia@gmail.com

Resumo: A geodiversidade corresponde ao conjunto de características abióticas que são dotados de valores, justificando assim seus estudos e conservação. Tem aumentado os estudos voltados para a análise e classificação da geodiversidade. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo fazer uma avaliação qualitativa da geodiversidade na Lágea Formosa, zona rural de São Rafael-RN. Foram realizadas observações empíricas, pesquisas bibliográficas, atividade de campo com aplicação de fichas para identificar e inventariar o geossítio e, por último, a validação dos dados coletados buscando as relações existentes e generalizações. A Lágea Formosa apresenta uma geodiversidade que a qualifica como um geossítio de relevante interesse possuindo valores intrínseco, cultural, estético, econômico, científico e educativo. Várias estratégias de geoconservação como por exemplo a inventariação, divulgação e conservação da geodiversidade podem ser usadas no geossítio Lágea Formosa que tem uma grande relevância para o patrimônio natural de São Rafael-RN.

Palavras-chave: Geodiversidade. Avaliação qualitativa. Geoconservação. Lágea Formosa. São Rafael-RN.

Abstract: Geodiversity corresponds to the set of abiotic characteristics that are endowed with values, thus justifying their studies and conservation. There has been an increase in studies focused on the analysis and classification of geodiversity. In this context, the present work aims to make a qualitative assessment of geodiversity in Lágea Formosa, rural area of São Rafael-RN. Were realized empirical observations, bibliographic research, field activity with the application of forms to identify and inventory the geosite and, finally, the validation of the collected data, seeking the existing relationships and generalizations. Lágea Formosa presents a geodiversity that qualifies it as a geosity of relevant interest possessing values intrinsic, cultural, aesthetic, economic, scientific and educational. Several geoconservation strategies such as inventorying, dissemination and conservation of geodiversity can

be used in the Lágea Formosa geosity, which has great relevance for the natural heritage of São Rafael-RN.Several conservation strategies can be used in the Lágea Formosa geosity, which has great relevance for the natural heritage of São Rafael-RN.

Keywords: Geodiversity. qualitative assessment. Geoconservation. Lágea Formosa. São Rafael-RN.

Introdução

Desde o início da década de 1990 o termo geodiversidade que vem sendo utilizado por geólogos e geógrafos (NASCIMENTO; SANTOS, 2013) para descrever a variedade do meio abiótico (GRAY, 2004; CLAUDINO-SALES, 2018). Sobre o conceito de geodiversidade, Gray (2013) define como um conjunto de características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e hidrológicas. Corroborando com essa afirmação, Meira e Morais (2016) afirmam que a geodiversidade compreende os aspectos não vivos do planeta Terra. Essa corresponde aos elementos geológicos, geomorfológicos e pedológicos que constitui a totalidade dos materiais formados, dos processos ocorridos e das relações estabelecidas pela natureza abiótica (BORBA; SELL, 2018) que são dotados de valores (JORGE; GUERRA, 2016).

Os elementos da geodiversidade podem ser valorizados de várias maneiras (GRAY, 2005) justificando, assim, seus estudos e conservação. Dentre os valores da geodiversidade Gray (2004; 2005) identifica como categorias de valores: intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo.

A utilização dos recursos naturais nos últimos anos tem sido uma ameaça a geodiversidade e muitos autores atentam para a necessidade de protegê-la. Surgindo então, debates sobre a conservação da geodiversidade, ou simplesmente, a geoconservação que, de acordo com Nascimento, Mansur e Moreira (2015) tem sido utilizada para abarcar a diversidade de atividades que visam à proteção do patrimônio geológico. A geoconservação tem como objetivo proteger a geodiversidade, garantindo sua evolução natural (OLIVEIRA et al. 2013; MEIRA; MORAIS (2016).

A geoconservação deve integrar diversas etapas sequenciais, de modo a permitir que os recursos sejam utilizados com o máximo de eficácia (BRILHA, 2005; 2009). Segundo Gray (2005) o fato de ser valiosa e valoradas, a geodiversidade deve ser conservada. O conjunto de valores que a geodiversidade possui contribui para fortalecer uma consciência ambiental em prol da preservação dos elementos abióticos, evidenciando sua relevância em diferentes contextos (MEIRA; MORAIS, 2016). A divulgação desses valores consiste numa das etapas importantes para promoção da geoconservação.

Diante do entendimento que a geodiversidade propõem uma valorização e valoração das riquezas naturais de cada particularidade local, surge as discussões sobre a geoconservação. Dentre essas particularidades locais, surge a Lágea Formosa que é marcada por uma riqueza natural com exuberantes belezas naturais associadas a uma gama

de elementos abióticos que podem ser valorados e utilizado como estratégia para a promoção da geoconservação.

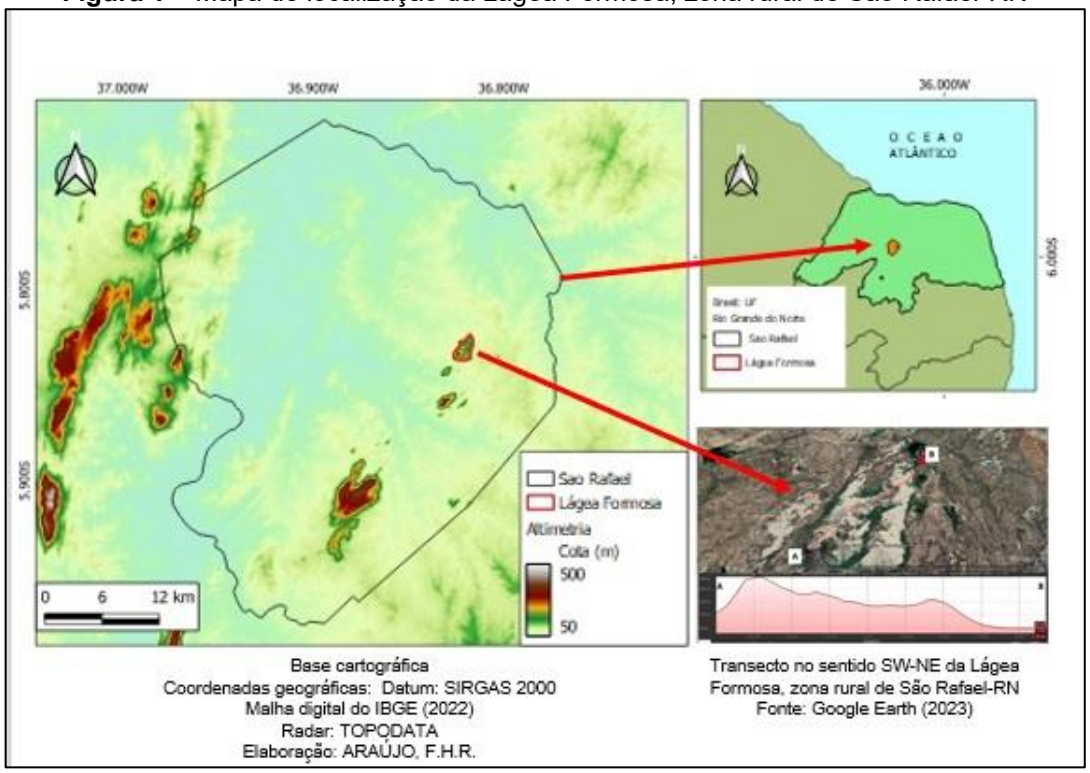
Nesse contexto, procuramos entender se a Lágea Formosa tem elementos da geodiversidade com potencial para geossítio? Partindo da hipótese que a geodiversidade da área após ser identificada e classificada apresenta potencial para geossítio e que possibilita que se desenvolvam estratégias para promoção da geoconservação a partir de sua valoração. O presente trabalho tem como objetivo avaliar qualitativamente a geodiversidade da Lágea Formosa analisando as estratégias para promoção da geoconservação.

Materiais e métodos

Localização e caracterização físico-natural da área de estudo

Área de estudo situa-se na porção setentrional do Nordeste Brasileiro, margem nordeste da Plataforma Sul Americana, estando inserida no domínio oriental da Província da Borborema. Com a litologia constituída basicamente por rochas ígneas intrusivas, trata-se de um inselberg localizado na zona rural do município de São Rafael-RN (figura 1). Este município faz parte da Região Geográfica Imediata de Açu, Região Intermediária de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte.

Figura 1 – Mapa de localização da Lágea Formosa, zona rural de São Rafael-RN



Fonte: Acervos dos autores (2023).

Nessa área são encontradas rochas ígneas do tipo granito que corresponde a suíte intrusiva Itaporanga. Os granitos da suíte Itaporanga englobam rochas graníticas sinorogênicas brasilianas que são associadas as rochas máficas e intermediárias com presença de fenocristais de feldspato potássico (ANGELIM, et al., 2006). Esse corpo plutônico de idade neoproterozoica foi formado entre 590-570 ma (MEDEIROS; NASCIMENTO; SOUSA, 2010), durante o magmatismo brasiliano.

Esse corpo plutônico teve origem no interior da crosta e foi exumado na superfície a partir de processos erosivos, na qual as rochas foram submetidas às sucessivas fases de aplainamentos e o intemperismo seletivo que, de acordo com Migoń (2006), pode acontecer no subsolo e na superfície. Dentre as teorias acerca da evolução da paisagem, a *ecthoplanação* de Büdel formulada em 1957 explica a exumação do granito. Segundo Maia et al. (2018) essa teoria se baseia na evolução geomorfológica a partir da relativa quietude tectônica e a existência de condições climáticas semiúmidas responsáveis pelo desenvolvimento de superfícies de aplainamentos.

Do ponto de vista geomorfológico, trata-se de um inselberg com altitude máxima de 300 metros que se emergem em meio a depressão interplanáltica semiárida dos Sertões do Piranhas, assim denominada por Diniz e Oliveira (2018) no mapeamento de unidades de paisagem do Rio Grande do Norte. Inselbergs são formas residuais de um relevo dissecado resultado da exumação de plútons graníticos a partir da erosão diferencial (OLIVEIRA et al., 2020). Esse termo em alemão que significa “colina da ilha” (MIGOŃ, 2006) e se apresenta como um material rochoso exposto, com acentuada declividade e com altitudes de dimensões variadas (MAIA et al., 2018).

O campo de inselbergs, onde está localizada a Lágea Formosa, possui um alinhamento no sentido NE-SW que coincide com a direção das falhas transcorrentes do lineamento Vale do Piranhas-Açu. Coincidindo também com a zona de influência da Falha de São Rafael-RN (AMARAL, 2000).

Os solos existentes na área de estudo são os Neossolos e Luvissolos (SANTOS; COSTA; GUEDES, 2022). Solos rasos e típicos de ambientes semiáridos. Os Neossolos possuem poucas espessuras, não apresentam horizonte B e são constituídos por material mineral ou material orgânico com menos de 30 cm (IBGE, 2015). Já os Luvissolos possuem profundidade mediana e que geralmente apresentam razoável diferenciação entre os horizontes superficiais e os subsuperficiais (IBGE, 2015), são solos férteis que geralmente é aproveitado para o plantio de milho e feijão (SILVA, 2010).

Procedimentos metodológicos

A presente pesquisa estudou o particular e colocou a generalização como um produto final coletado a partir de dados particulares.

Os procedimentos metodológicos utilizados nesse trabalho resumem-se nas seguintes etapas: observações empíricas dos fenômenos, a busca de relações existentes entre os fenômenos observados e a generalização das relações. Ainda foram realizadas pesquisas bibliográficas, trabalho de campo, elaboração de mapas e quadros, e aplicação dos resultados da investigação.

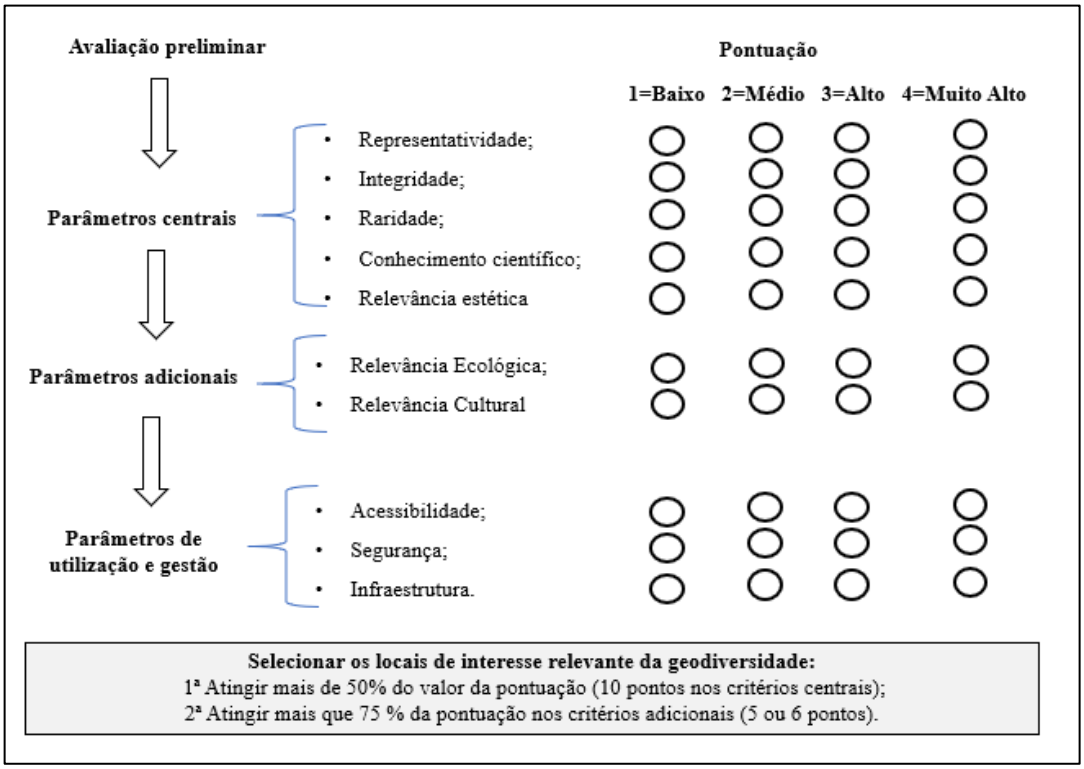
Na primeira etapa consistiu em observações empíricas sobre as características físico-naturais das áreas de estudo para identificar e selecionar os locais com potenciais para a geodiversidade para que possa estabelecer pontos de coletas para identificar os elementos da geodiversidade.

Na etapa das pesquisas bibliográficas foi feita uma análise de diversos materiais a partir de termos chaves para facilitar a consulta nas fontes como “geodiversidade”, e “geoconservação”.

Em campo foi realizada uma avaliação *in situ* afim de fazer o reconhecimento da área de interesse, validação de dados e informações preliminares obtidos em laboratórios, e por fim, a realização de registros fotográficos. Nessa etapa, também foi utilizada ficha de campo adaptada a partir de metodologias de avaliações da geodiversidade.

No sentido de analisar a geodiversidade foi realizada uma avaliação preliminar para identificar geossítios (figura 2). Nessa etapa foi utilizada uma ficha de pré-seleção adaptada da metodologia de Santos et al. (2020) que foi denominada de avaliação preliminar.

Figura 2 – Parâmetros e pontuações da avaliação preliminar para identificar geossítios



Fonte: Adaptado de Santos et al. (2020) por Francisco Hermínio Ramalho de Araújo (2023).

Após a avaliação preliminar foi feita a inventariação do geossítio a partir de proposições metodológicas de Brilha (2005; 2016), Pereira (2006), os modelos de fichas de Rabelo (2018) e Araújo (2021), levando em consideração a categorização dos valores da Geodiversidade discutidas por Gray (2004; 2005) e Brilha (2005) que são: intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, o científico e educativo. Para o uso de estratégias para a geoconservação no ensino de Geografia foi abordado com mais ênfase as duas últimas categorias de valores já citadas.

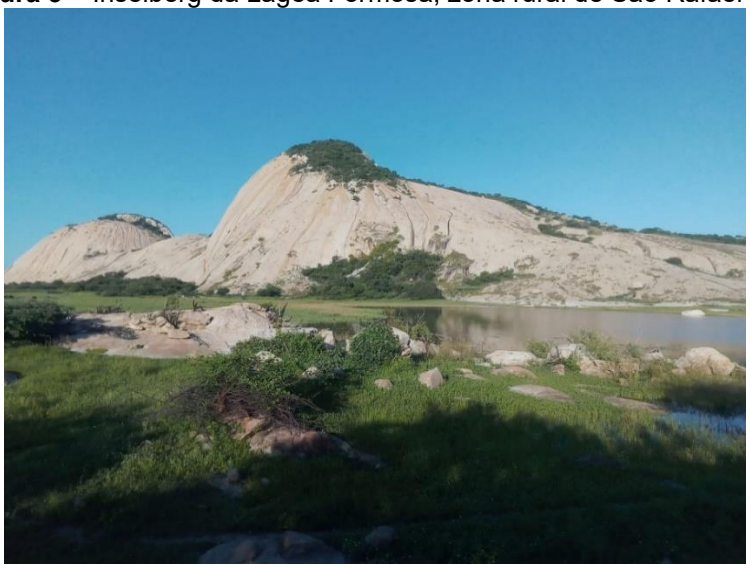
Depois da aplicação das fichas de campo e feita avaliação in situ com observações empíricas dos fenômenos, deu-se a busca de relações existentes entre os fenômenos observados e a generalização das relações. Nessa última foi considerada a melhor explicação, a hipótese mais explicativa, que é escolhida após o processo de validação empírica, no qual eventuais dúvidas são eliminadas.

Resultados e discussão

A Lágea Formosa é marcada pela presença de uma variedade de aspectos abióticos que dão origem a uma paisagem de natureza abiótica que confere um rico patrimônio natural com variadas belezas naturais.

A Lágea Formosa possui um grande valor cultural e paisagístico que a coloca como um patrimônio cultural do município de São Rafael-RN (SANTOS; COSTA; GUEDES, 2022). Dentre suas belezas naturais destaca-se o inselberg de granito que, parafraseando Migón (2016) esse tipo de inselberg constitui são as formas de relevos mais fascinantes que ocorrem na Terra (figura 3). Ainda se destaca a pedra ferrada e os tanques naturais que enriquecem ainda mais o patrimônio geológico da área.

Figura 3 – Inselberg da Lágea Formosa, zona rural de São Rafael-RN



Fonte: Acervos dos autores (2023).

A Lágea Formosa se apresenta como um rico patrimônio natural com uma diversidade de elementos que evidenciam a geodiversidade.

Após a aplicação da ficha preliminar ficou constatado que a área estudada tem potencial relevante do ponto de vista da geodiversidade. Os resultados das pontuações atribuídas a Lágea Formosa podem ser observados no quadro 1 a seguir:

Quadro 1 – Avaliação preliminar da geodiversidade.

PARÂMETROS CENTRAIS (20 pontos=100%)					
	Representatividade	**Integridade**	**Raridade**	**Conhecimento científico**	**Relevância estética**
Pontuação (1-4)	4	3	2	4	4
Pontuação do parâmetro	17 pontos = 75%				
PARÂMETROS ADICIONAIS (8 pontos=100%)					
	Relevância Ecológica		**Relevância Cultural**		
Pontuação (1-4)	**3**		4		
Pontuação do parâmetro	7 pontos = 87%				
PARÂMETROS DE UTILIZAÇÃO E GESTÃO (16 pontos=100%)					
	Acessibilidade	**Segurança**	**Infraestrutura**	**Visibilidade**	
Pontuação (1-4)	2	1	3	3	
Pontuação do parâmetro	9 pontos = 56 %				

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A Lágea Formosa atingiu uma pontuação significante nos parâmetros centrais que a qualifica como uma área de relevante interesse para a geodiversidade. Nesse critério obteve 75% da pontuação total, que seria necessário apenas 50% para ser considerado uma área de relevante interesse geológico. Tendo uma pontuação máxima na representatividade, conhecimento científico e relevância estética.

Já nos parâmetros adicionais atingiu 87%, sendo necessário apenas 75% da pontuação total. Revelando que a área tem uma relevância cultural muito alta e um alto valor no quesito relevância ecológica.

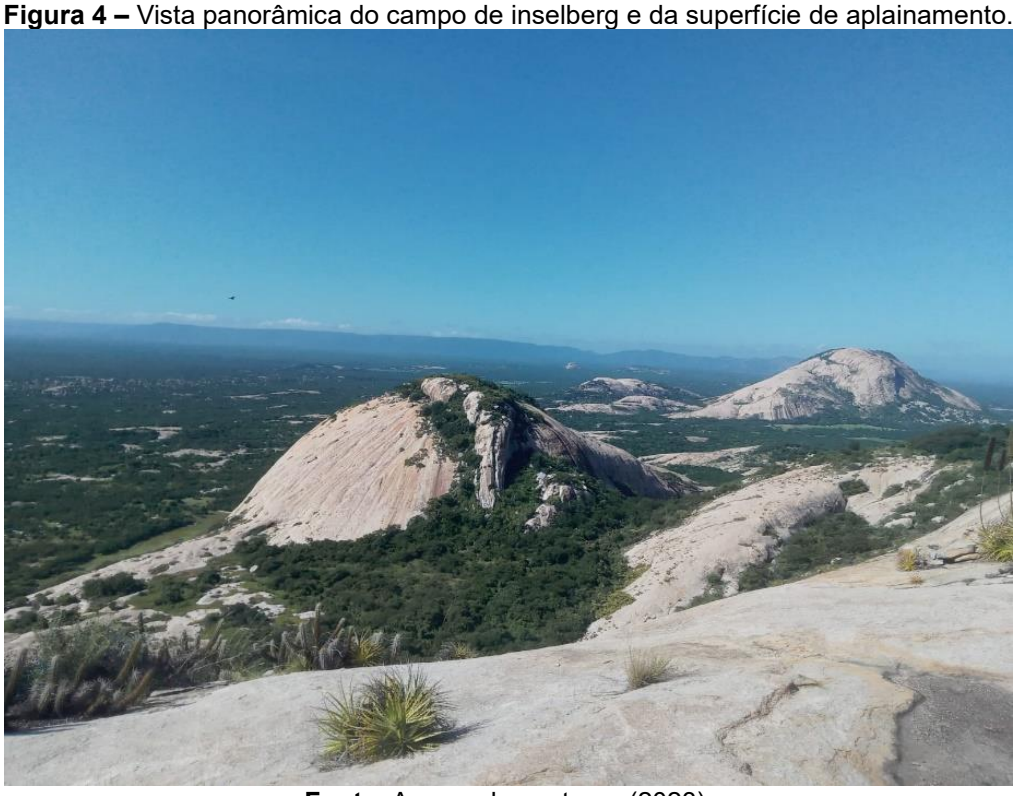
E nos parâmetros de utilização e gestão, a área apresenta valores médios na acessibilidade, que mesmo tendo acesso por estrada carroçável a subida do inselberg exige esforço e precisa ter muita atenção com a segurança. A infraestrutura é alta mais com uma

ressalva, que todos os serviços de provisão são ofertados na zona urbana do município que fica a cerca de 10 km da Lágea Formosa. No quesito visibilidade, a área tem um valor alto por se tratar de um atrativo turístico para o município, sendo o destino de muitos turistas.

A Lágea Formosa se localiza nas coordenadas 5°49'26.02"S e 36°48'54.25"O. O acesso a área é moderado e se dá por meio de uma estrada carroçável que fica a Leste da RN 118, na saída da cidade São Rafael pra Jucurutu. A estrada carroçável tem cerca de 10 km de distância da rodovia e chegando lá dá continuidade o percurso com a subida do inselberg, que é feita a partir de uma trilha que exigem um longo esforço.

O enquadramento geológico geral é de um ambiente plutônico formado por rochas graníticas da Suíte Itaporanga. No que se refere as temáticas da geodiversidade presentes na área, destaca-se o geomorfológico com a fascinante paisagem do campo de inselbergs e da superfície de aplainamento do seu entorno (figura 4). Os tanques naturais evidenciam a presença de conteúdo relacionado a paleontologia, por se tratar de um local onde foram encontrados fósseis da megafauna pré-histórica brasileira. Na casa da fazenda possui coleções de quadros com imagens e fotografias de figuras potiguares importantes para a história e cultura do local.

Figura 4 – Vista panorâmica do campo de inselberg e da superfície de aplainamento.



Fonte: Acervo dos autores (2023).

Trata-se de uma zona de propriedade particular com 500 hectares (10-1000 há) com boas condições de observações dos aspectos da geodiversidade. Não tem proteção com

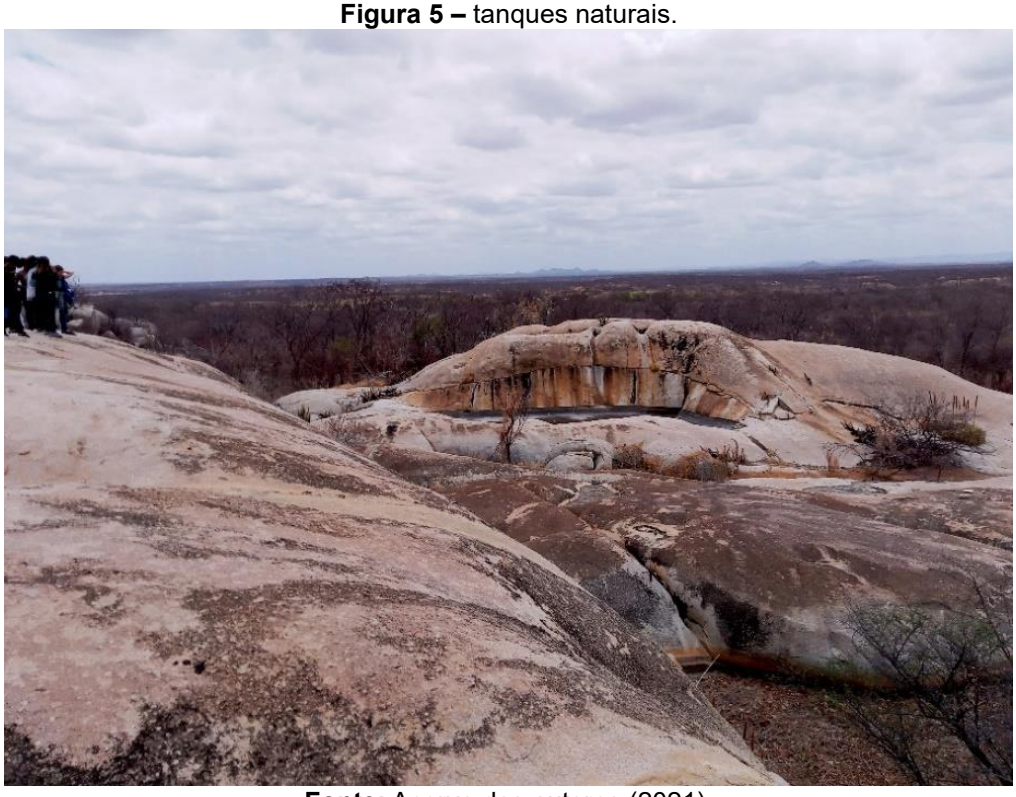
relação ao estatuto legal, mas é conservada pelos proprietários da fazenda. E tem como uso atual as práticas rurais (no entorno dos inselbergs), uso turístico e educativo.

O uso potencial está relacionado aos aspectos turísticos, científicos, econômicos e didáticos. As atividades turísticas potenciais a serem praticadas na área são o turismo de aventura, ecoturismo, geoturismo e estudos. A Lágea Formosa tem um grande potencial para pesquisas científicas e práticas de aula de campo.

Com relação aos fenômenos geológicos, é destacado, principalmente a idade das rochas graníticas neoproterozoicas formadas entre 590-570 ma, ainda no Pré-Cambriano. A litologia é terrígena com presença de formas graníticas correspondendo a suíte intrusiva Itaporanga.

Os tanques naturais tratam-se de fraturas nas rochas graníticas como podemos observar na figura 5, foram encontrados fósseis de mamíferos pleistocênicos, dentre eles herbívoros de grande porte (ARAÚJO JÚNIOR; PORPINO, 2007). Ainda segundo esses autores, a ocorrência desses herbívoros de grande porte indica que a área já foi um ambiente de savana com áreas abertas recobertas por gramíneas, além de médias mais baixas e com maior abundancia de corpos de água perenes durante o Pleitoceno final e Holoceno (ARAÚJO JÚNIOR; PORPINO, 2007).

Figura 5 – tanques naturais.

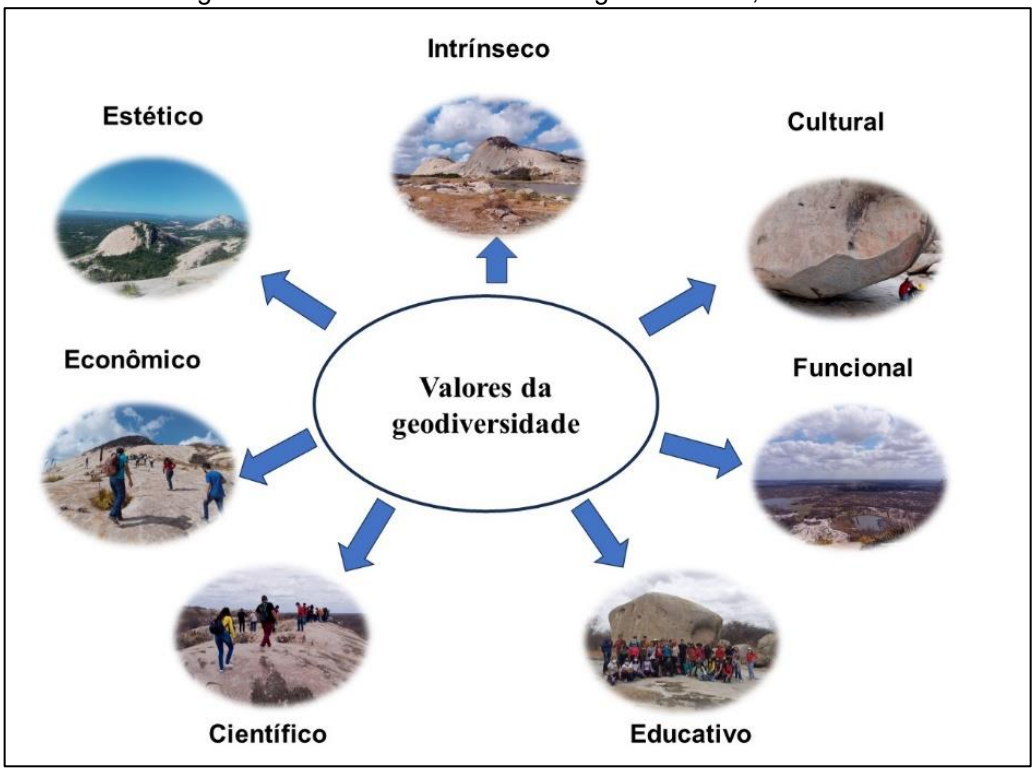


Fonte: Acervo dos autores (2021).

A Lágea Formosa é uma área de interesse geológico apresenta valores que a classifica como um geossítio com relevante potencial para geodiversidade. Foram identificadas as

seguintes categorias de valores para a geodiversidade: intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, científico e educativo (quadro 2).

Quadro 2 – Valores da geodiversidade identificada na Lágea Formosa, zona rural de São Rafael-RN.



Fonte: Acervo dos autores (2023).

A existência da Lágea Formosa e sua representação paisagística e cultural para os moradores da área e adjacências faz do geossítio um local com valor intrínseco imensurável e subjetivo. Só pelo fato de existir, já tem uma grande importância.

O valor cultural está relacionado a formação da fazenda que pertenceu ao Coronel Luiz de Barros, influente fazendeiro da região (SANTOS; COSTA; GUEDES, 2022). Além da Pedra Ferrada, um *boulders* granítico, que possui marcas de pinturas rupestres que foram deixadas, segundo Costa (2020), pelos índios Janduís que habitaram a região no antepassado (figura 6).

Figura 6 – Pinturas rupestres na Pedra Ferrada, Lágea Formosa, zona rural de São Rafael-RN.

Fonte: Acervo dos autores (2023).

O aspecto estético da área possui alto valor evidenciado na raridade, integridade associado as boas condições de observação e uma variedade de elementos da geodiversidade. Esse geossítio recebe muitos visitantes que vem apreciar a paisagem relacionada a beleza cênica que o inselberg apresenta.

Os bens e serviços que as rochas associadas ao relevo da área pode oferecer para a sociedade evidencia o potencial econômico do geossítio. Além da taxa de visitação que já é cobrado pelos proprietários, a Lágea Formosa apresenta potencial para impulsionar o desenvolvimento econômico associado ao turismo e lazer da região fazendo circular capital no município que poderia usufruir desse cartão postal para aumentar suas receitas internas. Além disso, a possibilidade de gerar um certo rendimento para os proprietários que pode ser revertido em trabalhos voltados para conservação do geossítio.

A geodiversidade da Lágea Formosa apresenta um valor funcional que pode ser analisado sob duas perspectivas, seguindo o proposto por Gray (2005): a primeira trata-se do valor *in situ* que os elementos da geodiversidade existente ali traz para os seres humanos, que ali é possível recorrer para contemplar a paisagem, praticar atividades físicas, lazer, extrair das rochas e minerais elementos essenciais para confecção de materiais, e utilizar a água das fissuras e tanques naturais para o consumo doméstico e dessedentação dos animais. Já o segundo é observado na existência dos elementos da geodiversidade que serve de base para o desenvolvimento da biodiversidade.

A Lágea Formosa apresenta aspectos da geodiversidade que evidencia um claro interesse científico. É um local potencial para desenvolvimento de pesquisas relacionadas a formação e evolução do relevo na porção setentrional da Província da Borborema, pesquisas no âmbito da Geologia e geomorfologia com ênfase para o campo granítico de inselberg também podem ser desenvolvidas. As pinturas rupestres da pedra ferrada impulsionam pesquisas sobre os habitantes pré-históricos da região e os tanques naturais que tem recebido atenção para os estudos na área da paleontologia.

O valor educativo é significante no geossítio Lágea Formosa, que possui vários elementos da geodiversidade que permite ao professor a abordar diferentes problemáticas e conteúdos a partir de cada público específico a partir de realizações de aulas de campo. A aula de campo se apresenta como recurso fundamental no processo de ensino/aprendizagem por promover contato com a realidade que o aluno compreenda os conteúdos ensinados.

A prática de trilhas ecológicas e o recorrente uso de práticas educativas é uma das estratégias que contribui para a promoção da geoconservação da Lágea Formosa a partir do acesso ao conhecimento e sensibilização sobre a importância da geodiversidade existente no geossítio.

Considerações finais

A Lágea Formosa possui um rico patrimônio natural que a geodiversidade se faz presente, onde valores lhes são atribuídos, justificando assim seus estudos e desenvolvimento de práticas voltadas para a promoção da geoconservação.

A partir da avaliação qualitativa da geodiversidade da Lágea Formosa, proposição desse trabalho, foi possível compreender a indagação se os elementos abióticos da área apresentam potencial para geossítio. Após a aplicação das fichas e campo constatou-se que a Lágea Formosa é um geossítio de relevante interesse para a geodiversidade e que diversas estratégias para a promoção da geoconservação podem ser usadas.

Foi identificado no geossítio Lágea Formosa as categorias de valores da geodiversidade como intrínseco, cultural, estético, econômico, funcional, o científico e educativo que se permite realizar estratégias de geoconservação.

Espera-se que futuros estudos sejam realizados no geossítio Lágea Formosa e que diversas estratégias sejam utilizadas, visando a geoconservação, permitindo a ampla divulgação da geodiversidade existente lá e sensibilização sobre sua importância para a sociedade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) para o quarto autor e também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para o quinto autor. Estendemos os agradecimentos ao CERES-UFRN e ao grupo de pesquisa do Laboratório de Geoprocessamento e Geografia Física – LAGGEF-UFRN.

Referências

AMARAL, C. A. **Correlação entre contextos morfoestrutural e sismicidade nas regiões de João Câmara e São Rafael (RN).** 2000. 87 f. Dissertação (Mestrado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2000.

ANGELIM, L. A. A.; NESI, J. R.; TORRES, H. H. F.; MEDEIROS, V. C.; SANTOS, C. A.; VEIGA JUNIOR, J. P.; MENDES, V. A. **Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte - Escala 1:500.000**. Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2007. 119 p.

ARAÚJO JÚNIOR, H. I.; PORPINO, K. O. Mamíferos fósseis da fazenda Lájea Formosa, São Rafael, Rio Grande Do Norte, Brasil: interpretações paleoecológicas. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8., 2017, Caxambu-MG. **Anais**... Caxambu: SEB, 2017. p. 1-2.

ARAÚJO, I. G. D. **GEOMORFODIVERSIDADE DA ZONA COSTEIRA DE ICAPUÍ/CE**: definindo geomorfossítios pelos valores científico e estético. 172 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Programa de PósGraduação e Pesquisa em Geografia, Caicó, RN, 2021.

BORBA, A. W.; SELL, J. C. Uma reflexão crítica sobre os conceitos e práticas da geoconservação. **Geographia Meridionalis**, v. 4, p. 02-28, 2018.

BRILHA J. Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review. **Geoheritage**, v. 8, p. 119-134, 2016.

BRILHA J. **Patrimônio Geológico e geoconservação**: A conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005.

BRILHA, J. B. R. A Importância dos Geoparques no Ensino e Divulgação das Geociências. **Revista do Instituto de Geociências - USP**. São Paulo, Publicação Especial, v. 5, p. 27-33, 2009.

COSTA, D. A. **São Rafael:** A história da cidade que o progresso naufragou. 2 ed. São Rafael: Cactos Editora, 2020.

CLAUDINO-SALES, V. Morfopatrimônio, morfodiversidade: pela afirmação do patrimônio geomorfológico strictu sensu. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral/CE, v. 20, n. 3, p. 3-12, 2018.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, A. V. L. C. Mapeamento das unidades de paisagem do Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Boletim Goiano de Geografia. Goiânia**, v. 38, n. 2, p. 342-364, 2018.

GRAY, M. Geodiversity and Geoconservation: What, Why, and How? **Geodiversity & Geoconservation.** v. 22, n. 3, p. 4-12, 2005.

GRAY, M. **Geodiversity**: Valuing and conserving abiotic nature. Wiley, Chichester, 2004. 434p.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 495p, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Pedologia**. 3ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

JORGE, M.C.O.; GUERRA, A. J. T. Geodiversidade, Geoturismo e Geoconservação: Conceitos, Teorias e Método. **Espaço Aberto** (PPGG-UFRJ), v. 6, p. 151-174, 2016.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. **Tópicos de Geomorfologia estrutural:** Nordeste

brasileiro. Fortaleza: edições UFC, 2014. 124 p.

MEDEIROS, V. C.; NASCIMENTO, M. A. L; SOUSA, D. C. Geologia. In: ____. PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos; TORRES, Fernanda Soares de Miranda (org.). **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2010.

MEIRA, A. A.; MORAIS, J. O. Os conceitos de geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação: abordagens sobre o papel da geografia no estudo da temática. **Boletim de geografia**, Maringá, v. 34, n. 3, p. 129-147, 2016.

MIGOŃ, P. **Granite Landscapes of the World.** First ed. England: Oxford University Press, 2006. 416 p.

NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K. L.; MOREIRA, J.C. Bases Conceituais para Entender Geodiversidade, Patrimônio Geológico, Geoconservação e Geoturismo. **Revista Equador**, v. 4, p. 48-68, 2015.

NASCIMENTO, M. A. L.; SANTOS, O. J. **Geodiversidade na arte rupestre no Seridó Potiguar**. Natal: Iphan-RN, 2013. 62 p.

OLIVEIRA, C. N.; IMBERNON, R. A. L.; GONÇALVES, P. W.; BRILHA, J. B. R. Geoparques: Uma proposta de educação ambiental. In: Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (IX ENPEC), 2013, Águas de Lindóia, SP, Brasil, ***Anais***, Águas de Lindóia: ABRAPEC, 2013.

OLIVEIRA, G. P.; BERNARDINO, D. S. M.; BATISTA, C. T. Mapeamento e análise morfoestrutural do maciço de João do Vale (RN-PB). **Revista de Geociência Nordeste**, Caicó, v.6, n.1, p. 18-27, 2020

PEREIRA, P. J. S. **Patrimônio geomorfológico:** conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Nacional de Montesinho. 2006, 395f. Tese. (Doutorado em Geociências). Universidade do Minho. Portugal, 2006.

RABELO, T. O. **Geodiversidade em ambientes costeiros:** discussões e aplicações no setor sudeste da Ilha do Maranhão, MA-Brasil. 2018, 157 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Programa de Pós-Graduação em Geografia. Natal, 2018.

SANTOS, D. S.; MANSUR, K. L.; SEOANE, J. C. S.; MUCIVUNA, V. C.; REYNARD, E. Methodological Proposal for the Inventory and Assessment of Geomorphosites: An Integrated Approach focused on Territorial Management and Geoconservation. **Environmental Management**, v. 66, p. 476-497, 2020.

SANTOS, M. G. M.; COSTA, G. S.; GUEDES, J. A. **Atlas geográfico escolar de São Rafael-RN**. Goiânia: C&A Alfa Comunicação, 2021.

SILVA, F. N. Solos. In: PFALTZGRAFF, P. A. S.; TORRES. F. S. M (Orgs.). **Geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte**. Recife: CPRM, 2010. p. 111-120.

Geopatrimônio da Pedra do Cruzeiro, Quixadá-CE: uma análise dos impactos do turismo e do lazer

Geopatrimony of Pedra do Cruzeiro, Quixadá-CE: an analysis of the impacts of tourism and leisure activities

Caroline Vitor Loureiro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE
0000-0002-1870-6744
caroline.loureiro@ifce.edu.br

João Luís Sampaio Olimpio
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE
0000-0002-7152-1968
joao.olimpio@ifce.edu.br

Danielle Rodrigues da Silva Matos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE
0000-0001-5474-4695
danielle.matos@ifce.edu.br

Resumo: Os *inselbergs* são importantes registros do tempo geológico, além de possuírem alto valor científico, econômico, funcional, educacional, cultural e estético. No Brasil, o campo de *inselbergs* localizado no município de Quixadá-CE, se destaca pelas inúmeras geomorformas. Em função disso, integra o território da Proposta Projeto Geoparque Sertão Monumental. A beleza cênica dos geossítios componentes atraem visitantes e turistas, que, comumente, ocasionam impactos ambientais sobre o geopatrimônio. Este contexto está presente no Geossítio Pedra do Cruzeiro, o qual possui relevância geocientífica internacional. Objetivando investigar a atual configuração das práticas de lazer e turismo sobre o geopatrimônio da Pedra do Cruzeiro. Realizou-se, portanto: revisão da literatura, trabalho de campo, produção do material cartográfico e sistematização dos dados. Os principais impactos levantados foram: pichações, descarte inadequado de resíduos sólidos e descaracterização da vegetação nativa. Por fim, foram propostas ações fundamentadas nas práticas geoconservacionistas e promotoras do geoturismo e da geoeducação.

Palavras-chave: Geossítio; Geopatrimônio; Inselbergue; Turismo predatório; Lazer.

Abstract: Inselbergs are important records of geological time, as well as having high scientific, economic, functional, educational, cultural and aesthetic value. In Brazil, the field of inselbergs located in the municipality of Quixadá-CE stands out for its numerous geomorphs. As a result, it forms part of the territory of the proposed Sertão Monumental Geopark Project. The scenic beauty of the component geosites attracts visitors and tourists, who often cause environmental impacts on the geopatrimony. This context is present in the Pedra do Cruzeiro Geosite, which has international geoscientific relevance. In order to investigate the current configuration of leisure and tourism practices on the Pedra do Cruzeiro geopatrimony. A literature review, fieldwork, the production of cartographic material and the systematisation of data were therefore carried out. The main impacts identified were graffiti, inappropriate disposal of solid waste and the de-characterisation of native vegetation. Finally, actions were proposed based on geoconservationist practices and promoting geotourism and geoeducation.

Keywords: Geosite; Geopatrimony; Inselbergue; Predatory tourism; Leisure.

Introdução

No Sertão Central do Ceará encontra-se um dos mais representativos campos de *inselbergs* do Brasil (Maia *et al.*, 2015), expondo uma geodiversidade de excepcional

relevância. Os referidos autores identificaram e classificaram na área a ocorrência de três tipos de *inselbergs*, diferenciados pelo predomínio de: feições de dissolução, feições de fraturamento e maciços. Além disso, possuem em diferentes geoformas de meso e microescala, representando uma grande geodiversidade de paisagens graníticas.

A geodiversidade, a partir de um dos conceitos mais clássicos, como o de Gray (2004), é o equivalente abiótico da biodiversidade e pode ser definida como a variedade natural de feições geológicas, geomorfológicas e de solos, ou seja, uma variedade de elementos geológicos que servem de suporte à vida e são substrato ao desenvolvimento humano (Mansur, 2018).

Esses elementos, combinados ou isoladamente, são registros dos processos evolutivos geológicos, geomorfológicos e pedológicos, o que torna sua preservação inquestionável. É relevante, portanto, não apenas a preservação dos elementos não minerais, mas os processos naturais decorrentes presentes que originam novos testemunhos (Brilha, 2005).

Por tal relevância, os locais com afloramentos únicos, formações geológicas, tipos de deformação e outros elementos geológicos de indubitável valor científico e ocorrência restrita são classificados como património geológico (Mansur, 2018), ou como mais recentemente utilizado, geopatrimônio (Rodrigues; Fonseca, 2008).

Nesse contexto, o termo geoconservação se refere ao conjunto de atividades (desde ações de levantamento até práticas de gestão) voltadas à proteção do geopatrimônio (Nascimento; Mansur; Moreira, 2015) e que objetiva a utilização e gestão sustentável de toda a geodiversidade, englobando todo o tipo de recursos geológicos (Brilha, 2005). A estratégia considerada mais bem sucedida de geoconservação é o estabelecimento de geoparques (Borba, 2011).

No ano de 2019, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), após levantamento científico, publicou a Proposta de Projeto Geoparque Sertão Monumental, objetivando a geoconservação dos *inselbergs* situados nos municípios de Quixadá e Quixeramobim, região do Sertão Central do Ceará, assim o incentivo ao desenvolvimento de práticas de uso sustentável pela comunidade local e pelos turistas.

Os *inselbergs* ajudam a contar a história sobre a evolução das paisagens e sobre as mudanças ambientais ao longo do tempo geológico (Migoń, 2021). No Brasil, os *inselbergs* de Quixadá foram os primeiros a serem reconhecidos como sítios relevantes pela Comissão Brasileira dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), (Brasil, 2021), em virtude da grande concentração e diversidade das morfologias graníticas.

Contudo, por tratar-se de uma proposta inicial, ainda se faz necessário estudos que caracterizem e diagnostiquem os impactos das atividades humanas predominantes nos

geossítios componentes. Tais geossítios, a exemplo a Pedra do Cruzeiro, atraem visitantes e turistas, mas pela relevância já descrita, não deveriam ser submetidos às práticas em desacordo com a geoconservação. As práticas mais expressivas são o turismo convencional e o lazer, os quais podem ser depredatórias quando não organizadas.

O turismo convencional compreende atividades produtivas modernas, pautadas no mercado e priorizando a concentração de lucros (Brandão; Coriolano, 2016), com pouco ou nenhum envolvimento com as diretrizes do turismo sustentável. Já o lazer configura as atividades que contribuem para o entretenimento, divertimento e enriquecimento espiritual, social, cultural e intelectual de seus praticantes, sendo selecionadas voluntariamente (Santos; Souza, 2012). Portanto, diferem-se das práticas de turismo.

É importante salientar que se faz necessário que as atividades de turismo e lazer possuam um planejamento adequado, pois, caso contrário, seus impactos negativos podem se sobrepor aos positivos.

Para áreas com geossítios, o segmento turístico denominado de geoturismo, apresenta-se como o mais adequado. Para Newsome e Dowling (2006), no geoturismo a geologia e a geomorfologia são os componentes centrais e o enfoque principal de interesse daqueles que o praticam. Moreira (2014) acrescenta que, além de ter um público interessado em conhecer mais os aspectos geológicos e geomorfológicos de um determinado local, o geoturismo é uma segmentação turística sustentável. O geoturismo promove, portanto, a geoconservação dos geossítios e geoparques, pois tem o interesse direto na conservação do geopatrimônio.

À discussão acerca do geoturismo, acrescentamos o conceito de geoeducação, pois esta, segundo Moura-Fé (2016), além de ser desenvolvida nos âmbitos formais e/ou não formais do ensino, pode ser entendida como um ramo específico da educação ambiental a ser aplicado na geoconservação.

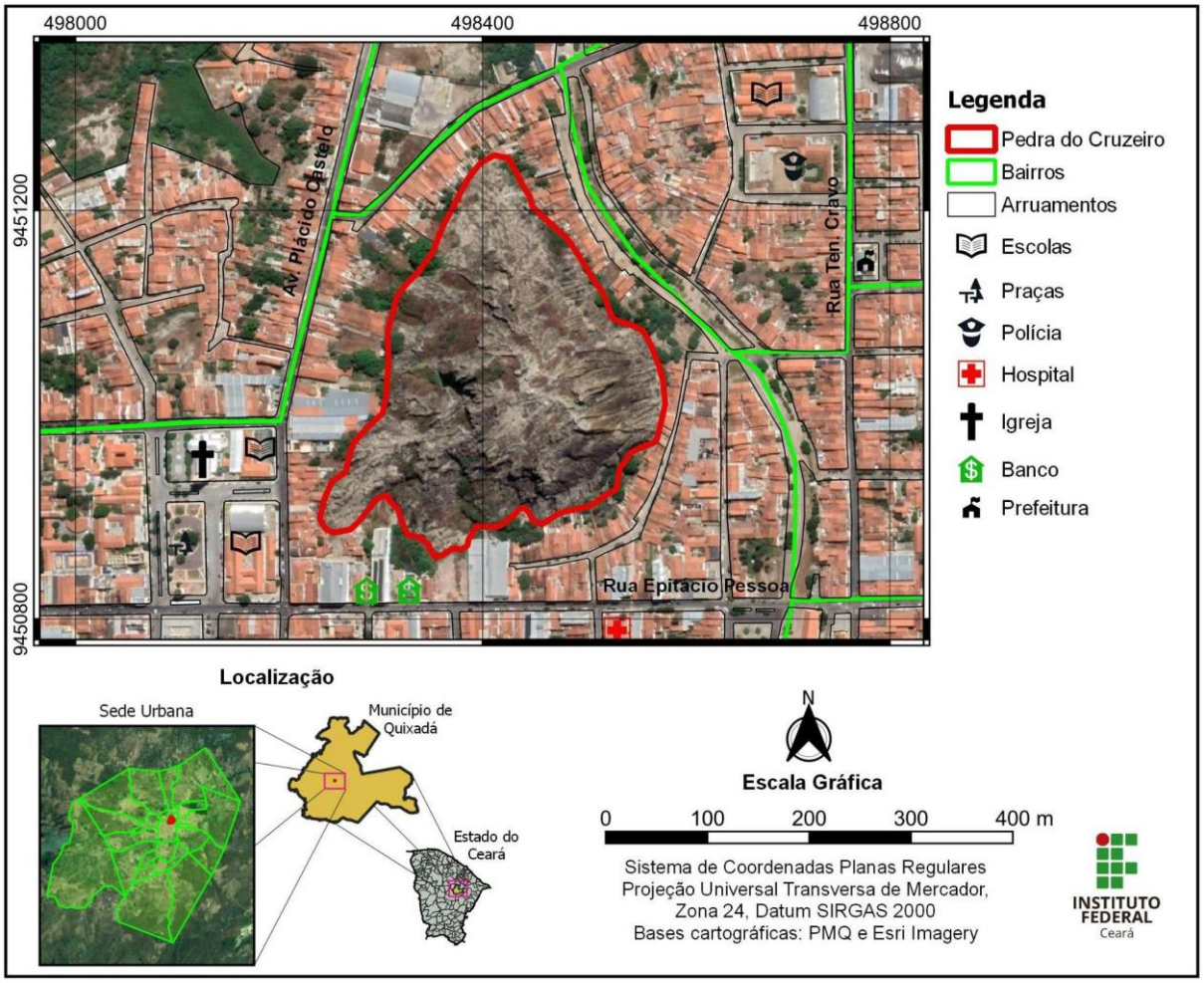
Como a geoeducação tem no espaço geográfico seu ambiente de aprendizagem, sobretudo visando a conservação da natureza, quando se está em locais como geossítios, tem-se elementos que podem servir como ferramentas pedagógicas para explicações sobre o funcionamento e dos processos ocorrentes ou que ocorreram no planeta. Portanto, podem ser instrumentos de conscientização acerca da importância do geopatrimônio.

Objetivamos, portanto, investigar a atual configuração das práticas de lazer e turismo sobre o geopatrimônio do Geossítio Pedra do Cruzeiro, localizado no município de Quixadá / CE, bem como compreender a relação com os conceitos de turismo, geoturismo e geoeducação; levantar os impactos sobre o geopatrimônio da Pedra do Cruzeiro; propor ações que dialoguem com as práticas de geoconservação a partir da geoeducação.

Área de estudo

A Pedra do Cruzeiro está localizada na área urbana do município de Quixadá, no semiárido do estado do Ceará (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização do Geossítio Pedra do Cruzeiro, município de Quixadá, Ceará.



Fonte: Elaborado por Olímpio (2022).

O contexto geomorfológico do município encontra-se diretamente associado à superfície sertaneja (IPECE, 2017) e sua geologia é caracterizada pela presença de um corpo intrusivo granitóide circundado por rochas encaixantes com amplas exposições do embasamento cristalino na forma de lajedos, maciços e *inselbergs* (Maia *et al*., 2015).

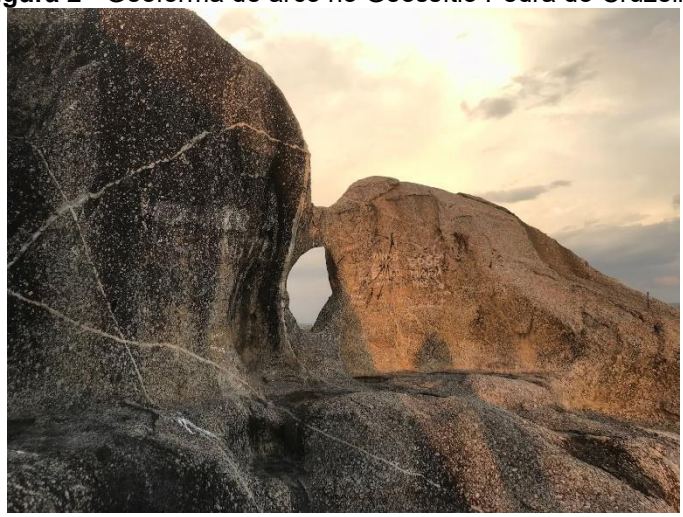
Esses elementos conferem à região uma variada geodiversidade. Em 2019, foram realizados levantamentos sobre a geodiversidade nos municípios de Quixadá e Quixeramobim, culminando na proposta de Geoparque Sertão Monumental. Foram catalogados 20 geossítios, sendo dois de relevância geocientífica internacional. Um desses é o Geossítio Pedra do Cruzeiro (Freitas *et al*., 2019).

Este geossítio é constituído por um *inselberg* composto por monzogranitos porfiríticos, enclaves máficos e diques graníticos e granodioríticos, os quais pertencem ao Plutón Quixadá

(560 a 580 Ma). Essas rochas estão associadas a esforços distensionais da orogênese brasiliana que resultaram em um intenso plutonismo em fraturamentos. As zonas de cisalhamento permitiram a ascensão e o aprisionamento do magma, dando origem às rochas graníticas (Maia; Nascimento, 2018).

Em superfície ocorrem inúmeras bacias de dissolução e caneluras, além de uma feição de arco (Figura 2). A partir do topo da Pedra do Cruzeiro há uma vista panorâmica da superfície sertaneja pontuada de *inselbergs* e do sítio urbano de Quixadá (Freitas e*t al*., 2019; Olímpio *et al*., 2021).

Figura 2 - Geoforma de arco no Geossítio Pedra do Cruzeiro.



Fonte: Olímpio (2022).

Além disso, a cidade de Quixadá surgiu no entorno da Pedra do Cruzeiro, de modo que o *inselberg* faz parte da história urbana e da memória da comunidade local. De fato, a formação reúne um conjunto de valores que justificam o uso sustentável desse patrimônio natural e cultural.

No campo de *inselbergs* de Quixadá existem instrumentos legais para a proteção, tanto ao nível estadual (Monumento Natural os Monólitos de Quixadá) e federal (tombamento da paisagem natural pelo IPHAN), mas eles não abarcam o espaço urbano da cidade. Além disso, atualmente, ao nível municipal também não há instrumentos legais que regulam o uso e ocupação da Pedra do Cruzeiro. Portanto, não há mecanismos de proteção ou uso sustentável do geossítio.

Estratégia Metodológica

Para subsidiar o trabalho, inicialmente, foi realizado um levantamento bibliográfico e realizada uma revisão da literatura em artigos científicos das bases de dados Capes, Scielo, entre outros, em torno dos conceitos relacionados a geodiversidade, geopatrimônio,

geoparque, turismo e lazer. Assim, nos assentamos, principalmente, em referências como Gray (2004), Brilha (2005), Rodrigues e Fonseca (2008), Borba (2011), Brandão e Coriolano (2016) e Santos e Souza (2012).

Além disso, nos amparamos em dados sistematizados pela CPRM no que se refere aos aspectos geológicos da área pesquisada. Foram realizados levantamentos e investigações de campo destinados ao reconhecimento da paisagem; diagnóstico das condições de uso e dos impactos causados pelas atividades de lazer e turismo e registros fotográficos. Os trabalhos de campo, realizados no mês de março de 2022, permitiram o reconhecimento de impactos no que tange à geoconservação do geossítio, mas também da identificação de aspectos estratégicos a serem potencializados com atividades geoeducativas com as comunidades locais e os visitantes.

Para a produção cartográfica foi utilizado o *software* QGIS 3.16. Por fim, sistematizados os levantamentos realizados, procedemos com a proposição de ações geoeducativas na busca de minorar/atenuar os impactos observados no local, estimulando o conhecimento sobre a geodiversidade e o geopatrimônio da Pedra do Cruzeiro.

Resultados e discussão

O fácil acesso, resultante da localização central do Geossítio Pedra do Cruzeiro, aliado às estruturas básicas de apoio à subida, proporcionam a exploração da área.

As estruturas de apoio à caminhada até o topo são rústicas e fora dos padrões de segurança, pois decorrem de esforços da comunidade em viabilizar a subida para participação em práticas religiosas, como as missas. De fato, a denominação do local decorre da instalação de uma cruz de concreto em junho de 1934, e hoje símbolo de fé e religiosidade católica, além de referência cultural para os munícipes.

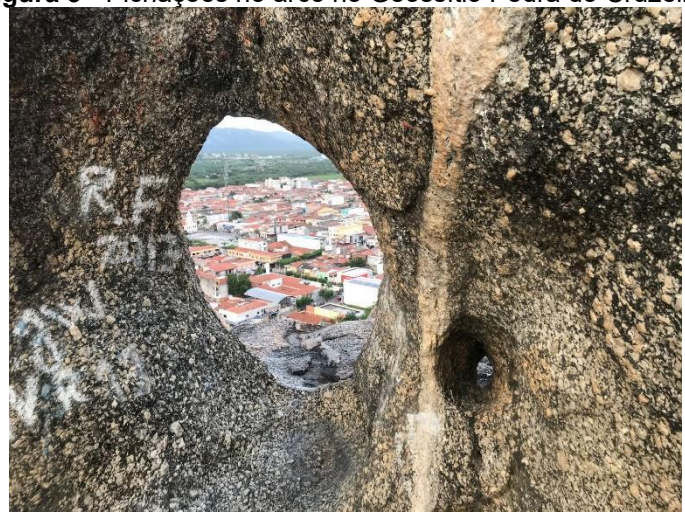
Atualmente, o geossítio é utilizado como mirante, principalmente, por pessoas que buscam a contemplação da natureza, tanto oriundas do município como também de turistas. Esporadicamente, o local recebe visitas de estudantes e pesquisadores de geociências para a realização de estudos sobre a configuração do campo de *inselbergs*.

No entanto, como não há controle e organização do acesso ao geossítio, além do isolamento, o local também é utilizado por pessoas, que realizam práticas de vandalismo ao geopatrimônio, como pichações (Figura 3) e despejo de resíduos sólidos. É importante frisar que a prática de registrar nomes, datas e trechos de textos, sobretudo religiosos, é bastante comum entre os moradores.

Outro fator que põe em risco o geopatrimônio local, é a pressão exercida pelo intenso crescimento urbano no entorno do geossítio. Atualmente, predominam edificações para fins comerciais e residências de famílias mais pobres, inclusive com ocupações no sopé do

inselberg. Além dos impactos direto da instalação das edificações, a paisagem natural é comprometida e, devido a sua descaracterização, certamente, empobrecerá o valor do patrimônio cultural (Silva, 2017).

Figura 3 - Pichações no arco no Geossítio Pedra do Cruzeiro.



Fonte: Olímpio (2022).

Ainda em referência à localização, a Pedra do Cruzeiro também foi considerado estratégico para a colocação de antenas de telecomunicação (Figura 4). No entanto, em resposta à Lei municipal 2.183, de 02 dezembro de 2004 que dispõe sobre a instalação de antenas transmissoras de radiação eletromagnéticas e equipamentos afins no município de Quixadá, as empresas foram notificadas sobre a retirada dos equipamentos. No entanto, as decisões judiciais posteriores mantiveram as instalações, tendo em vista que o serviço é de interesse público.

Figura 4 - Antena de telecomunicação instalada sobre a Pedra do Cruzeiro.

Fonte: Loureiro (2022).

Destacamos que a existência de antenas de telecomunicação, apesar de não serem decorrentes das atividades de lazer e turismo, também promovem impactos sobre os valores da geodiversidade do local, sobretudo, o valor estético. Em campo, foram identificados o despejo inadequado de rejeitos dos materiais utilizados para a instalação e manutenção dos equipamentos das antenas, como peças metálicas, de plásticos e de borracha.

Em suma, são identificados neste geossítio o que Gray (2004) e Brilha (2005) conceituam como valores da geodiversidade: valor intrínseco, valor cultural, valor estético, valor econômico, valor funcional, valor científico e valor educativo.

Valor intrínseco: esse valor se reflete na importância da natureza da Pedra do Cruzeiro para a existência daquela comunidade, ou seja, subjetivo ao ser. *Valor cultural*: o imaginário da população permeia este geossítio, sendo atribuído não apenas a ele, mas ao campo de *inselbergs* em questão, sua ligação sobrenatural com vidas extraterrestres. Nesse contexto, inúmeras são as produções cinematográficas e documentais sobre a região. Além disso, a Pedra do Cruzeiro está na memória dos moradores, como local para realização de missas e contemplação da natureza.

Valor estético: a contemplação deste geossítio e a vista que ele proporciona, somando-se a uma paisagem excepcional em meio à superfície sertaneja, conferem à Pedra do Cruzeiro considerável beleza cênica. *Valor econômico:* embora a composição geológica da Pedra do Cruzeiro (monzogranitos) tenha valor econômico para a construção civil, o geossítio nunca foi explorado para esse fim. Não obstante, é possível o aproveitamento da beleza cênica e da relevância científica como incentivador dos arranjos econômicos sustentáveis, como o geoturismo.

Valor funcional: aqui são identificados seu valor funcional enquanto elemento representativo da geodiversidade local, bem como sua importância como elemento para desenvolvimento de uma vegetação rupícola, além de habitat de espécies da caatinga.

Valor científico e educativo: as meso e microformas do *inselberg* são verdadeiros espaços não formais de aprendizagem, uma vez que podem ser utilizadas para explicações acerca dos processos de formação de rochas graníticas, intemperismo, erosão em ambientes semiáridos. As trilhas interpretativas e aulas de campo são comuns no local. Todavia, a precariedade das infraestruturas existentes e os equipamentos em não conformidade com a legislação de proteção do patrimônio e para segurança dos transeuntes são fatores que caminham na contramão da geoconservação deste geossítio.

Pautando-se nesses conceitos, sintetizamos como os valores supracitados são afetados com as atuais práticas de uso, e propomos algumas sugestões de adaptações (Quadro 1).

Quadro 01 - Síntese dos principais impactos resultantes das atividades de lazer e turismo na Pedra do Cruzeiro em Quixadá-CE.

Impacto observado	Adaptação sugerida
Pichações nas rochas	Atividades de geoeducação para visitantes e turistas; Monitoramento ambiental. Segurança do patrimônio público.
Descarte inadequado de resíduos sólidos	Atividades de geoeducação para visitantes e turistas; Monitoramento ambiental. Instalação de equipamentos de coleta.
Supressão inadequada da vegetação rupícola pelos visitantes	Manutenção preventiva da trilha. Monitoramento ambiental. Reintrodução de espécies nativas. Atividades de educação ambiental.
Risco à segurança dos visitantes	Levantamento da capacidade de carga do geossítio. Instalação de estruturas adequadas, como escadas, corrimãos e sinalizações. Implementação de um projeto para a realização de trilhas guiadas.
Antenas de comunicação	Estabelecimento de acordos, visando a não instalação de novas estruturas, manutenção adequadas das já existentes e limpeza do local.
Turismo de massa	Incentivo ao Geoturismo. Levantamento da capacidade de carga do geossítio. Implementação de um projeto para a realização de trilhas guiadas.

Fonte: Os autores (2022).

Diante do contexto observado, consideramos que a prática do geoturismo é o segmento mais adequado à execução do turismo no local, principalmente por estar fundamentado nos princípios da sustentabilidade e na promoção do desenvolvimento local. Neste sentido, as práticas de lazer também devem estar aliadas às ações de geoeducação.

Considerações Finais

Nesta pesquisa foram levantados os principais impactos ambientais que as práticas de turismo e de lazer predatórios ocasionam sobre o Geossítio Pedra do Cruzeiro em Quixadá (CE).

Considerando os valores desse geopatrimônio, recomendamos algumas medidas capazes de adaptar os atuais usos de forma a promover o geoturismo e a geoeducação na perspectiva de estabelecer práticas de geoconservação neste geossítio. Assim como, contribuir com sua valorização enquanto geopatrimônio de relevância no contexto do Sertão Central do Ceará.

Elencamos como medidas fundamentais para a geoconservação do geossítio Pedra do Cruzeiro e que podem ser aplicadas em todo o território da Proposta Projeto Geoparque

Sertão Monumental, a instalação e manutenção de acervo geológico com elementos representativos do geopatrimônio da região, a capacitação dos agentes promotores do turismo e a produção de materiais didáticos sobre a geodiversidade do município de Quixadá-CE.

Agradecimentos

Agradecemos à equipe do programa de extensão Geoparque Sertão Monumental e ao Núcleo de Estudos Integrados em Geografia Ambiental, Geodiversidade e Geoinformação (NIGEO), ambos do Instituto Federal do Ceará, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* de Quixadá, pelo apoio no desenvolvimento deste trabalho.

Referências

BRASIL. COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM. Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. Propostas aprovadas. **Disponível em:** http://sigep.cprm.gov.br/quadro.htm. **Acesso em:** 22 mar. 2022.

BORBA, A. W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisas em Geociências**, Porto Alegre, v. 38, n. 1, p. 3-13, 2011.

BRANDÃO, A. L. R.; CORIOLANO, L. N. M. T. Eixos do turismo: convencional e contra-hegemônico em Jericoacoara-CE. **Revista Formação (Online).** v. 3, n3, p. 101-126, 2016.

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação**: a Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Braga: Palimage Editores, 2005.

FREITAS, L. C. B; MONTEIRO, F. A. D; FERREIRA, R. V. MAIA, R. P. (org.). **Projeto geoparques - Geoparque Sertão Monumental**: proposta. Fortaleza: CPRM, 2019.

MAIA, R. P., BEZERRA, F. H. R., NASCIMENTO, M. A. L., DE CASTRO, H. S., MEIRELES, A. J. DE A., & ROTHIS, L. M. Geomorfologia do campo de inselbergues de Quixadá, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira De Geomorfologia**, v. 16, n. 2, p. 239-253, 2015.

MAIA, R. P; NASCIMENTO, M. A. L. Relevos graníticos do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 373-389, 2018.

MANSUR, K. L. Patrimônio geológico, geoturismo e geoconservação: uma abordagem da geodiversidade pela vertente geológico. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. (Orgs.). **Geoturismo, geodiversidade e geoconservação: abordagens geográficas e geológicas**. São Paulo: Oficina de textos, 2018.

MIGOŃ, P. Granite Landscapes, Geodiversity and Geoheritage - Global Context. **Heritage**, v. 4, n. 1, p. 198-219, 2021.

MOREIRA, J. C. **Geoturismo e interpretação ambiental** Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014.

MOURA-FÉ, M. M. GeoPark Araripe e a geodiversidade do sul do Estado do Ceará, Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**. v. 2, n. 1, p.28-37, 2016.

NASCIMENTO, M. A. L.; MANSUR, K. L.; MOREIRA, J. C. Bases conceituais para entender geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo. **Revista Equador,** Teresina, v. 4, n.3, p. 3-23, 2015.

NEWSOME, D; DOWLING, R. The scope and nature of geotourism. In: DOWLING, R; NEWSOME, D. (Eds.). **Geotourism**. Oxford: Elsevier Butterworth Heinemann, 2006.

OLÍMPIO, J. L. S.; MONTEIRO, F. A. D.; FREITAS, L. C. B.; ALMEIDA, L. T. de; ALCÂNTARA, A. P. de; LOUREIRO, C. V.; NASCIMENTO, M. L.; MAIA, R. P. O que sabemos sobre os inselbergues de Quixadá e Quixeramobim, Nordeste do Brasil? **William Morris Davis - Revista de Geomorfologia**, v. 2, n. 1, p. 19-42, 2021.

RODRIGUES, M. L.; FONSECA, A. A. A valorização do geopatrimónio no desenvolvimento sustentável de áreas rurais. In: **Colóquio Ibérico de Estudos Rurais**, 7., Coimbra, 2008.

SANTOS, R. A. dos; SOUZA, N. de S. Turismo, lazer e recreação: um olhar denso sobre acepções, significados e características deste segmento. **Revista Científica Eletrônica de Turismo,** Garça, v. 9, n. 16, 2012.

SILVA. C. A.V. **Há "pedras" no meu curral: a paisagem dos monólitos de Quixadá-CE**. Dissertação (Mestrado) – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional, Mestrado Profissional em Preservação do Patrimônio Cultural, Rio de Janeiro, 2017.

Identificação das Potencialidades Geoturísticas do Complexo Arqueológico Pedra do Altar no Município de Barra de Santana - PB

Identifying the Geotourism Potential of the Pedra do Altar Archaeological Complex in the municipality of Barra de Santana – PB

Elias dos Santos Silva
Universidade Estadual da Paraíba
Orcid: 0000-0002-2288-5490
elias.silva@aluno.uepb.edu.br

Josandra Araújo Barreto de Melo
Universidade Estadual da Paraíba
Orcid: 0000-0002-9826-587X
josandraaraujobarretodemelo@servidor.uepb.edu.br

Resumo: Este artigo tem por objetivo identificar e inventariar as potencialidades geoturísticas do patrimônio geomorfológico presente no Complexo Arqueológico Pedra do Altar, no município de Barra de Santana, Paraíba. O crescimento do turismo na região, impulsionado pela geodiversidade e sítios arqueológicos, ressalta o potencial geoturístico do complexo arqueológico Pedra do Altar. O geoturismo, centrado na apreciação das características geológicas, pode contribuir para o desenvolvimento socioeconômico regional. Este estudo visa identificar as potencialidades geoturísticas através de métodos como pesquisa bibliográfica, estudo de campo e observação direta. Os resultados revelam formações geomorfológicas como a Pedra do Criminoso, a Pedra dos Tapuias, a Pedra do Altar e o Lajedo Vale da Lua Paraibano, associadas a pinturas rupestres. Por fim, recomenda-se a promoção da geoconservação para preservar e valorizar a área, fomentando o desenvolvimento sustentável e a conscientização ambiental.

Palavras-chave: Potencialidades geoturísticas; Complexo arqueológico pedra do altar; Geoturismo; Barra de Santana; Geodiversidade.

Abstract: The aim of this article is to identify and inventory the geotourism potential of the geomorphological heritage present in the Pedra do Altar Archaeological Complex, in the municipality of Barra de Santana, Paraíba. The growth of tourism in the region, driven by geodiversity and archaeological sites, highlights the geotourism potential of the Pedra do Altar archaeological complex. Geotourism, centered on the appreciation of geological features, can contribute to regional socio-economic development. This study aims to identify the geotourism potential using methods such as bibliographical research, field studies and direct observation. The results reveal geomorphological formations such as Pedra do Criminoso, Pedra dos Tapuias, Pedra do Altar and Lajedo Vale da Lua Paraibano, associated with cave paintings. Finally, we recommend promoting geoconservation to preserve and enhance the area, fostering sustainable development and environmental awareness.

Keywords: Geotourism potential; Pedra do Altar archaeological complex; Geotourism; Barra de Santana; Geodiversity.

Introdução

A Geodiversidade, introduzida como conceito na Conferência de Malvern em 1993, é cada vez mais reconhecida como um recurso valioso que inclui diversos elementos geológicos de uma região (STANLEY, 2000; BRILHA, 2005; NASCIMENTO; RUCKYS; MANTENSSO-NETO, 2008). A geodiversidade não apenas possui valores intrínsecos, mas também fins educacionais, científicos, econômicos, turísticos e culturais (GRAY, 2004; AZEVEDO, 2007).

A localização de Barra de Santana, inserida no estado da Paraíba e no Semiárido brasileiro, destaca a importância desse ecossistema único, com clima quente e seco, caracterizado pelo bioma da Caatinga e a presença expressiva de feições do tipo lajedo na paisagem geomorfológica do Cariri Paraibano (SOUZA; XAVIER, 2017).

O crescimento exponencial do turismo na região, impulsionado pela geodiversidade, sítios arqueológicos, corpos d'águas e paisagens naturais, destaca o atrativo turístico do complexo arqueológico Pedra do Altar como destino turístico autêntico e de expressiva beleza cênica (ARAÚJO; FONTGALLAND, 2023). A prática do geoturismo na área pode contribuir para o desenvolvimento socioeconômico, embora ainda se apresente de forma tímida. A exploração consciente desses recursos é fundamental para garantir um impacto positivo na região, evitando degradação e desordenamento.

O geoturismo é uma forma única de turismo que se concentra na apreciação das características geológicas e geomorfológicas de um destino (HOSE, 2000; HOSE, 2008; LAGES et al., 2013; MOREIRA, 2014; NASCIMENTO; GOMES; BRITO, 2015; LAGES et al., 2018; FREITAS, 2019; PORTO; XAVIER; SOUZA, 2022). Ao explorar as formações rochosas, relevos e paisagens naturais, os visitantes têm a oportunidade de compreender a história da Terra ao longo de milhões de anos, enquanto aprendem sobre os processos geológicos que moldaram a superfície terrestre (COSTA, 2014).

A potencialidade geoturística do Complexo Arqueológico Pedra do Altar, localizado no município de Barra de Santana, Paraíba, revela uma área de relevância tanto científica quanto turística. O Patrimônio Geomorfológico e a Geodiversidade presentes nesse local desempenham um papel crucial na valorização cultural, científica e estética das paisagens naturais.

O patrimônio geomorfológico abrange as formas de relevo e paisagens naturais que possuem relevância cultural, científica e estética (PANIZZA; PIACENTE, 1993; PEREIRA, 1995; PANIZZA; PIACENTE 2003). Essas características são testemunhos da evolução geológica e dos processos naturais que moldaram a superfície terrestre ao longo de milhões de anos (VIEIRA; CUNHA, 2004). O patrimônio geomorfológico representa não apenas a história do planeta, mas também oferece oportunidades educacionais, científicas e turísticas, promovendo a valorização e a conservação dessas paisagens únicas (PEREIRA et al., 2006). Diante desse contexto, surge o questionamento, quais são os principais atrativos turísticos do patrimônio geomorfológico que apresentam potencialidades para a promoção do geoturismo no Complexo Arqueológico Pedra do Altar?

Dadas as ameaças provenientes das atividades humanas, a conservação de paisagens naturais se torna cada vez mais vital (BRITO, 2000; BENSUSAN, 2006). A Convenção para a Proteção do Patrimônio Mundial Cultural e Natural da UNESCO,

estabelecida em 1972, desempenhou um papel histórico na proteção desses patrimônios, enfatizando a importância da preservação. A identificação dessas geoformas é crucial para a promoção da geoconservação e do geoturismo na área. A prática do ecoturismo e geoturismo, quando bem gerenciada, pode não apenas preservar o patrimônio geomorfológico, mas também contribuir para a conscientização ambiental e o desenvolvimento sustentável da região.

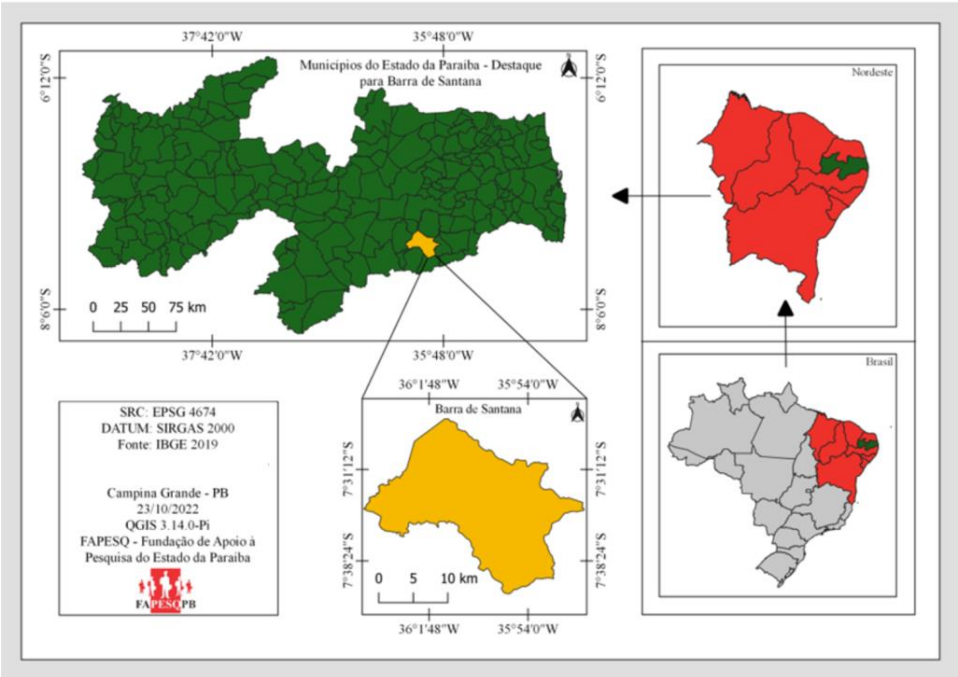
Diante do exposto, este artigo objetiva a identificar e inventariar as potencialidades geoturísticas do patrimônio geomorfológico presente no Complexo Arqueológico Pedra do Altar, no município de Barra de Santana. Através de uma metodologia abrangente, envolvendo pesquisa bibliográfica, estudo de campo, observação direta e pesquisa de gabinete, buscamos apresentar a riqueza geológica e geomorfológica da região. a potencialidade geoturística do Complexo Arqueológico Pedra do Altar em Barra de Santana representa uma oportunidade significativa para a preservação, valorização científica e desenvolvimento turístico da região.

Metodologia

Caracterização da Área de Estudo

O município de Barra de Santana (Figura 1) localiza-se na região geográfica imediata de Campina Grande – Paraíba, entre as coordenadas 07°31’12’’S e 36°00’00’’W, com sua área territorial abrangendo o equivalente a 375,177 Km2 (IBGE, 2023).

Figura 1: Mapa de Localização do município de Barra de Santana, PB.



Fonte: Elaboração dos autores (2022).

Barra de Santana faz divisa com os municípios paraibanos de Queimadas e Caturité na porção ao Norte, na porção a Leste faz divisa com o município de Gado Bravo, já na porção ao Sul com os municípios de Alcantil e Santa Cecília, e por fim, na porção Oeste limita-se com os municípios de Boqueirão e Riacho de Santo Antônio. A sede municipal encontra-se em torno de 350 metros de altitude, estando a mesma distante a, aproximadamente, 162 km da Capital paraibana, João Pessoa (CPRM, 2005).

De acordo com os dados do IBGE (2023), Barra de Santana possui 8.059 habitantes, com densidade demográfica de 21,48 e IDHM de 0,567. O município tem influência direta do pólo de confecções de Santa Cruz do Capibaribe, PE, na medida em que muitas pessoas costuram para microempresários do Estado vizinho, mesmo com baixíssima remuneração decorrente de produção em série. Essas informações dão indícios de que uma nova fonte de renda advinda do turismo, pode impactar positivamente no município, porém acompanhada de planejamento, educação e gestão ambiental.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa científica é fundamentada em métodos que são utilizados para coletar dados, analisar informações e obter resultados confiáveis e válidos. Vergara (2016) expressa que a pesquisa é a atividade indispensável para a ciência. Nesse sentido, esta pesquisa se caracteriza como sendo de natureza básica, de abordagem qualitativa, e com os seguintes procedimentos técnicos para a coleta dos dados: I- pesquisa bibliográfica, II- pesquisa documental, III- estudo de campo (exploratório), IV- observação direta e a V- pesquisa de gabinete.

Durante a revisão bibliográfica foram realizadas análises de forma sistemática de algumas literaturas que versam sobre Geodiversidade, Geompatrimônio, Geoconservação, Geoparques e Geoturismo, ademais, concomitantemente foram revisadas literaturas que caracterizam o município de Barra de Santa – PB e o complexo/sítio arqueológico Pedra do Altar. Na pesquisa documental, foi preciso buscar documentos, relatórios e projetos de lei sobre o município supracitado.

No estudo de campo foram realizadas as identificações e as coletas das coordenadas geográficas com o GPS Garmin 60csx do patrimônio geomorfológico encontrado na área de abrangência do complexo da Pedra do Altar, além de registros fotográficos e a observação direta. Por fim, a pesquisa de gabinete se deu em retomar as referências que outrora foram consultadas para a confecção de relatórios de campo, composição de mapas em ambiente SIG, com o emprego do geoprocessamento e a utilização do software QGIS em sua versão 3.30, elaboração tabelas e criação de quadros.

Resultados e Discussão

O Complexo Arqueológico Pedra do Altar é uma área natural no município de Barra de Santana – PB, pouco conhecida na literatura, visto que as pesquisas científicas sobre a área, até então, são singulares e voltadas aos estudos dos vestígios arqueológicos antigos, que foram deixados pelos povos primitivos (ARAÚJO; FONTGALLAND, 2023). As várias pinturas rupestres presentes nos afloramentos rochosos desse complexo arqueológico denotam que a área, outrora, havia sido ocupada pelos índios Tapuias, que pertenciam a grande nação Tupi (OLIVEIRA, 2014).

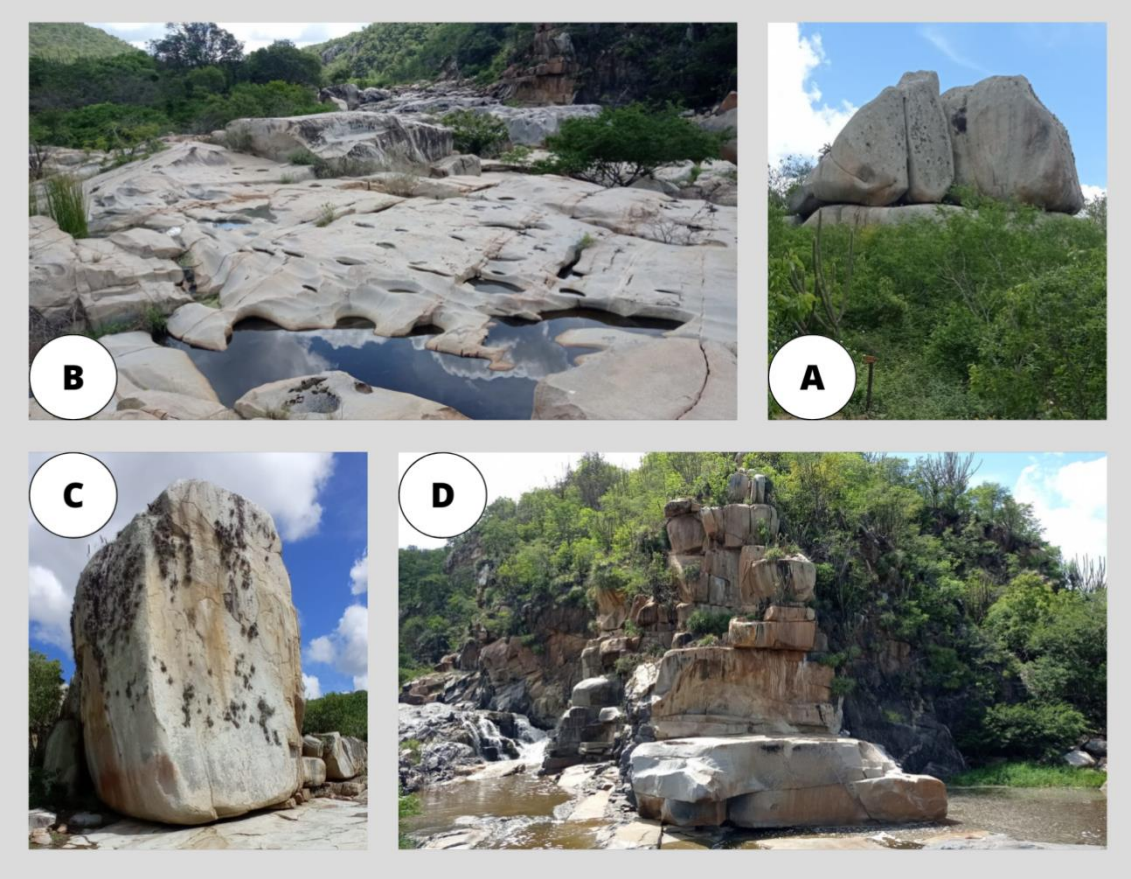
Baseado nos estudos de campo realizados na área de abrangência do Complexo Arqueológico Pedra do Altar foi possível verificar a existência de diversas formações geomorfológicas resultantes da ação tectônico-estrutural, bem como de processos de intemperismo e erosão.

Segundo Lages et al. (2013), a região do Cariri Paraibano apresenta importantes sítios arqueológicos possuindo, assim, inúmeras atrações de grande relevância para a prática do turismo e do geoturismo. Mesmo com inúmeros grafismos deixados pelos indígenas, o Complexo Arqueológico Pedra do Altar demorou a ter regras e limitações durante a atividade turística no local, o que ocasionou a degradação de alguns vestígios arqueológicos por parte dos vândalos que picharam as rochas e tentaram remover parte do patrimônio cultural e geomofológico (ALMEIDA, RIVERO e OLIVEIRA, 2022; ARAÚJO; FONTGALLAND, 2023).

Após tomar notoriedade a nível Estadual e circunvizinhanças, os administradores do complexo arqueológico começaram a realizar a prática do ecoturismo e limitar o acesso dos visitantes ao local, com o intuito que o local fosse preservado e suas áreas bióticas e abióticas fossem respeitadas (ARAÚJO; FONTGALLAND, 2023). Os turistas se deslocam até o local para a apreciação da beleza cênica, contato com a natureza, prática de esportes radicais e banho de rio (ARAÚJO; FONTGALLAND, 2023). A atividade geoturística é incipiente, sendo realizada de forma amadora e sem preocupação na gênese e evolução do relevo e dos aspectos geológicos presente nos afloramentos rochosos.

As formações geológicas presentes no Complexo Arquelógico Pedra do Altar distribuem-se ao longo da área de interesse turística, e podem ser observadas durante a realização das trilhas locais, que culminam no afloramento que dá origem ao nome do complexo arqueológico, a Pedra do Altar (ARAÚJO; FONTGALLAND, 2023). Durante os primeiros estudos de campo realizados no local, foi possível identificar e inventariar quatro monumentos naturais de expressivo valor geocientifico e com potencial para a prática do geoturismo no local, são eles: a Pedra do Criminoso (figura 2-A), o Lajedo Vale da Lua Paraibano (figura 2-B) a Pedra dos Tapuias (figura 2-C) e a Pedra do Altar (figura 2-D).

Figura 2: Principais geoformas do Complexo Arqueológico Pedra do Altar.



Fonte: Acervo de pesquisa (2023).

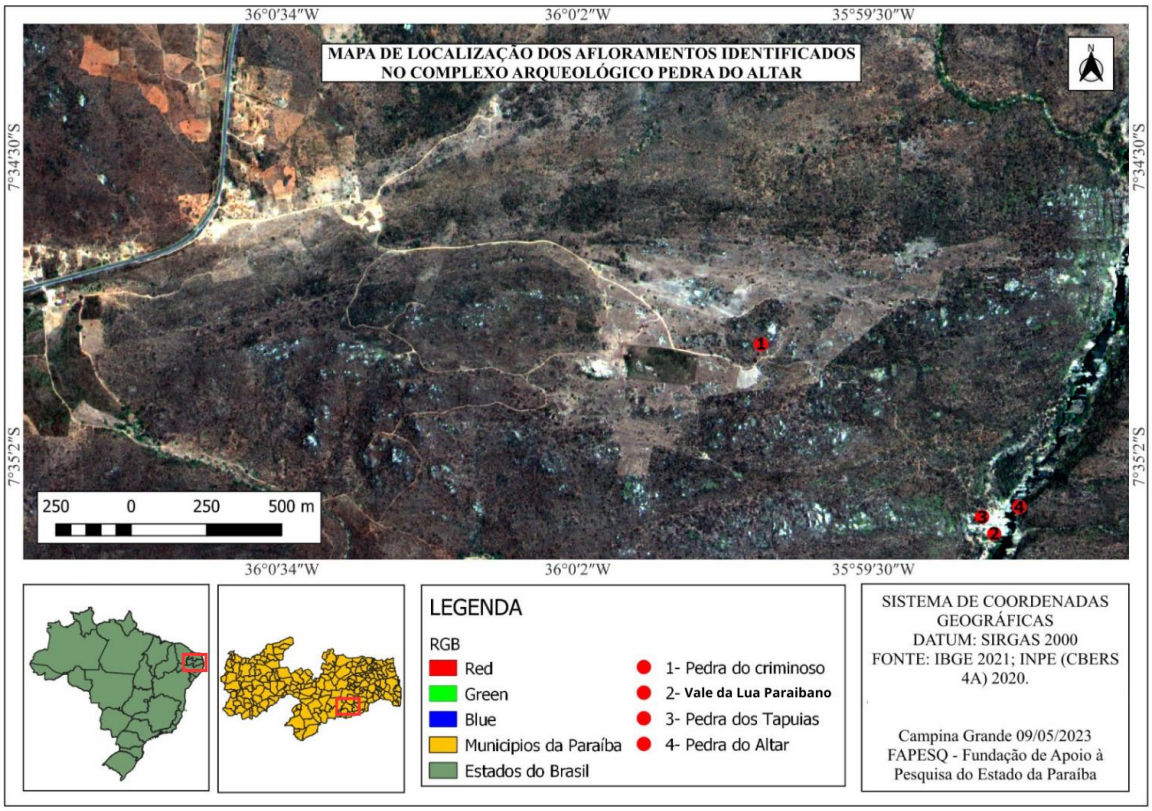
A tabela abaixo (tabela 1) apresenta o nome e a localização geográfica de cada afloramento rochoso com potencial geocientifico, educacional, paisagístico e geoturistico identificado dentro da área de abrangência do Complexo Arqueológico Pedra do Altar, durante a realização dos primeiros estudos para a redação deste artigo. A localização de cada afloramento pode ser observada na Figura 3, cujo mapa apresenta através da imagem de satélite a posição de cada ponto identificado.

Tabela 1: Geoformas inventariadas no complexo Pedra do Altar.

Geoformas	Coordenadas Geográficas (GMS)
Pedra do Criminoso	7°34'50.23" S, 35°59'41.93" W
Lajedo Vale da Lua Paraibano	7°35'10.75" S, 35°59'16.70" W
Pedra dos Tapuias	7°35'08.90" S, 35°59'18.00" W
Pedra do Altar	**7°35'07.83" S, 35°59'13.95" W**

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Figura 3: Mapa de localização das geoformas identificadas no Complexo Arqueológico Pedra do Altar.



Fonte: Elaboração dos autores (2023).

O Complexo Arqueológico Pedra do Altar, através da diversidade e singularidade em suas geoformas, apresenta marcas dos processos de intemperismo e erosão, por este motivo é de suma importância a promoção da geoconservação no local, para que seja possível garantir a permanência, tanto das pinturas rupestres presentes nos afloramentos, como a história de evolução do Planeta Terra ao longo do tempo geológico. Com a implementação do geoturismo no local, a geoconservação se dará de forma mais fácil, visto que esta atividade promove a conscientização ambiental e a participação da comunidade local nas atividades praticadas.

Considerações Finais

O Complexo Arqueológico Pedra do Altar apresenta uma rica geodiversidade, onde suas geoformas apresentam tanto os aspectos físicos que evidenciam a evolução terrestre, como aspectos culturais, deixados através de pinturas rupestres nos afloramentos. O levantamento e a identificação do patriomônio geomorfológico dessa área permite a

consolidação da prática do geoturismo no local, haja vista os valores científicos, culturais e educacionais das geoformas ao longo deste complexo.

Fica evidente que o turismo na área de estudo ainda está em fase inicial, visto que os estudos científicos no local são escassos, o ecoturismo ocorre em forma de monopólio, não existem acomodações para os turistas além do camping e restaurante e os guiamentos só funcionam no final de semana e feriados.

A exploração antrópica descontrolada em áreas de rica geodiversidade, como é o caso do Complexo Arqueológico da Pedra do Altar, caso ações de preservação não sejam adotadas de imediato, requer monitoramento ambiental e a incorporação de princípios de geoconservação, com base no conhecimento da geologia do local e a topografia.

Em conclusão, destacamos a necessidade da adoção e promoção da geoconservação, através do geoturismo no Complexo Arqueológico Pedra do Altar, visto que o mesmo não contribui apenas para a proteção dessas paisagens naturais, mas também promove o conhecimento científico, promove o turismo sustentável e contribui para o desenvolvimento socioeconômico da região.

Agradecimentos

Expressamos os nossos agradecimentos a Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESQ-PB), pelo incentivo ofertado, mediante a concessão de bolsa para a realização desta pesquisa.

Referências

ALMEIDA, Oriana Trindade de; RIVERO, Sérgio; OLIVEIRA, Claudia. Danos antrópicos dos sítios arqueológicos dos Cariris Velhos da Paraíba (Paper 537). Papers do NAEA, v. 31, n. 1, 2022.

ARAÚJO, Helena Maria da Conceição de; FONTGALLAND, Isabel Lausanne. Ecotourism and Sustainable Economy: Case Study of the Pedra do Altar Archaeological Complex in Barra de Santana/PB. REVISTA INTERDISCIPLINAR E DO MEIO AMBIENTE (RIMA), v. 5, n. 1, p. e220-e220, 2023.

AZEVEDO, Ú. R. de. Patrimônio geológico e geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para a criação de um geoparque da UNESCO. 2007. 235f. Tese de doutorado em Geologia. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte: 2007.

BENSUSAN, Nurit. Conservação da biodiversidade em áreas protegidas. FGV Editora, 2006.

BRILHA, J. B. R. Património Geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. São Paulo: Palimage, 2005.

BRITO, Maria Cecília Wey. Unidades de conservação: intenções e resultados. Annablume, 2000.

COSTA, Mônica Martins. Avaliação do patrimônio natural do município de Goiás (GO) e sua potencialidade turística. 2014.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea: diagnóstico do município de Barra de Santana, estado da Paraíba. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005, 19 p.

FREITAS, Idiamara Nascimento de. Projeto Geoparque Seridó: um estudo das práticas turísticas como propulsor para o desenvolvimento local. 2019. Dissertação de Mestrado. Brasil.

GRAY, Murray. Geodiversity. Valuing and conserving abiotic nature. John Wiley and Sons, Chinchester - England 2004, p. 434.

HOSE, T. A. “Geoturismo” europeo. Interpretación geológica y promoción de La conservación geológica para turistas. In: BARRETINO, D; WINBLEDON, W.A.P; GALLEGO, E. (eds). Patrimonio geológico: conservatión y gestión. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, 2000.

HOSE, T. A. Geotourism and interpretation. In:NEWSOME, D; DOWLING, R. Geotourism:sustainability, impacts and management. Elsevier,2008, p. 221-241.

IBGE: Barra de Santana - PB. In: GOVERNO FEDERAL DO BRASIL (Brasil). IBGE. Barra de Santana - PB: BGE Cidades. [S. l.]: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 19 abr. 2023. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/barra-de-santana/panorama. Acesso em: 19 abr. 2023.

LAGES, G. A.; FERREIRA, R. V.; MENESES, L. F.; NASCIMENTO, M. A. L.; FIALHO, D. Projeto Geoparques: Geoparque Cariri Paraibano - Proposta: proposta. CPRM, 2018, 53p.Disponível em:https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/20244/3/rli_geoparque_cariri_paraibano.pdf

LAGES, G. A.; MARINHO, M. S.; NASCIMENTO, M. A. L. do; MEDEIROS, V. C. de; DANTAS, E. L.; FIALHO, D. Mar de Bolas do Lajedo do Pai Mateus, Cabaceiras, PB: Campo de matacões graníticos gigantes e registros rupestres de civilização pré-colombiana. In: WINGE, M.; SCHOBBENHAUS, C.; SOUZA, C. R. G.; FERNANDES, A. C. S.; BERBERT-BORN, M.; SALLUN FILHO, W.; QUEIROZ, E. T. (Org.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. 1ª Ed. Brasília: CPRM, 2013, v. III, p. 99-112.

MOREIRA, Jasmine Cardozo. Geoturismo e interpretação ambiental. Editora UEPG, 2014.

NASCIMENTO, M.A.L. RUCKS, U.A. & MANTENSSO-NETO, V. Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo. Trinônimo importante para a proteção do patrimônio geológico. SBG. Brasil. 2008, p. 84.

NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do; GOMES, Cristiane Soares Cardoso Dantas; BRITO, Artemísia dos Santos Soares de. Geoparque como forma de gestão territorial interdisciplinar apoiada no geoturismo: o caso do Projeto Geoparque Seridó. Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur), v. 8, n. 2, 2015.

OLIVEIRA, Marcello Bezerra Rodrigues de et al. PRONAF, uma" nova" forma de modernizar: Uma análise no município de Barra de Santana-PB. 2014.

PANIZZA, Mario; PIACENTE, Sandra. Geomorphological assets evaluation. Zeitschrift für Geomorphologie. Supplementband, n. 87, p. 13-18, 1993.

PANIZZA, Mario. PIACENTE Sandra. Geomorfologia culturale. Pitagora editrice, 2003.

PEREIRA, Ana Ramos. Patrimônio Geomorfológico no litoral sudoeste de Portugal. Finisterra, vol, 59-60, Lisboa, 1995, p. 7-25.

PEREIRA, D. I. et al. Inventariação temática do património geomorfológico português. 2006.

PORTO, Valeria Raquel; XAVIER, Rafael Albuquerque; DE SOUZA, Nadson Ricardo Leite. Mapeamento e caracterização de trilhas na fazenda Salambaia como subsídio ao

desenvolvimento do geoturismo e da geoconservação no semiárido paraibano. Revista da ANPEGE, 2022.

QGIS [software GIS]. Versão 3.30. QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project. Disponível em: <http://qgis.osgeo.org>, 2023.

SOUZA, N. R. L.; XAVIER, R. A. A importância dos “lajedos” na paisagem geomorfológica do Cariri Paraibano. (Org.) PEREZ FILHO, A.; AMORIM, R. R. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. E-book do XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. v. 1, Campinas/SP: UNICAMP, 2017. DOI: https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2606.

STANLEY, M. Geodiversity. Earth Heritage, v. 14, p.15-18, 2000.

UNESCO. Convenção para a proteção do patrimônio mundial, cultural e natural. 1972, p. 20.

VERGARA, Sylvia Constant. Métodos de pesquisa em administração. Atlas, 2016.

VIEIRA, António; CUNHA, Lúcio. Património Geomorfológico–tentativa de sistematização. 2004.

Inventariação de Locais de Interesse Geológico e Geomorfológico do Parque Estadual Marituba/SE, Brasil

Inventory of Places of Geological and Geomorphological Interest in Parque Estadual Marituba/SE, Brazil

Ana Carolina Oliveira de Sá
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0009-0008-6944-2532
anacaarolinaoliveira@gmail.com

Márcia Eliane Silva Carvalho
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0003-2209-6341
marciacarvalho.ufs@gmail.com

Resumo: O Parque Estadual Marituba, unidade de Conservação de Proteção Integral do Estado de Sergipe, apresenta uma riqueza e relevância de elementos da Geodiversidade, os quais são importantes registros da história e evolução da zona costeira sergipana. O presente trabalho teve como objetivo inventariar locais de interesse geológico e geomorfológico no Parque. Para tal, utilizou-se a metodologia de "inventário de reconhecimento" proposto por Sharples (2002); o preenchimento de ficha de inventário de Nascimento e Silva (2022); realização de atividades de campo; mapeamento e espacialização dos dados com o uso do Quantum GIS e Google Earth. Portanto, os locais inventariados apresentaram alto potencial científico e/ou educativo e/ou turístico, mostrando-se como importante fonte e ferramenta de geração de dados sobre a riqueza abiótica do Parque, podendo auxiliar no fomento de atividades de gestão e planejamento ambiental dentro da Unidade, direcionando o uso da geodiversidade local.

Palavras-chave: Inventário; Locais de Interesse Geológico e Geomorfológico; Zona Costeira; Geodiversidade.

Abstract: The Marituba State Park, an Integral Protection Conservation Unit of the State of Sergipe, presents a richness and relevance of Geodiversity elements, which are important records of the history and evolution of the Sergipe coastal zone. The present work had as objective to inventory places of geological and geomorphological interest in the Park. For such, the methodology of "recognition inventory" proposed by Sharples (2002) was used; completion of Nascimento e Silva's inventory form (2022); carrying out field activities; mapping and spatialization of data using Quantum GIS and Google Earth. Therefore, the inventoried places showed a high scientific and/or educational and/or tourist potential, proving to be an important source and tool for generating data on the abiotic richness of the Park, which can help to promote environmental management and planning activities within the Unity, directing the use of local geodiversity.

Keywords: Inventory; Sites of Geological and Geomorphological Interest;; coastal zone; geodiversity

Introdução

A Geodiversidade trata-se do termo que conceitua todos os elementos abióticos da natureza. Para Gray (2013), a Geodiversidade é a variedade natural (diversidade) de elementos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, topografia, processos físicos), do solo e hidrológicos, que também inclui suas assembleias, estruturas, sistemas e contribuições para as paisagens.

Portanto, constitui-se como elemento essencial ao desenvolvimento, surgimento e manutenção da vida terrestre. Ao longo dos anos, houve um esforço da comunidade Geocientífica para popularização da importância desses componentes, tanto para às sociedades, como para a natureza em si (RABELO et.al, 2021). Sendo levado em consideração frente à tomada de decisões, planejamento e ordenamento territorial.

Os ambientes costeiros apresentam uma variedade de elementos da geodiversidade, que são importantes registros da história e evolução da Terra, sendo estes naturalmente frágeis, suscetíveis à intensa dinâmica geoambiental, o que exige fomento de iniciativas de identificação e valorização dos elementos mais significativos, de modo a divulgá-los, conservá-los e desenvolver atividades de uso sustentável, quando possível. Para tal, é necessário definir áreas prioritárias de Geoconservação, baseando-se na representatividade e importância que esses elementos abióticos apresentam, sejam ele do ponto de vista científico, turístico e educativo.

Os locais de interesse geológico e geomorfológico compõem o Patrimônio Geológico e Geomorfológico, respectivamente, os quais estão intimamente ligados. O conjunto de características geológicas e seus processos compõe o patrimônio geológico de uma área. Para Nieto (2002), o patrimônio geológico abrange todos os recursos naturais, não renováveis, incluindo formações rochosas, estruturas e pacotes sedimentares, formas de relevo e paisagens, jazimentos minerais e/ou fossilíferos e coleções de objetos geológicos, que apresentem algum valor científico, cultural ou recreativo.

> O Patrimônio Geomorfológico é composto pelo conjunto de formas de relevo, geoformas e processos correlacionados. Para Pereira (1995, apud SILVA et al., 2021).

O patrimônio geomorfológico é entendido como um conjunto de formas de relevo, solos e depósitos correspondentes, que por suas características genéticas e de conservação, pela sua raridade e/ou originalidade, pelo seu grau de vulnerabilidade, ou ainda pela maneira que se combinam espacialmente (a geometria das formas), evidenciam claro valor científico.

Inventariar, de acordo com Rapanos e Nanni (2021), consiste na descrição de atributos geográficos, geológicos e geomorfológicos organizados na forma de abas onde são inseridas as informações que caracterizam o sítio. Com o avanço das geociências e dos estudos da Geodiversidade, foi preciso buscar meios de descrever e identificar sistematicamente os elementos da natureza abiótica. Assim, segundo Brilha (2005), o inventário de sítios da Geodiversidade trata-se de um levantamento sistemático das características de determinada área, as quais destacam-se das demais e apresentam processos e dinâmicas que agregam valor científico e/ou didático e/ou turístico ao local. O inventário é, portanto, uma ferramenta

> “usada para reconhecer o valor patrimonial dos bens e divulga-los em bases técnico-científicas utilizando pareceres e pesquisa para comprovar a importância dos bens listados. A singularidade, monumentalidade, e/ou excepcionalidade são atributos que se buscam identificar em cada bem inventariado, de modo a realçar seu valor e justificar a sua proteção” (LIMA, 2020, p.34).

O inventário é um importante instrumento de identificação e seleção de registros da história e evolução do planeta Terra; reconhecimento de valor patrimonial; de indicação de áreas prioritárias de geoconservação; fornecimento de subsídios ao ordenamento territorial, planejamento urbano e regional; servir de base para a proteção adequada dos geossítios como locais de interesse público (BRASIL, 2022); geoturismo; divulgação do conhecimento geocientífico.

Existe uma diversidade de metodologias para inventariação do Geopatrimônio, onde uma série de critérios de avaliação são levados em consideração, os quais podem variar de acordo com o tema, valor, localização/área do inventário, utilização, risco de degradação, por exemplo.

No presente trabalho, apresenta-se a inventariação de locais de interesse geológico e geomorfológico do Parque Estadual Marituba (PEMA), uma Unidade de Conservação de Proteção Integral localizada nos municípios de Barra dos Coqueiros e Santo Amaro das Brotas (Figura 1), litoral Norte do Estado de Sergipe, instituído através do decreto nº40.515 de 21 janeiro de 2020.

Por ser um Parque Estadual, são permitidas a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico, conforme consta no SNUC (2000). Mas, por se tratar de uma UC “recente”, instituída em 2020, e os trâmites de desapropriação de terra das comunidades presentes no Parque não terem sido finalizadas, as ações e atividades de uso sustentável previstas no Plano de Manejo ainda não foram realizadas. Atividades estas que não tem a Geodiversidade como princípio norteador.

Assim, esse trabalho tem como objetivo identificar locais de interesse geológico e geomorfológico no Parque Estadual Marituba. Afinal, o PEMA abriga em seu interior uma diversidade de feições costeiras, que retratam diferentes momentos da evolução geológica e geomorfológica da costa sergipana, que exprime na paisagem, uma beleza cênica e relevância ambiental para a região. Portanto, a identificação de locais de interesse geológico e geomorfológico de valor/uso científico, educativo e/ou turístico na UC é uma importante ferramenta de divulgação da Geodiversidade, além da definição de locais prioritários de Geoconservação.

Figura 1 – Mapa de localização do Parque Estadual Marituba, Sergipe, Brasil

Fonte: autoras (2023).

Materiais e Métodos

A inventariação de locais de interesse geológico e geomorfológico do Parque Estadual Marituba foi realizada a partir da proposta de "inventário de reconhecimento" de Sharples (2002), assim, o percurso metodológico se deu da seguinte forma:

- Pré-definição de locais de interesse geológico e geomorfológico da área de estudo a partir de consulta a trabalhos desenvolvidos por Pereira (2006); Rabelo et.al (2021); Rabelo (2018); UNESCO – Ministério do Turismo (2022); Carvalho e Martins (2017) e análise de imagens de satélite;

- Consulta ao Plano de Manejo do Parque (SERGIPE, 2021), dissertação de mestrado (SOUZA, 2015) e tese de doutorado (ALVES, 2010), os quais auxiliaram na construção das características geológicas e geomorfológicas da área da UC.

- Identificação de áreas prioritárias de Geodiversidade, onde os locais de interesse geológico e geomorfológico foram definidos a partir de atividades de campo, sendo avaliadas a relevância de cada ambiente frente as características das demais feições presentes no Parque;

- Mapeamento e espacialização no Quantum GIS (QGIS) de locais de interesse geológico e geomorfológico a partir de dados disponíveis no Atlas da SRH (2017), IBGE (2021); CPRM (2014); mapeamento da Geodiversidade do Estado de Sergipe pela Companhia de Serviço Geológico do Brasil (CPRM); uso de imagens de satélite disponíveis no Google Earth;

• Preenchimento de ficha de inventariação de Nascimento e Silva (2022), com base em Brilha (2016), Santos (2016) e Meira (2019) no âmbito do projeto 914BRZ4024 - Mtur/UNESCO. Essa ficha (Quadro 1) utiliza como principais critérios de inventariação dos locais de interesse geológico e geomorfológico o enquadramento geoambiental, os tipos de uso (científico, turístico e educativo) e risco de degradação (deterioração, fragilidade e vulnerabilidades).

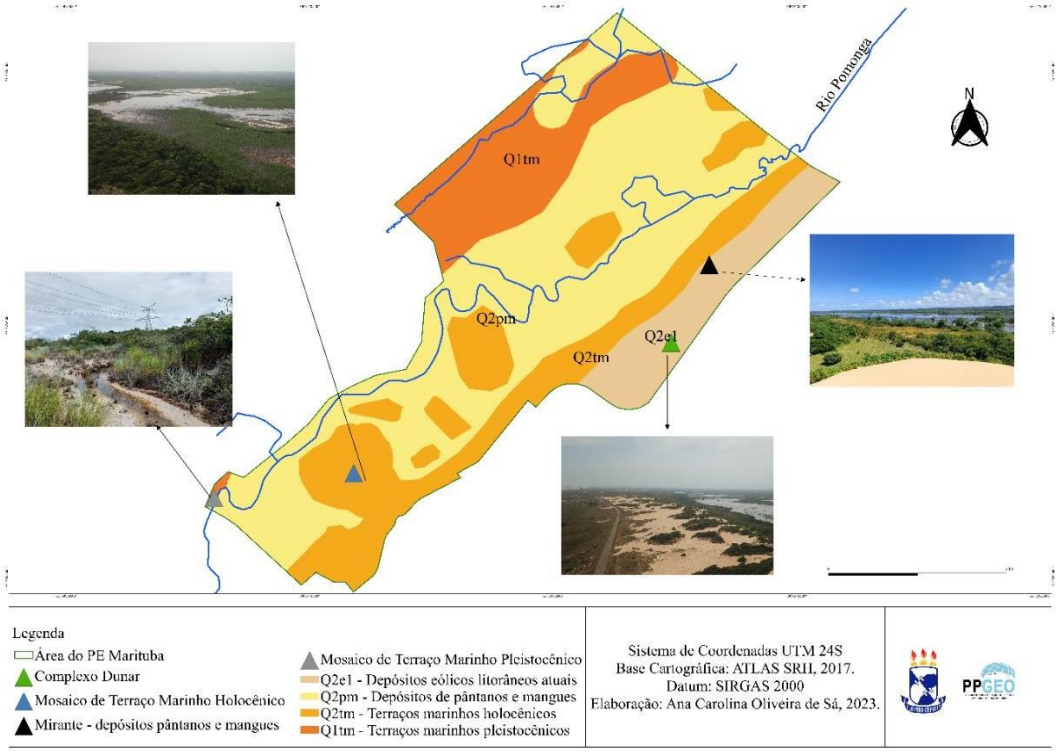
Quadro 1 – Critérios utilizados para inventariação dos Locais de Interesse no PEMA.

VALOR CIENTÍFICO				
	Alto	Médio	Baixo	Descrição geral
Representatividade	( )	( )	( )	
Integridade	( )	( )	( )	
Raridade	( )	( )	( )	
Diversidade de Elementos	( )	( )	( )	
Conhecimento Científico	( )	( )	( )	
Local-tipo	( ) Reconhecido IUGS ou IMA ( ) Internacional ( ) Nacional ( ) Regional			
Coleta de Amostras	( ) Possível ( ) Restrita ( ) Não permitida			
USO EDUCATIVO E/OU TURÍSTICO				
	Alto	Médio	Baixo	Descrição geral
Potencial Didático	( )	( )	( )	
Diversidade Geológica	( )	( )	( )	
Acessibilidade	( )	( )	( )	
Segurança	( )	( )	( )	
Potencial Interpretativo	( )	( )	( )	
Cenário	( )	( )	( )	
Diversidade Ecológica	( )	( )	( )	
Diversidade Cultural	( )	( )	( )	
Limitações de uso	( ) Sem limitações( ) Uso ocasional ( ) Limitações transponíveis			
	( ) Limitações difíceis de transpor			
CAPACIDADE DE USO				
	Alto	Médio	Baixo	Descrição geral da capacidade
Científico	( )	( )	( )	
Educativo	( )	( )	( )	
Turístico	( )	( )	( )	
RISCO DE DEGRADAÇÃO				
	Alto	Médio	Baixo	Descrição geral
Deterioração	( )	( )	( )	
Fragilidade	( )	( )	( )	
Vulnerabilidade	( )	( )	( )	

Fonte: Nascimento e Silva (2022), com base em Brilha (2016), Santos (2016) e Meira (2019).

Assim, a presente pesquisa inventariou e mapeou 4 locais (Figura 2) de interesse no Parque Estadual Marituba, identificando-os a partir da representatividade e relevância dos atributos geológicos e geomorfológicos. Esses sítios inventariados apresentam dinâmica ambiental própria, dotados de relevância científica, geoeducativa e geoturística.

Figura 2 - Localização dos locais de interesse geológico/geomorfológico inventariados no Parque Estadual Marituba, Sergipe, Brasil.



Fonte: autoras (2023).

Resultados

A Geodiversidade do Parque Estadual Marituba

A zona costeira é um espaço onde atuam diversos processos atmosféricos, marinhos e fluviais, essa dinâmica e interação caracteriza a paisagem desse ambiente, resultado de processos atuais e ocorridos há milhares de anos. Por ser um ambiente dinâmico, está em constante transformação, o que condiciona a origem de diversas feições ao modelado costeiro.

Os atributos abióticos do Parque Estadual Marituba estão associados as elevações do nível do mar durante o Quaternário, com a presença de depósitos sedimentares marinhos, continentais e fluviomarinhos. As características da Geodiversidade do Parque, no que se refere a geologia e geomorfologia, são (Quadro 2):

Quadro 2 – Resumo das características geológicas e geomorfológicas do PEMA/SE.

Componente da geodiversidade	Tipologias	Caracterização
Geologia	Depósitos de pântanos e mangues	Materiais argilo-siltosos ricos em matéria orgânica, de origem fluviomarinha, os quais estão suscetíveis às oscilações de marés e ocupadas pelos manguezais no entorno do Rio Pomonga.
	Terraços marinhos holocênicos	Depósitos de areias litorâneas bem selecionadas, de coloração branca, que foram desenvolvidos durante a Última Transgressão Marinha.
	Terraços marinhos pleistocênicos	Compostos por areias quartzosas constituídas de areias médias, finas e muito finas, resultado da regressão do nível do mar após a Penúltima Transgressão.
	Depósitos litorâneos	Os campos Dunares, resultado da ação eólica, são ambientes holocênicos constituídos de areias bem selecionadas com grãos arredondados de coloração creme, sobrepostos aos terraços marinhos holocênicos.
Geomorfologia	Planície fluviomarinha	Áreas sujeitas as oscilações de maré, sofrendo influências marinhas e continentais. A baixa topografia associada ao tipo de solo predominante provoca uma insuficiente drenagem.
	Terraço fluviomarinho	Feições situadas na interface entre os ambientes costeiro e fluvial, nesse ambiente são desenvolvidos uma série de processos físicos, químicos, geológicos e biológicos, além de alto teor de nutrientes e produtividade.
	Terraço marinho	Acumulações arenosas marinha, resultado de sucessivas progradações da linha de costa durante os eventos de subida do nível do mar.
	Dunas litorâneas	Depósitos arenosos praias, estando constantemente sujeitas ao trabalho do vento. Constituem-se depósitos instáveis, sendo bastante ativas, por vezes semifixadas parcialmente por vegetação de restinga arbustiva-arbórea.

Organização: Os autores (2023).

Locais de interesse geológico e geomorfológico do Parque Estadual Marituba

Complexo Dunar

Situado à margem esquerda da rodovia estadual SE-100 (Figura 3), no povoado Jatobá, município da Barra dos Coqueiros. A chegada se dá a partir da rodovia estadual SE-100, que é de fácil acesso e localização, o local tem aproximadamente 20km de distância da sede do município.

O complexo dunar está geologicamente localizado em Depósitos Litorâneos. Geomorfologicamente, as Dunas Litorâneas apresentam uma coloração creme e variam em altura, largura e porte horizontal, sendo do tipo subatuais e semifixadas, mantidas por uma vegetação arbóreo-arbustiva que serve como obstáculo para os efeitos da deflação eólica. Nesse local, é possível encontrar lagoas temporárias (Figura 4), resultantes do afloramento do lençol freático do Aquífero Marituba, maior reservatório de água subterrânea do Estado de Sergipe.

De grande beleza cênica, onde os valores científicos, educativos e turísticos são elevados. No que se refere ao valor científico, mostra-se como um ambiente de alta representatividade, pois evidencia os processos evolutivos de deposição de areias bem selecionadas na região, que atuaram e atuam na Barra dos Coqueiros.

Figura 3 – Complexo Dunar no Parque Estadual Marituba.

Fonte: Os autores (2023).

Figura 4 – Lagoas temporárias do Complexo Dunar no Parque Estadual Marituba

Fonte: Os autores (2023).

Em relação ao uso educativo e/ou turístico, o mosaico dunar possui um alto potencial didático, onde as feições da paisagem são de fácil compreensão para todos os públicos e níveis de ensino. A diversidade geológica presente, que inclui sete elementos da Geodiversidade (formas e processos), torna a interpretação da paisagem simplificada, onde é possível perceber a relação entre os diversos componentes geoambientais.

A capacidade de uso turístico no local inventariado é alta, pois, a beleza cênica expressa pelo complexo dunar, além da exuberância da vegetação de Restinga e as lagoas temporárias associadas, tornam as feições paisagísticas singulares, onde a prática de turismo contemplativo, de aventura e de trilhas são possíveis na área. A subida ao topo das Dunas para a contemplação do complexo Dunar, pode tornar a acessibilidade reduzida, tendo em vista que os depósitos arenosos variam em altura e largura. Assim, a suas características naturais associada a proximidade com a rodovia estadual SE-100, contribuem para o uso turístico do local.

O risco de deterioração dos elementos geológicos e geomorfológico é baixo, que apesar das problemáticas associadas a ações de preservação no Parque, o mesmo encontra-se dentro de uma área protegida, sob constante fiscalização. No que se refere as fragilidades e vulnerabilidades, o Complexo Dunar possui uma série de fragilidades naturais, mas que apresentam dinâmica ajustada aos processos naturais que ali atuam. Portanto, estes componentes estão sujeitos a vulnerabilidades advindas da pressão antrópica ao redor e dentro da UC, um exemplo desse processo é a presença de aerogeradores do Complexo Eólico da Barra dos Coqueiros no entorno próximo das Dunas, o que compromete o abastecimento sedimentar, desenvolvimento de espécies de fauna e flora.

Mosaico de Terraço Marinho Holocênico

O Mosaico de Terraço Marinho Holocênico está localizado no município de Barra dos Coqueiros, nas proximidades da margem esquerda da rodovia estadual SE-100 e a margem direita da SE-240. A chegada se dá a partir da rodovia estadual SE-100 ou SE-240, a distância total da sede municipal da Barra dos Coqueiros ao local é de 14km; e 16km partindo da sede do município de Santo Amaro das Brotas.

O Mosaico está geologicamente localizado em Terraços Marinhos do Holoceno, que são depósitos de areais bem selecionadas permeados pelo canal fluvial do Rio Pomonga. Caracterizam-se por uma camada clara seguida de outra coloração meio escura (Figura 5), que aumentam a intensidade de cima para baixo, resultado da impregnação de ácidos húmicos e óxidos de ferro. Está semi-fixado por vegetação herbácea-arbustiva, componentes da Restinga, possuindo uma diversidade de elementos de fauna e flora, sendo inclusive berçário e habitat de várias espécies, além de processos ecológicos.

Figura 5 – Mosaico de Terraços Holocênicos

Fonte: Os autores (2023).

Apresenta valor científico e educativo altos, devido a sua notabilidade ambiental, capacidade interpretativa e potencial didático, mas, quando se refere ao valor turístico, apresenta-se baixo. O valor científico é elevado, pois o local exprime na paisagem enorme representatividade, pois, registra eventos transgressivos ocorridos na costa leste brasileira durante a última transgressão marinha.

Em relação ao uso educativo, o mosaico de terraços possui um alto potencial didático, onde as feições da paisagem são de fácil compreensão para todos os públicos e níveis de ensino, tendo em vista que ele se destaca e se diferencia das outras feições geológicas e geomorfológicas no seu entorno próximo. As diferentes colorações da acumulação arenosa, de cima para baixo, são facilmente compreendidas pelos diferentes processos que ali atuaram e atuam, desde de diferentes paleoambientes a processos de intemperismo e erosão.

No que se refere ao uso turístico, avaliou-se como baixo para o Mosaico de Terraço Marinho Holocênico. A ida ao local de interesse geológico e geomorfológico é de médio a difícil acesso, não há cercas na área; não há corrimãos, escadas e outros itens de apoio; a cobertura de telefonia móvel não funciona, tornando a segurança da área dificultosa.

A possibilidade de deterioração de elementos geológicos por atividade antrópica é baixa, devido estar localizado em uma Unidade de Conservação. As fragilidades podem estar relacionadas as condições e dinâmica natural do local, que podem ser agravadas pelas vulnerabilidades que a presença antrópica no entorno próximo e dentro do Parque causam. A extração de areia pode ser citada como exemplo.

Mosaico de Terraço Marinho Pleistocênico

O Mosaico de Terraço Marinho Pleistocênico (Figura 6) está localizado à norte do PEMA, na porção da UC que pertence ao município de Santo Amaro das Brotas. A chegada ao local se dá pela rodovia estadual SE-240 e por rodovias não pavimentadas da região, com distância de aproximadamente 18km da sede municipal da Barra dos Coqueiros e 12km da sede de Santo Amaro das Brotas.

O Mosaico está localizado geologicamente sobre os Terraços Marinhos Pleistocênicos, que são depósitos de areais quartzosas finas, médias e muito finas, resultado da regressão do nível do mar após a Penúltima Transgressão e da disponibilidade de areias pelos rios (BITTENCOURT, 1983), sob superfície remanescente de cordões litorâneos. Geomorfologicamente está inserido na Planície Fluviomarinha, que são áreas sujeitas as oscilações de maré.

O mosaico de Terraços torna a identidade do local única, um cenário com alto potencial. Apresenta-se como um importante indicativo de antigas cristas de praias, as quais foram retrabalhados pela ação eólica, e atualmente, estão semifixadas por vegetação herbácea-arbustiva, componentes da Restinga, intercalados pelo canal fluvial. Portanto, o valor científico desse local é alto, pela sua representatividade e raridade na paisagem, o qual elucida “até onde” o mar chegou sobre o continente na costa sergipana.

Acerca do uso turístico, tem um potencial médio; a acessibilidade é facilitada, a trilha dura 15 minutos, saindo da SE-240, a região possui relevo aplainado até a chegada ao local, o que não exige grande esforço para realização da mesma. Devido as instalações das torres de transmissão de energia pertencentes a Usina Termoelétrica Porto de Sergipe na região, a trilha tem o caminho facilitado, pois, grande parte da vegetação foi desmatada para que a estrutura ser instalada.

Sobre o uso educativo, o potencial interpretativo é alto, as feições são de fácil compreensão para todos os públicos e níveis de ensino, onde é possível perceber a diversidade e importância geológica do local através da série de processos e geoformas expressas na paisagem.

Figura 6 – Recorte da área do “Mosaico de Terraço Marinho Pleistocênico”

Fonte: Os autores (2023).

Assim como os outros locais inventariados do Parque, as fragilidades estão associadas as condições naturais do local. Mas, estão sujeitos às vulnerabilidades ambientais resultantes da presença antrópica no entorno próximo e dentro do PEMA, além da presença de torres de transmissão de energia sob o local, que podem ocasionar queimadas, possibilitando a deterioração dos elementos geológicos e da biota ali presente.

Mirante – Depósitos de pântanos e mangues

Localizado no município da Barra dos Coqueiros, nas proximidades da rodovia estadual SE-100, o local de interesse geológico e geomorfológico tem como destaque principal a observação das áreas de pântano e charco de água estagnada, zonas úmidas salobras. Além disso, a contemplação da interação entre Planície fluviomarinha, Terraço Marinho e Dunas Litorâneas, associada a presença do Rio Pomonga. O Mirante para observação da área está localizado nas coordenadas 10º46’51” S 36º54’18” O, sob as Dunas Litorâneas presentes no Parque (Figura 7).

Figura 7 – Mirante sob as Dunas litorâneas

Fonte: Os autores (2023).

A chegada ao local se dá a partir da rodovia estadual SE-100, que é de fácil acesso e localização. Para chegar ao Mirante, é preciso subir os campos Dunares, que dura cerca de 10 minutos e tem menos de 1km de distância da rodovia SE-100. A subida ao mirante pode tornar a acessibilidade reduzida, tendo em vista que os depósitos arenosos são bastante íngremes.

Mostra-se com alta capacidade de uso turístico, educacional e turístico. Quando se refere ao valor científico, apresenta-se com elevado potencial, possui uma grande representatividade, integridade e conhecimento científico relacionado, pois, trata-se de ambientes que evidenciam o contato entre o ambiente marinho e continental, demonstrando na paisagem as diversas interrelações e dinâmica ambiental presentes na zona costeira.

Em relação ao uso educativo, o potencial didático e interpretativo é alto, onde é de fácil compreensão para todos os públicos e níveis de ensino, apresentando uma diversidade

geológica e geomorfológica elevada. No mais, o potencial turístico mostra-se alto, onde o cenário expresso pelo conjunto das geoformas e diversidade ecológica expressa pelo ecossistema de Manguezal e Restinga, atribuem uma beleza cênica admirável, sendo possível a realização de atividades de turismo contemplativo.

O risco de degradação do local é baixo, tanto para o que se refere o risco de vulnerabilidade, fragilidade e deterioração.

Conclusão ou Considerações Finais

A inventariação dos locais de interesse geológico e geomorfológico no Parque Estadual Marituba realizado aqui nesse trabalho, mostram-se como importante fonte e ferramenta de geração de dados sobre a riqueza abiótica do Parque, com o destaque e identificação a locais com características de exceção, avaliando o potencial e capacidade de usos, além de riscos e vulnerabilidades que estes locais apresentam. O presente inventário pode inclusive, auxilia no fomento de atividades de gestão e planejamento ambiental dentro da UC, direcionando o uso da geodiversidade local.

O quadro abaixo apresenta uma síntese de informações dos locais de interesse geológico e geomorfológicos inventariados no Parque Estadual Marituba.

Quadro 3 – Síntese de informações dos locais de interesse geológico e geomorfológicos inventariados no PEMA.

Locais de Interesse Geológico e Geomorfológico	**Aspecto relevante da Geodiversidade**	**Feições/Processos**	**Usos potenciais**
Mosaico de Terraço Marinho Pleistocênico	Geologia e geomorfologia	Dinâmica costeira Intemperismo Erosão	Turístico Educacional Científico
Mosaico de Terraço Marinho Holocênico	Geologia e geomorfologia	Dinâmica costeira Erosão Intemperismo	Educacional e científico
Complexo Dunar	Geomorfologia, Hidrogeológico e Geologia	Dinâmica costeira Erosão	Educacional, turístico e científico
Mirante – depósitos de pântanos e mangues	Geomorfologia, geologia e hidrologia	Dinâmica costeira Intemperismo Erosão	Educacional, turístico e científico

Fonte: Os autores (2023).

A partir dos resultados apresentados, é possível analisar que os locais de interesse geológico e geomorfológico inventariados apresentam alto potencial, seja do ponto de vista científico, educacional e turístico.

Todos os locais inventariados mostram-se como importante registro da evolução da história da Terra, onde o conjunto de feições geomorfológicas e geológicas associadas a vegetação e os processos geoecológicos, tornam a paisagem com características peculiares, significativas e relevantes.

A identificação desses locais são importantes ferramentas para auxiliar ações de zoneamento, ordenamento e planejamento ambiental em áreas protegidas, onde a Geodiversidade é o aporte ao fomento de atividades cientificas, geoturísticas e geoeducativas. Os estudos da Geodiversidade em Sergipe são incipientes, principalmente em Unidades de Conservação, o que carece ampliação e estímulo, com pesquisas e ações de extensão voltadas à preservação e valorização da natureza abiótica, bem como ampliação da troca de conhecimentos entre as instituições de pesquisa e ensino e os órgãos de conservação da natureza em âmbito local.

Referências

ALVES, N. M. de S. Análise geoambiental e socioeconômica dos municípios costeiros do Litoral Norte do Estado de Sergipe – diagnóstico como subsídio ao ordenamento e gestão do território. Tese (Doutorado em Geografia) - Núcleo de Pós-Graduação em Geografia – NPGEO, Universidade Federal de Sergipe, 2010.

BITTENCOURT, A. C. S. P., MARTIN, L., DOMINGUEZ, J. M. L. Evolução paleogeográfica quaternária da costa do estado de Sergipe e costa sul do estado de Alagoas. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v.13, n. 2, p. 93-97, 1983

BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000. Regulamenta o artigo 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF: Presidente da República, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 10 de ago. 2023.

BRILHA, J. Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005.

CARVALHO, Luiz Moacyr de. Geodiversidade do estado de Sergipe. Organização Luiz Moacyr de Carvalho [e] Violeta de Souza Martins – Salvador: CPRM, 153 p., 2017.

FERREIRA, F. V. F. et.al. Geodiversidade e locais de interesse geológico e geomorfológico do munícipio de São Miguel do Tapuio, Piauí, Brasil. Boletim de Geografia, v. 40, p. 133-152, 2022.

GRAY, M. Geodiversity: Valuing and Conserving Abiotic Nature. 2ª Edição. Londres, John Wiley & Sons, 2013.

NIETO. L. M. Patrimonio Geológico, Cultura y Turismo. Boletín del Instituto de Estudios Giennenses, n 182, 2002, p. 109-122.

PEREIRA, R.G.F. de A. Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil). 2010. Tese (Doutorado em Ciências) - Geologia. Universidade do Minho. Portugal, 2010.

RABELO, T. O. Geodiversidade em ambientes costeiros: discussões e aplicações no setor costeiro da Ilha do Maranhão –Brasil, Ma. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2018.153p

RABELO, Thiara Oliveira et.al. Inventariação De Geossítios/Sítios Da Geodiversidade Costeiros No Setor Sudeste Da Ilha Do Maranhão, Ma - Brasil. Revista de Geografia (Recife) V. 38, Nº3.

RAPANOS, Eduardo Adriani; NANNI, Arthur Schimidt. Inventário E Quantificação De Geossítios Como Subsídio À Criação Do Geoparque Pedras Brancas, Planalto Catarinense, Sul Do Brasil. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 40, n. 3, p. 1101 - 1114, 2021

SERGIPE. Secretaria De Estado Do Desenvolvimento Urbano E Sustentabilidade – SEDURBS. Plano De Manejo Do Parque Estadual Marituba. Aracaju, 2021, 308p. Disponível em: <https://docs.sedurbs.se.gov.br/wl/?id=6DKLueF5a6FKGCPEE0T4BG5eH7sbPRDD>. Acesso em: 19 de jan. 2023.

SERGIPE. Decreto nº40.515, de 21 de janeiro de 2020. Cria o Parque Estadual Marituba, nos Municípios de Barra dos Coqueiros e Santo Amaro das Brotas, e dá outras providências. Sergipe, 2020. Disponível em: <https://www.jusbrasil.com.br/diarios/279489966/doese-22-01- 2020-pg-4?ref=feed>. Acesso em: 10 de julho de 2023.

SHARPLES, C. Concepts and principles of geoconservation. Published electronically on the Tasmanin Parks & Wildlife Service web site. 3. ed. Set, p. 81, 2002. Disponível: <http://dpipwe.tas.gov.au/Documents/geoconservation.pdf.> Acesso em: 02 jul. 2023.

SILVA, Helena Vanessa Maria da et.al. Potencialidades geológicas e geomorfológicas para o geoturismo das quedas d'água em São João da Serra, PI, Brasil. Terra Plural, Ponta Grossa, v.15, p. 1-24, 2021.

SOUZA, Acássia Maria Barros. Análise Geoambiental Da Sub-Bacia Do Rio Pomonga Em Sergipe. 138f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2015.

UNESCO – MINISTÉRIO DO TURISMO. GEOPARQUES diretrizes para o desenvolvimento dos pilares estruturantes de geoparque: Patrimônio Geológico, Gestão, Visibilidade e Trabalho em Rede. Disponível em: <https://www.gov.br/turismo/pt-br/centrais-de-conteudo-/publicacoes/manual-de-desenvolvimento-de-projetos-turisticos-de-geoparques/DocumentoTcnico2SEMLOGOMTUR.pdf.> Acesso em: 06 de jun. 2023.

Levantamento de cavidades naturais em rochas graníticas do Monumento Natural os Monólitos de Quixadá-CE, Brasil

Survey of natural cavities in granitic rocks of the Natural Monument of Monoliths of Quixadá-CE, Brazil

Lucas Vitoriano Azevedo
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE
0009-0004-9989-8750
lucas.vitoriano.azevedo07@aluno.ifce.edu.br

Caroline Vitor Loureiro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE
0000-0002-1870-6744
caroline.loureiro@ifce.edu.br

João Luís Sampaio Olimpio
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE
0000-0002-7152-1968
joao.olimpio@ifce.edu.br

Ana Lúcia Moura Andrade
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE
0000-0002-7922-6891
lucia.moura@ifce.edu.br

Nathália Késia Gomes de Souza
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, *campus* Quixadá
0009-0001-1444-824
nathalia.kesia.gomes08@aluno.ifce.edu.br

Resumo: Apesar de comumente o termo carste ser utilizado para designar cavidades em rochas carbonáticas, as rochas graníticas, por possuírem variações de sua composição e estrutura, possibilitam, também, a formação de cavernas. O município de Quixadá, no Sertão Central Cearense, território da Proposta Projeto Geoparque Sertão Monumental, é reconhecido pela presença de um campo de *inselbergs* graníticos e uma variedade de geoformas. Parte do território engloba a Unidade de Conservação (UC) Monumento Natural (MONA) os Monólitos de Quixadá. Considerando a necessidade de levantar informações acerca das cavernas existentes na área, esse estudo buscou identificar e catalogar as cavidades naturais em feições graníticas do referido MONA. Utilizando-se de levantamento bibliográfico e trabalhos de campo foi possível identificar até o mês de agosto de 2023, três cavidades naturais em rochas graníticas nos *inselbergs*: Caverna dos Ventos, Pedra riscada e Cabeça do gigante.

Palavras-chave: Cavernas graníticas, Carste, Geodiversidade.

Abstract: Although the term karst is commonly used to refer to cavities in carbonate rocks, granitic rocks, due to variations in their composition and density, also allow for the formation of caves. The municipality of Quixadá, located in the Central Backlands of Ceará, within the territory of the Sertão Monumental Geopark Project Proposal, is recognized for the presence of a field of granitic inselbergs and a variety of geoforms. Part of the territory encompasses the Monument Natural (MONA) Conservation Unit of the Monoliths of Quixadá. Considering the need to gather information about existing caves in the area, this study sought to identify and catalog natural cavities within granitic features of the aforementioned MONA. Through bibliographic research and fieldwork, it was possible to identify, up until August 2023, three natural cavities in granitic rocks within the inselbergs: Caverna dos Ventos, Pedra Riscada, and Cabeça do Gigante.

Keywords: Granitic caves, Karst, Geodiversity.

Introdução

As cavidades naturais em rochas graníticas podem assumir várias formas e tamanhos, indo desde pequenas fendas e fraturas até complexos sistemas subterrâneos com galerias extensas. Conforme Mattos e Mochiutti (2020) cavidades graníticas são formadas por meio de processos geológicos, como a dissolução química da rocha ou mediante a ação física da água em movimento, a qual projeta o desgaste e remoção das partículas da rocha ao longo do tempo.

O granito consiste em uma rocha ígnea intrusiva ou plutônica, ácida, holocristalinas de granulação média a grossa. A mineralogia é composta pelos minerais quartzo, feldspato potássico e plagioclásio, podendo ocorrer minerais acessórios, como biotita, muscovita, hornblenda. Sua resistência e durabilidade o tornam amplamente utilizado na construção civil e rocha ornamental. Apesar de figurar como material litológico resistente, podem ocorrer variações de sua composição e densidade, o que viabiliza, segundo Rocha (2019), a formação de cavidades naturais, como as cavernas.

As cavernas consistem em cavidades geomorfológicas peculiares, as quais Hardt e Pinto (2009), denominam de relevos cársticos ou carstes. Os autores afirmam, ainda, que tais feições originam-se mediante a ação de processos intempéricos químicos, ocasionados pela dissolução da rocha encaixante.

É válido ressaltar que a origem e evolução dos relevos cársticos para as diversas áreas e regiões de incidência apresentam-se, majoritariamente, sobre rochas carbonáticas como calcários, dolomitos e mármores. Hardt *et al*. (2010) reiteram o argumento de Jennings (1983), o qual afirma que definir carste em função da litologia é arbitrário, e que carste deve ser definido em termos de processo de dissolução.

Contudo, a partir da década de 1980, pesquisadores identificaram feições cársticas desenvolvidas em rochas consideradas “insolúveis”, como o quartzito, que até então apresentavam-se como ambientes inóspitos para a projeção de carstes. Geógrafos australianos desde tal descoberta passaram a trabalhar o conceito de carstificação em arenito e recentemente em granitos (CHACRAFT; PYE, 1984; YOUNG, 1986; DOERR, 1999; WILLEMS *et al.*, 2002). Apesar de ser disseminada a associação do termo carste às rochas carbonáticas, Freire *et al*. (2010) elencam que não se deve desconsiderar a existência desse relevo sobre estruturas siliciclásticas (arenitos; argilitos) ou mesmo sobre corpos rochosos metassedimentares como quartzito e rochas ígneas graníticas e basálticas.

Sob esta perspectiva, o carste granítico pode ser entendido como produto equivalente ao carste carbonático, apresentando diferenças em sua composição química e dimensão estrutural, mas muito semelhante em formas e estruturas geradas (MOCHIUTTI, 2017). Entretanto, os estudos sobre carstes em estrutura granítica são escassos, ao passo que a

bibliografia existente acerca de cavidades em litologias carbonáticas é encontrada de forma mais acessível.

O Cadastro Nacional de Cavernas - CNC, elenca em seu arcabouço bibliográfico que apenas 3% do total de cavidades registradas no Brasil são graníticas. Esse número ainda se torna menor, haja vista que esse percentual engloba cavidades existentes também em rochas basálticas (SBE, 2019).

Neste contexto geoambiental, é importante dizer que as cavidades graníticas estão inseridas sobre os relevos do tipo *inselbergs,* os quais são, de maneira geral, estruturas geomorfológicas caracterizadas por possuir escarpas íngremes e desnudas elevadas de um plano (TWIDALE, 1982; TWIDALE; VIDAL-RAMONÍ, 2005; MIGÓN, 2006; BOURMAN; OLLIER; BUCKMAN, 2015). A nomenclatura *inselberg* deriva do alemão e significa “ilha de pedra”, tendo em vista o perfil topográfico de formado por elevação em meio a uma superfície de aplainamento (OLÍMPIO *et al*., 2021).

A formação de campos de *inselbergs* ocorre de forma isolada ou agrupada, sendo estruturas observadas principalmente em regiões áridas e semiáridas do planeta (Twidale, 1982). No Brasil as discussões acerca da origem desse relevo ganham destaque com as pesquisas de Maia *et al*. (2015), Maia e Nascimento (2018), Maia *et al.* (2018), Olímpio *et al.* (2021) e Santos (2023). Em seus estudos, Maia *et al.* (2015) caracteriza os *inselbergs* em diferentes feições, que podem ser classificados ou divididos em 3 tipos: *inselberg* de dissolução; *inselberg* de fraturamento e *inselberg* maciços. Entretanto, Claudino-Sales (2020) aponta para além das três tipologias, pode haver uma quarta classe, os quais a autora denominou de compostos, sendo definidos quando há feições típicas das tipologias de Maia *et al.* (2015) na mesma feição geomorfológica.

No que se refere à classificação de cavernas em rochas graníticas, Finlayson (1991) propõe uma divisão em duas classes, onde cada uma contém dois tipos. Segundo Hardt (2003), na primeira classe as cavidades se classificam em cavernas em blocos, formadas, portanto, por acumulação de blocos. Essa classe se subdivide em pilha de blocos, quando ocorre o acúmulo desse material em uma superfície lisa ou elevada e existem espaços interconectados, e; blocos em canal, quando o material acumula-se no fundo de um canal onde podem ocorrer espaços. A segunda refere-se às cavernas em junta, ocorrendo em dois tipos, as juntas abertas que são preenchidas por detritos e apresentam o topo exposto, e as juntas fechadas, onde a cavidade está totalmente firmada entre juntas e o seu acesso se dá por alguma falha ou fratura.

Essas feições geomorfológicas ocorrem em *inselbergs* presentes no município de Quixadá, estado do Ceará. Este território está se destacando mundialmente pela sua

geodiversidade singular em meio à superfície sertaneja local, a qual apresenta exuberância cênica e paisagística, ressaltada pela presença de um amplo campo de inselbergs.

Em vista disso, o município de Quixadá, juntamente com o município de Quixeramobim, faz parte da Proposta Projeto Geoparque Sertão Monumental (FREITAS, *et al.*, 2019). Anteriormente, parte deste território integra a Unidade de Conservação (UC) Monumento Natural (MONA) os Monólitos de Quixadá.

Considerando a necessidade de levantar informações acerca das cavernas existentes na área, esta pesquisa objetivou identificar e catalogar as cavidades naturais em feições graníticas existentes no Monumento Natural (MONA) Monólitos de Quixadá, elencando suas principais características e importância no que se refere à geodiversidade local.

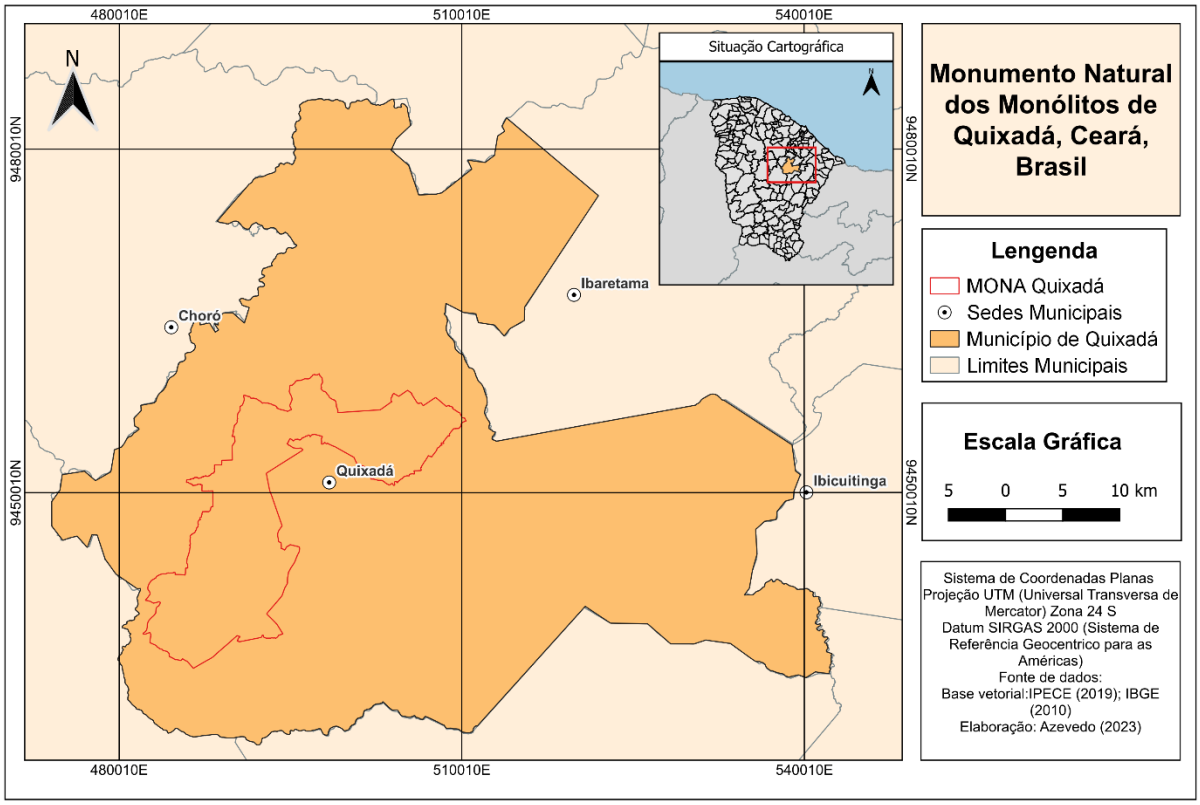
Área de estudo

O município de Quixadá está localizado na porção norte da província da Borborema, na região Nordeste Brasileiro. É um dos treze municípios que integram a Microrregião Sertão Central do Ceará. Quanto aos aspectos ambientais, apresenta temperaturas médias variando entre de 26º a 28ºC, precipitação pluviométrica anual de 838,1 mm e um clima Tropical Quente Semiárido (CEARÁ, 2017; MAIA *et al*., 2015). Além disso, possui temperaturas médias anuais constantes e altas, e precipitação pluviométrica irregular e concentrada entre os meses de fevereiro e maio, tendo a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT como principal sistema meteorológico atuante (NIMER, 1989).

Além disso, apresenta características geomorfológicas diretamente associadas à superfície sertaneja (CEARÁ, 2017), sua geologia é caracterizada pela presença de um corpo intrusivo granitóide circundado por rochas encaixantes com amplas exposições do embasamento cristalino na forma de lajedos, maciços e *inselbergs* (MAIA *et al.*, 2015).

O Monumento Natural (MONA) os Monólitos de Quixadá (Mapa 1) é uma Unidade de Conservação criada pelo Decreto Estadual n.º 26.805 de 25 de outubro de 2002 e ocupa uma área de 28.759,56 hectares. Os *inselbergs* do município fazem parte da Associação Mundial de Montanhas Famosas (*World Famous Mountains Association* – WFMA), (CEARÁ, 2002; SEMA, 2023).

Mapa 1 - Localização do Monumento Natural (MONA) Monólitos de Quixadá.



Fonte: Azevedo (2023).

Por fim, as cavidades são ecossistemas especiais no contexto do ambiente semiárido, tendo em vista que são habitat de espécies, tais como artrópodes, morcegos e roedores.

Estratégia metodológica

Procedimentos técnicos

Os elementos metodológicos realizados no presente estudo pautaram-se em diferentes etapas, as quais consistiram em levantamento bibliográfico referente aos conceitos pertinentes ao objeto de estudo (carste, carste granítico, *inselbergs*, geodiversidade, entre outros), visitas a campo e etapa de gabinete para a maturação de dados e informações que sucederam aos resultados obtidos.

No levantamento bibliográfico utilizamos obras, decretos e matérias de jornais disponibilizadas e *sites* de periódicos como Scielo, Periódicos CAPES e Biblioteca Virtual do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, bem como dados depositados em *sites* institucionais como Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA) e Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE).

Ainda nesta etapa, utilizamos para a classificação dos tipos de *inselbergs* onde as cavidades foram encontradas os estudos de Maia *et al*. (2015) e Claudino-Sales (2020), e

para identificar os tipos de cavernas, utilizamos a metodologia para classificação de cavernas de Finlayson (1991) adaptada por Hardt (2003), além das classificações abordadas por Sjöberg (1986).

Na segunda etapa, utilizamos práticas de trabalho de campo, para as quais foi confeccionada uma ficha de campo com intuito de sistematizar as informações levantadas, como: Tipo de inselbergue, Litologia, Espeleotemas, Presença de zona afótica e Fitofisionomia da caatinga. Para essa etapa foram utilizadas também ferramentas de geolocalização: *Global Position System* (GPS) e o aplicativo *Avenza Maps* a fim de obter coordenadas precisas para a execução do trabalho. Além disso, foram feitas fotografias com auxílio de câmera de celular e escalas para melhor compreensão das dimensões. No primeiro semestre do ano de 2023 foram realizadas visitas em quatro inselbergues, tendo sido identificadas cavidades graníticas em três deles.

Por fim, a etapa laboratorial, onde realizamos tabulação e sistematização dos dados utilizando o programa EXCEL, e programa de geoprocessamento *Quantum Geographic Information System* – QGIS para produção do mapa com a localização das cavernas identificadas.

Resultados e discussão

A partir dos trabalhos de campo foi possível identificar até o mês de agosto de 2023, três cavidades naturais em rochas graníticas dentro do território do Monumento Natural (MONA) os Monólitos de Quixadá. Ressalta-se que no município de Quixadá, o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Caverna – CECAV, oficialmente reconhece, apenas a Gruta do Magé, localizada a dois quilômetros ao norte da sede urbana. Entretanto, as cavidades do MONA Quixadá não se limitam a essas três, visto que pouco foi explorado do território e novas cavidades têm sido localizadas, a partir dos trabalhos de prospecção em realização.

Neste estudo, as cavernas identificadas em *inselberg* foram: Caverna dos Ventos (Figura 1), uma caverna na Pedra Riscada (Figura 2) e uma caverna na Pedra da Cabeça do Gigante (Figura 3).

Figura 1 - Caverna dos ventos.

Fonte: Autores (2022)

Figura 2 - Caverna da Pedra Riscada.

Fonte: Autores (2022).

Figura 3 - Caverna Cabeça o gigante vista do lado norte.

Fonte: Autores (2023)

A Caverna dos Ventos se destaca na paisagem pela sua altitude superior ao entorno, possuindo cerca de 280 m. É formada por um grande bloco granítico que vem sofrendo processos intempéricos constantes, e que resultam na formação de solo no interior da caverna, podendo esta atravessada de noroeste a sudeste.

As cavidades encontradas na Pedra Riscada, são as maiores identificadas neste levantamento exploratório até o momento. A caverna é formada entre blocos encaixados entre dois *inselbergs*. Aparentemente, apresenta três galerias, das quais duas foram exploradas pelos autores. De forma geral, não apresenta morfologia organizada, sendo verdadeira tipologia de caos de blocos.

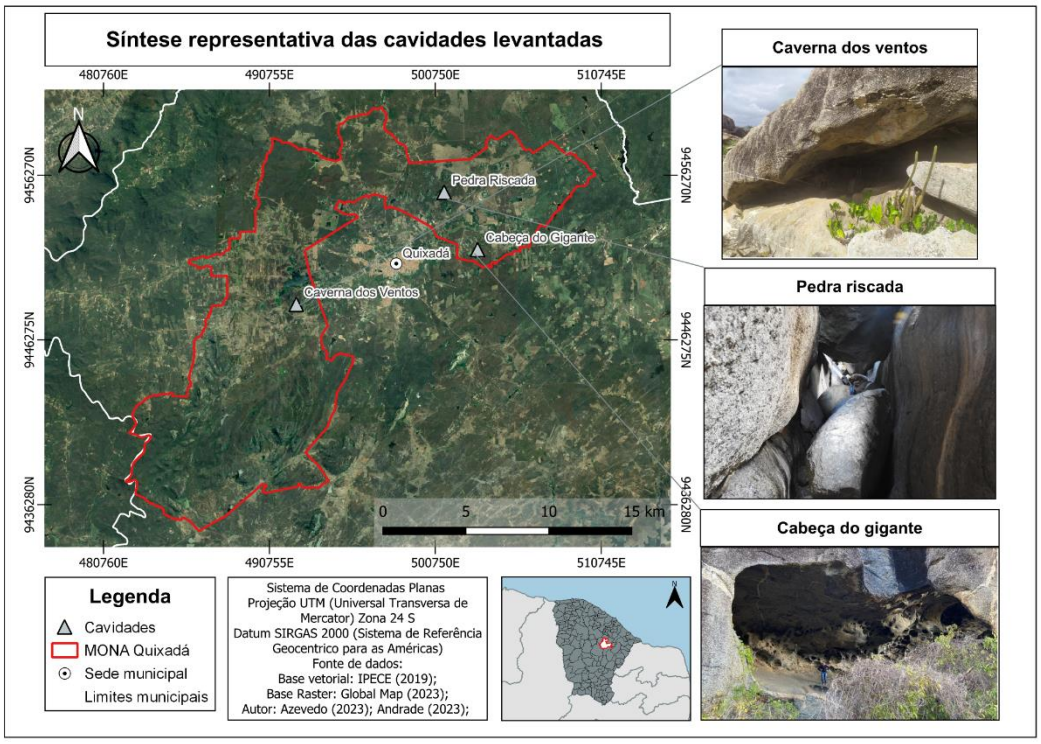
A cavidade observada no *inselberg* conhecido como Pedra da Cabeça do Gigante é o resultado de forte intemperismo químico sofrido pela rocha granítica e chama atenção pela abundância de alvéolos presentes. Possui uma entrada a norte e uma saída a sul, que ocasiona a ausência de uma zona afótica. O Quadro 1 apresenta algumas características das cavernas levantadas. O Mapa 2 indica a localização dessas cavidades dentro do MONA.

Quadro 1 - Síntese de Informações sobre as cavernas levantadas até agosto de 2023.

Denominação	Caverna dos Ventos	Pedra Riscada	Cabeça do Gigante
Coordenadas	-4.592445, -39.040727	-4.554442, -38.592785	-4.579888, -38.570952
Tipo de inselbergues Maia *et al*. (2015) e Claudino-Sales (2020)	Composto	Maciço	Composto
Litologia	Granítica	Granítica	Granítica
Tipo de caverna Hardt (2003) adaptado de Finlayson (1991) e Sjöberg (1986)	Tafoni	Blocos de Canal	Tafoni
Espeleotemas	Alvéolos e Bacia de dissolução	Alvéolos e Bacia de dissolução	Alvéolos e Bacia de dissolução
Zona afótica	Não Apresenta	Apresenta	Não Apresenta
Fitofisionomia da Caatinga IBGE (1992)	Savana Estépica Arbustiva	Savana estépica arbustiva	Savana estépica arborizada

Fonte: Autores (2023).

Mapa 2 - Localização das cavidades.



Fonte: Autores (2023)

Considerações Finais

Apesar de apresentarem menor desenvolvimento horizontal, desnível e volume, comparadas às cavidades em rochas carbonáticas, as cavernas em granito abordadas nesta pesquisa apresentam dimensões suficientes para desenvolver espeleoclimas. Além disso, as formações geomorfológicas de mesoescala, como os alvéolos e bacias de dissolução, e a sua capacidade de criar cavidades naturais, evidenciam a importância geológica do local.

Considerando que o estudo de cavernas graníticas e seus espeleotemas são um ramo pouco explorado no Brasil e no mundo, a produção de material científico nessa área pode ajudar a desenvolver legislações ambientais mais específicas, visando garantir a preservação do patrimônio espeleológico, da fauna e da flora que compõem o ambiente cavernícola. Vale ressaltar, que as cavernas levantadas abrigam expressiva diversidade faunística, que podem motivar estudos biológicos mais detalhados.

Destacamos, sobretudo, o potencial deste levantamento enquanto instrumento capaz de subsidiar o plano de manejo do MONA os Monólitos de Quixadá, além de ampliar o conhecimento científico sobre os geossítios que compõem a Proposta Projeto Geoparque Sertão Monumental.

Referências

CEARÁ. Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. Perfil Básico Municipal de Quixadá. 2017. **Disponível em:** <https://www.ipece.ce.gov.br/perfil-municipal-2017/>**Acesso em:** 8 de agosto de 2023.

CEARÁ. **Decreto nº 26.805, de 25 de outubro de 2002**. Declara monumento natural os monólitos de Quixadá situados no município de Quixadá e adota outras providências. Fortaleza: Doece, 2002.

ICMBio/Cecav. **Disponível em:** <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav>. **Acesso em:** 13 ago. 2023.

CLAUDINO-SALES, V. **Potencialidades da Geodiversidade: monólitos de Quixadá.** In: Ciclo de Palestras: conhecer para AMMAr e Preservar. 2020. **Disponível em:** https: https://www.youtube.com/watch?v=s6TR7ITr0oA. **Acesso em:** 8 de agosto de 2023.

ESCH, L. **Speleogenesis in the Lost Creek Wilderness Area, 2 Colorado.** Geo2, 18: 31-35, 1991.

FINLAYSON, B. **The formation of caves in granite.** In: PATERSON, K.; SWEETING, M. M. (Eds.). ANGLO-FRENCH KARST SYMPOSIUM, 1986, Norwich. **Proceedings**. Norwich: Geobooks, 1986. p. 333-347

FREITAS, L. C. B; MONTEIRO, F. A. D; FERREIRA, R. V. MAIA, R. P. (org.). **Projeto geoparques - Geoparque Sertão Monumental**: proposta. Fortaleza: CPRM, 2019

HARDT. R. **Cavernas em granito e gnaisse. Aplicação de um sistema de classificação.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA, 27, 2003, Januária. **Anais.** Januária: SBE, 2003. p. 52-55. Disponível em:<http://www.cavernas.org.br/anais27cbe/27cbe_052-055.pdf>.

IBGE. 1992. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, 91p.

ROCHA, H. S. **FEIÇÕES DO RELEVO GRANÍTICO DO REFÚGIO DE VIDA SILVESTRE PEDRA DA ANDORINHA, SOBRAL – CEARÁ:** CLASSIFICAÇÃO E POTENCIALIDADES GEOTURÍSTICAS. 2019. 123 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

MAIA, R. P; NASCIMENTO, M. A. L; BEZERRA, F. H. R; CASTRO, H. S; MEIRELES, A. J. A. Geomorfologia do campo de inselbergues de Quixadá, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 239-253, 2015.

MATTOS, I. C. et al. Resistência ao ataque químico de granitos ornamentais do stock Serra do Barriga-Sobral/CE. **Anuário do Instituto de Geociências - UFRJ**. v. 43, n. 3, p. 124-13, 2020.

MIGÓN, P. **Granite Landscapes of the world**. New York: Oxford University Press, 2006.

MOCHIUTTI, N. F. B; TOMAZZOLI, E. R. Espeleotemas de uma caverna granítica na Ilha de Santa Catarina: uma análise preliminar. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ESPELEOLOGIA**. 2017. p. 327-333.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. IBGE-SUPREN, 2a edição. Rio de Janeiro, 1989.

OLÍMPIO, J.L.S.; MONTEIRO, F.A.D.; FREITAS, L.C.B.; ALMEIDA, L.T.; ALCANTARA, A.P.; LOUREIRO, C.V.; NASCIMENTO, M.L.; MAIA, R.P. (2021). O que sabemos sobre os inselbergueues de Quixadá e Quixeramobim, Nordeste do Brasil? **William Morris Davis Revista de Geomorfologia**, vol 2, p. 19-42, 2021.

SANTOS, G. L. B. dos. **Feições de dissolução em inselbergs graníticos: primeiras considerações**. 2023. 21 f. Monografia (Licenciatura em Geografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2023.

SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **MONUMENTO NATURAL OS MONÓLITOS DE QUIXADÁ**. Disponível em: <https://www.sema.ce.gov.br/gestao-de-ucs/unidades-de-conservacao-de-protecaointegral/monumentos-naturais/monumento-natural-os-monolitos-de-quixada/>. Acesso em: 8 de agosto de 2023.

SJÖBERG, R. **A proposal for a classification system for Granitic Caves.** In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ESPELEOLOGIA, 9, 1986, Barcelona. **Anais.** Barcelona, 1986. p. 25-29.

TWIDALE, C. R. **Granite Landforms.** Amsterdam: Elsevier. 1982.

TWIDALE, C. R., VIDAL-ROMANÍ, J. R. **Landforms and geology of granite terrains**. London: Taylor and Francis, 2005. 351 p.

Inventário e quantificação dos Caldeirões, município de Lajedo: potencialidades da geodiversidade no Agreste Pernambucano

Inventory and quantification of Caldeirões, Municipality of Lajedo: potentialities of geodiversity in the Pernambuco Agreste

Deyvid Luam da Silva Panta
Universidade de Pernambuco-UPE
https://orcid.org/0000-0002-5270-8866
luam.panta@gmail.com

Gabriela Falcão de Oliveira
Universidade de Pernambuco-UPE
https://orcid.org/0000-0002-0143-5730
gabriellaf495@gmail.com

Simão Batista de Freitas
Universidade de Pernambuco-UPE
https://orcid.org/0000-0002-7069-2917
simao.freitas@upe.br

Iwelton Madson Celestino Pereira
Universidade de Pernambuco-UPE
https://orcid.org/0000-0002-4592-9337
iwelton.madson@upe.br

Daniel Dantas Moreira Gomes
Universidade de Pernambuco-UPE
https://orcid.org/0000-0001-6868-040X
daniel.gomes@upe.br

Resumo: A pesquisa teve como objetivo avaliar o sítio da geodiversidade Caldeirões localizado no município de Lajedo (PE). Para isso, foi realizado o inventário, quantificação e ranking; assim, compreendendo o seu potencial educacional, turístico e risco de degradação. Por meio do inventário identificou-se que as geoformas (caldeirões) e o substrato geológico detém elementos importantes para o desenvolvimento de atividade educacional e turística. Na etapa seguinte, a quantificação resultou no potencial educativo de 290; potencial turístico de 220 e potencial de risco de degradação de 340 (alto risco). Através disso, conferiu-se no ranking: a quarta colocação no potencial educativo; sexta no turístico e primeira no risco de degradação. Desse modo, notou-se a relevância dos caldeirões não exclusivamente no contexto local, mas no cenário do Agreste Meridional de Pernambuco, bem como se evidenciou a necessidade de gerenciamento, monitoramento e divulgação da área como estratégia para geoconservação.

Palavras-chave: Geoconservação. Sítios da geodiversidade. Caldeirões. Geoeducação. Geoturismo.

Abstract: The research aimed to evaluate the Caldeirões geodiversity site located in the municipality of Lajedo (PE). For this, an inventory, quantification and classification were carried out; thus, understanding its educational and tourist potential and risk of degradation. Through the inventory it was identified that the geoforms (Caldeirões) and the geological supply retain important elements for the development of educational and tourist activity. In the next step, the quantification resulted in an educational potential of 290; tourism potential of 220 and degradation risk potential of 340 (high risk). Through this, the ranking was given: fourth place in educational potential; sixth in tourism and first in risk of degradation. Thus, the symbol of cauldrons was noted not exclusively in the local context, but in the scenario of the mesoregion of Agreste Pernambucano, as well as the need for management, monitoring and dissemination of the area as a strategy for geoconservation.

Keywords: Geoconservation. Geodiversity sites. Cauldrons. Geoeducation. Geotourism.

Introdução

Em meados da década de 1990 a vertente abiótica da natureza ganha maior reconhecimento e investigações, a partir disso, estratégias de avaliação e conservação foram sendo ampliadas (DANTAS et al., 2015; RODRIGUES e BENTO, 2018; MEIRA et al., 2019). A compreensão do ambiente físico como relevante para conservação e uso

sustentável, fez emergir diferentes conceitos cunhados com o objetivo de representar os elementos naturais não vivos, sendo esses: geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação, geoturismo, geoparques, geoedução, além de outros, utilizados com o intuito de valorizar, divulgar e conservar (HOSE 2000/2012; STANLEY 2000; NIETO, 2001; SHARPLES, 2002; GRAY, 2004; BRILHA, 2005; ROJOS, 2005; SERRANO e FLAÑO, 2007; LIMA, 2008; MOREIRA, 2014; MOURA-FÉ, 2016; MOREIRA e VALE, 2018; UNESCO, 2020).

Decerto, o termo geodiversidade abarca a diversidade de componentes físico-naturais. Esta terminologia assemelha-se à biodiversidade, todavia se refere à variedade de matérias abióticas, sendo presente em diversas escalas, desde as propriedades minerais (microscópica) até as estruturas em macroescala (GRAY, 2008; LICCARDO et al. ,2008).

Cabe salientar que essa multiplicidade de elementos detém importância crucial na manutenção da vida biológica e social. Para Royal Society for Nature Conservation, a geodiversidade consiste no arcabouço variado de ambientes geológicos, além dos processos ativos que estruturam e formam as paisagens; minerais, fósseis, solos e rochas, como também os diferentes depósitos superficiais que sustentam a vida na Terra (BRILHA, 2005).

Diante da sua relevância, a proteção da sua diversidade é empregada como geoconservação, que tem como desígnio resguardar os diferentes elementos abióticos em seus processos e formas, garantindo a evolução natural geológica (substrato), geomorfológica (paisagem e suas formas) e pedológicos (SHARPLES, 2002). A fim de assegurar para as próximas gerações, bem como aproveitar o potencial de uso em benefício das comunidades locais (CARCAVILLA et al., 2007; HENRIQUES et al., 2011).

Nesse contexto a geoconservação engloba aspectos voltados à conservação dos elementos abióticos, desde levantamentos dos atributos às práticas de gestão (NASCIMENTO, MANSUR e MOREIRA, 2015).

Sobre essa questão, cabe destacar a impossibilidade de salvaguardar todos os elementos físicos da Terra, devido às demandas produtivas que exigem o seu usufruto (BRILHA, 2005; BOTELHO et al., 2018). Entender os valores da geodiversidade consiste em etapa fundamental na seleção dos ambientes que, devido suas propriedades, demandam à conservação e uso sustentável, com o estabelecimento de medida de intervenção, impedindo a perda dos atributos físicos-naturais (LIMA, 2008; MANSUR, 2018).

A valorização dos componentes abióticos se entrelaça a compreensão dos processos evolutivos do planeta e das estruturas que apresentam potencialidades de uso, por isso, conservar e preservar implica diretamente a qualificação desses ambientes (NASCIMENTO, RUCHKYS e MANTESSO-NETO, 2008).

Para Brilha (2005) a estratégia de geoconservação é dada pela sistematização em etapas, que podem ser aplicadas em diferentes locais com objetivo de compreender, selecionar, estabelecer proposições para conservação e proteção dos itens da geodiversidade que detém particularidades excepcionais. Oportunizando o desenvolvimento de estratégias de manutenção dos seus objetos diante dos pressupostos da sustentabilidade (NASCIMENTO e SOBRINHO, 2020).

Nesse sentido, Pernambuco apresenta importante diversidade natural abiótica com valor científico, educativo, turístico, cultural e social, que necessitam ser compreendidos (ARRUDA et al., 2023). De acordo com Santos (2016), o Agreste Pernambucano tem potencialidades que precisam de reconhecimento e gerenciamento, voltadas à geoconservação e ao desenvolvimento socioeconômico local e regional.

Sobre essa perspectiva, o município de Lajedo localizado na mesorregião do Agreste do estado de Pernambuco, contém em sua área urbana o afloramento rochoso denominado de Caldeirões, dotado de características particulares no que tange o contexto histórico-cultural e a paisagem geológica-geomorfológica. Estas estruturas estão associadas às geoformas (concavas), e a sua capacidade de acúmulo hídrica em superfície, componente natural substancial, que outrora possibilitou o povoamento em seu entorno. A origem do nome do município está associada a esse afloramento, além da área representar o marco zero municipal (DIAS, 2013; FILHO e AMADOR, 2019).

Dentro da abordagem da geodiversidade, pesquisas já foram desenvolvidas (PANTA, CONCEIÇÃO e PEREIRA, 2021; PANTA, NOVA e GOMES, 2021), com propósito de reconhecer seus respectivos valores, explicitando a importância do afloramento no cenário municipal. Mesmo constituindo uma área pontual (aproximadamente 13.000m²), abrange no conjunto regional, aspectos fisiográficas, sociais, econômicos e culturais, de tal modo que provém diferentes interesses relacionados ao desenvolvimento socioeconômico, sustentabilidade, planejamento e, uso e gestão na mesorregião do Agreste Pernambucano.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar a geodiversidade dos Caldeirões. Para isso, foi realizado o inventário, quantificação e ranking da geodiversidade, avaliando as potencialidades e fragilidades dos Caldeirões e, por meio disso, mensurando no panorama do Agreste Meridional a sua relevância à geoconservação.

Materiais e métodos

Contexto da área de estudo

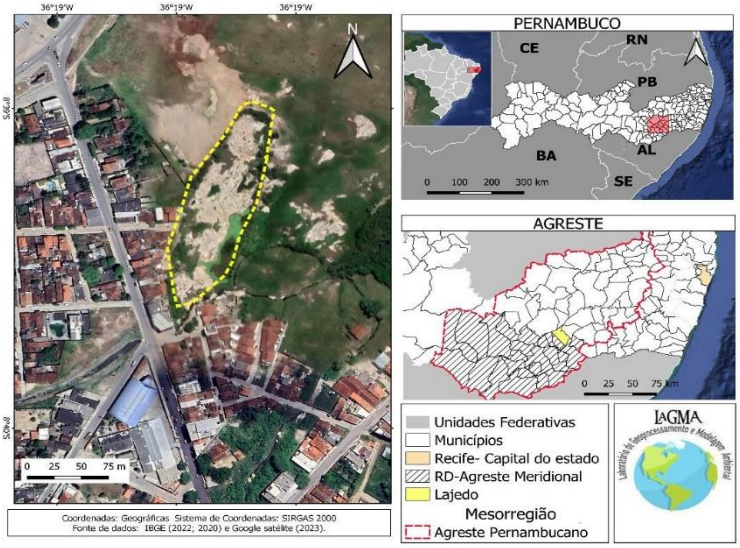
O município de Lajedo está localizado (figura 1) no Nordeste brasileiro, mais precisamente no estado de Pernambuco, inserido na mesorregião do Agreste e na microrregião de Garanhuns. Estando a distância de aproximadamente 191,1 km de Recife, capital do estado.

Inserido no contexto geológico regional da Província da Borborema, essa estrutura contém o agrupamento do embasamento com porções de microcontinentes, faixas orogênicas de idade arqueano ao neoproterozoicos, sendo essas estruturas separadas por zonas de cisalhamento de empurrão e transcorrente (HASUI, 2012). O município possui litologia formada por rochas ígneas e metamórficas distribuídas nas unidades: Cabrobó1-MPCa1, Granitóides indiscriminados brasilianos-NP3i, Ortognaisse mucunã-PP21m, Rio Una unidade1-PPru1, Serra Taquaritinga-MP1st, Serra da Caatinga Branca-NP31seb e Sienito Cachoeirinha1-NP33 (CPRM, 2007).

A condição climática subúmida decorre da localização geográfica, na zona de transição entre o Sertão pernambucano e a Zona da Mata, apresentando concentração de chuvas entre outono e inverno (PERNAMBUCO, 2014).

A área faz parte do compartimento geomorfológico do planalto da Borborema, que corresponde a maciços arqueados, com modelado aplainado, degradado; escupido em material dúctil, bem como em blocos falhados (SILVA, 2008; JATOBÁ e SILVA, 2017). A cobertura pedológica (ordem) caracteriza-se pelos: Neossolo, Argissolo e Planossolo (EMBRAPA, 2011). A vegetação corresponde a fitofisionomia da caatinga, caracterizada como caducifólia e subcaducifólia (CPRM, 2005).

Figura 1. Mapa de localização da área de estudo, no município de Lajedo-PE



Fonte: autores (2023).

Avaliação da geodiversidade

O estudo foi organizado em etapas, iniciando com a aquisição de informações bibliográficas e cartográficas. Os materiais cartográficos de base são referentes às unidades litoestratigráfica (folha Garanhuns SC.24-X-B e folha Garanhuns SC.24-X-B-VI), disponibilizadas no banco de dados GeoSGB (https://geosgb.sgb.gov.br/) do Serviço Geológico do Brasil-CPRM.

Posteriormente, foram realizadas as etapas de inventário, caracterização, quantificação e elaboração do ranking. Assim como, recorrendo-se a visitas em campo para avaliação e validação dos dados, seguindo o roteiro metodológico de Brilha (2016) específico para os sítios da geodiversidade dada as características identificadas de forma prévia através de revisão bibliográfica que indicaram o valor histórico-cultural excepcional (SILVA, 1995; PLANO DIRETOR MUNICIPAL, 2003; DIAS, 2013; SILVA e BASTOS, 2014; FILHO e

AMADOR, 2019; SILVA, 2020) com outros valores agregados, sendo esse aspecto que conduziu a escolha metodológica.

Para tanto, os sítios da geodiversidade representam componentes que tem seus valores principais assentados em aspectos educacionais, turísticos ou identitários de uma população. Por essa razão os atributos são classificados como sítios da geodiversidade quando localizados in situ e elementos da geodiversidade quando ex situ (BRILHA, 2016).

Procedimentos de quantificação

O inventário é realizado in loco, sendo analisados os potenciais educativo e turístico com base em critérios comuns e singulares entres os diferentes potenciais. Para o potencial educativo os critérios são: (i) Potencial didático; (ii) Diversidade Geológica; (iii) Acessibilidade e (iv) Segurança. Para o potencial valor Turismo os critérios são: (i) Beleza cênica; (ii) Potencial interpretativo; (iii) Acessibilidade e (iv) Segurança (BRILHA, 2016).

Ao final da avaliação do potencial educativo e turístico, de acordo com critérios aludidos, efetivou-se a caracterização do local, etapa de descrição da área de estudo (BRILHA, 2005; 2016).

Procedimentos de quantificação

A adoção dos valores numéricos para cada critério (potencial turístico-PTU, educacional-PUE, risco de degradação-RD) pode ser compreendidos tendo as informações qualitativas disponíveis na literatura, como também a partir da avaliação em campo e pela caracterização (realizada em etapas anteriores). Por meio da compilação e análise dessas

informações, foi possível reunir dados que permitiram informar numericamente as suas características (BRILHA, 2005; 2016).

A mensuração dos elementos abióticos tem como propósito a elaboração comparativa de forma ranqueada, em que se permite a tomada de decisão priorizando os locais com maior potencial para o uso e, que em contrapartida se encontra sobre ameaça de deterioração (BRILHA, 2005; 2016).

Construções do ranking

Para a construção do ranking dos sítios da geodiversidade foi preciso recolher informações acerca de sítios já inventariados e quantificados, tendo em vista que a quantificação da pesquisa foi realizada apenas para um único sítio da geodiversidade. Nesse sentido, recorreu-se aos dados da plataforma GEOSSIT, administrada pelo Serviço Geológico do Brasil.

A plataforma utiliza a metodologia de quantificação da geodiversidade, proposta por (BRILHA, 2016), por isso, justifica-se a utilização desses dados, adquirindo as informações da quantificação somente dos sítios da geodiversidade. Assim, comparando-os de modo seriado considerando os sítios inseridos na Região de Desenvolvimento do Agreste Meridional, analisando os resultados de forma comparada aos Caldeirões. Identificou-se as potencialidades e o cenário de degradação no quadro regional.

Resultados e discussões

Potencial educacional

O inventário representa a primeira etapa da avaliação, permite identificar e compreender as características qualitativas. O potencial educacional consiste em uma importante ferramenta na identificação do potencial de uso para práticas educativas, como descrito no quadro 1.

Quadro 1. Quadro de apresentação do potencial educacional do afloramento Caldeirões, no município de Lajedo-PE.

Potencial didático e diversidade geológica	Os Caldeirões apresentam morfologia e estruturas correspondente a: rochas cristalinas ígnea e metamórfica, bem como pelas geoformas denominadas de caldeirões (ou marmitas), fraturas, diques, veios e dobras em escala centimétrica e métrica. Além disso, somado aos aspectos geológicos-geomorfológicos, seu potencial didático é representado pelo valor histórico-cultural, marcado pelo processo de ocupação que direcionaram o povoamento ao seu redor, onde o substrato geológico e morfologia foram essenciais para o povoamento do local.

Acessibilidade	Localizado no centro urbano do município, próximo das principais vias de acessos da cidade, as margens da Avenida Presidente Kennedy, com distância de cerca de 245m da BR-423 (rodovia Mestre Dominguinhos). Vale pontuar que não há qualquer impeditivo ao acesso e ao deslocamento no afloramento.
Segurança	O espaço é aberto sem nenhum monitoramento ou infraestrutura (iluminação), há o risco de roubo e furto, principalmente à noite, pela ausência de iluminação, portanto inviabilizando qualquer atividade nesse turno.

Fonte: autores (2023).

Devido às suas características os Caldeirões detêm aspectos que oportunizam o desenvolvimento de atividades no ensino, a partir de temas gerais envolvendo a formação da crosta, processos de intrusão, classificação das rochas, processo de faturamento, intemperismo físico, químico e biológico; fatores exógenos e endógenos, diferenciação entre minerais e rochas, além do contexto mais específico, como os agentes atuantes na gênese das geoformas, processos fluviais de leito rochoso; assim como, em temas associando a sociedade-natureza, em virtude da relação entre geodiversidade e a formação socioespacial do município.

Meira e Morais (2016) assinalam que o valor científico (para as geociências) e educativo da geodiversidade são itens relevantes no encaminhamento de estudos acadêmicos e, aliado a isso, como possibilidade de serem incorporados como recurso didático na popularização e educação científica.

Cabe destacar que o ensino dos aspectos da geodiversidade podem ser destinados a diferentes públicos (educação formal e informal), logo a participação nesses espaços, abarca à sensibilização para valorização e conservação (NASCIMENTO, AZEVEDO E MANTESSO-NETO, 2008). Nesse sentido, os Caldeirões constituem um espaço, que proporciona através da educação práticas voltadas à compreensão dos elementos físico-naturais.

Interpretar o ambiente capacita os indivíduos de modo a reconhecer a necessidade de proteção e conservação das áreas naturais (BENTO, FARIAS e NASCIMENTO, 2020). Desse modo, referente a educação formal (básico e superior), os Caldeirões em virtude das suas características facilitam a aproximação entre os conteúdos ensinados, por meio de vivências práticas, aproximando o ensino teórico ao espaço vivido, assim como, propiciando o acesso do público em geral (não escolarizado), às questões voltadas a Geografia e as Geociências.

Nessa perspectiva, Mansur (2009) advoga que a conservação dos elementos abióticos deve atrelar-se diretamente à participação da sociedade, portanto, é imperativo a

apreensão de informações da geodiversidade a todos. Em consonância, o valor educativo da geodiversidade assenta-se, sobretudo, a comunicação científica, proporcionando reflexões sobre a natureza de modo a compreender sua dinâmica e a relevância dos seus elementos para sustentação da vida, como também registro da história evolutiva da Terra (MEIRA et al., 2020).

Potencial turístico

Compreender o potencial turístico representa uma ferramenta importante para avaliação das possibilidades de visitação dos sítios da geodiversidade, levando em consideração o atributo cênico, interpretativo, acesso e segurança do local, dentre outros que corroboram com o desenvolvimento de atividade turística (quadro 2).

Quadro 2. Quadro de apresentação do potencial turístico do afloramento Caldeirões, no município de Lajedo-PE.

Beleza cênica e potencial interpretativo	O carácter interpretativo e estético estão assentados nas feições geomorfológicas (cavidades) e litotipos com rochas com distintas colorações e texturas. Em vista disso, as características são acessíveis à interpretação, contudo, sendo necessário informações adicionais (como estratégias de valorização e divulgação), pois apenas a visualização do local não possibilita compreender todo seu contexto e propriedade disposta na paisagem.
Acessibilidade e segurança	Acessibilidade e segurança possuem os mesmos atributos apresentados na avaliação do potencial educacional. De modo complementar, pode-se afirmar em relação a acessibilidade que a ausência de qualquer barreira que impeça o acesso, favorece a visitação ao local para pesquisa, turismo ou qualquer outra atividade.

Fonte: autores (2023).

É notório o aumento das visitações em espaços onde se vislumbram as paisagens compostas de elementos naturais (LOPES e CLAUDINO-SALES, 2019). Assim, os Caldeirões em relação ao estético como atrativo para práticas de turismo possui atributos consideráveis, além dos aspectos do local servirem de inspiração para produção artística.

Com relação a isso, as manifestações artísticas a respeito da geodiversidade dos Caldeirões podem ser encontradas na literatura de cordel, expressa por China e Esperantivo (2016): “As rochas que juntam água formando os caldeirões São água que vem da chuva Ou desce dos ribeirões formam belos ambientes E juntam vários viventes habitam nas estações” (grifo nosso). Outra expressão artística encontra-se no poema “Nos caldeirões” (do cordelista

Adeilzo Santos), descrevendo as relações que outrora forem estabelecidas com o lugar, vivências cotidianas e as múltiplas relações de trabalho e lazer que coexistiam (SILVA, 2020).

A relevância do local está expressa nas representações artísticas, através das manifestações culturais demonstrando o valor estético do local. Assim, a geodiversidade é utilizada como entusiasmo artística em diferentes segmentos, como poemas, pinturas, esculturas dentre outras (MOCHIUTTI et al., 2011; NASCIMENTO, MANSUR e MOREIRA, 2015).

Desse modo, além da expressão artística, o valor estético proporciona uma atratividade que permite o aproveitamento dos atributos físicos das paisagens, na perspectiva de sustentabilidade, tendo como atração a geodiversidade. Neste sentido, há um aproveitamento que excede, exclusivamente, a contemplação cênica, utilizando o espaço para informar à necessidade de conservar e promover o desenvolvimento socioeconômico, integrado aos preceitos do geoturismo (MOREIRA, 2014; JORGE, 2018).

Caracterização

O local é identificado pela população e pesquisadores, pela sua principal feição reconhecida como Caldeirões (figura 2). Situado na área urbana do município, com as referidas coordenadas geográficas: latitude 8°39'29.38"S e longitude 36°19'18.14"O. Correspondendo ao afloramento de rocha cristalina com a formação de cavidades concavas. Com área de aproximadamente 13.000 m² (afloramento principal) estando sob a égide do poder público municipal (SILVA e BASTOS, 2014).

Figura 2. Vista aérea da área do afloramento dos Caldeirões no município de Lajedo-PE.

Fonte: Almeida (2020).

Segundo a legislação ambiental brasileira e de acordo com o Plano Diretor Municipal (2003), o local corresponde a uma unidade de conservação, área de proteção ambiental-APA, além de estar catalogada pelo plano de Preservação dos Sítios Históricos do Interior (PPSHI, 1980).

O pioneirismo do PPSHI na valorização do espaço teve como objetivo: (I) identificar, (II) classificar e (III) propor meios de preservação. Sobre isso, Silva e Bastos (2014, p. 91) afirmam que ao analisarem o plano de preservação, “Os Caldeirões foram identificados e classificados como sítio natural, porém o plano não avançou para a terceira fase”. Portanto, a preservação como proposição do plano não foi efetivada, essa situação tem reflexo direto na atual condição de depredação.

Cabe salientar que o Brasil não possui legislação própria para conservação dos geossítios e sítios da geodiversidade. No entanto, o Sistema Nacional de Unidade de Conservação-SNUC, apresenta características de conservação dos atributos abióticos. Constituindo, a principal regulamentação tencionada a proteção dos elementos naturais relacionados a geodiversidade dotados de cunho: geomorfológico, geológico, arqueológico, espeleológico e cultural (MANSUR 2010; DIAS e FERREIRA, 2018).

Devido à ausência de medidas de conservação e a sua localização no centro urbano, apresenta algumas vulnerabilidades ambientais, logo a carência de infraestrutura sanitária das águas servidas, faz com que resíduos produzidos nos domicílios e comércio sejam despejados nos canais fluviais. Sendo que sobre o afloramento perpassa o Riacho Doce, extremamente antropizado pela inserção de resíduos lançados pela população e que são trazidos pelas chuvas.

Cabe destacar que a vulnerabilidade se deu no contexto da própria produção do espaço urbano, em vista do acesso ao serviço de abastecimento de água. Desse modo, por volta de 1980, as águas ali dispostas (nas cavidades) eram vistas como algo precioso, onde a população garantia através da limpeza do local, a qualidade desse recurso. No entanto, quando se instalou após a década de 1980 a rede de saneamento e abastecimento da Companhia Pernambucana de Saneamento (COMPESA), ocorreu uma mudança significativa no comportamento e comprometimento social com o ambiente, sendo, a partir disto, progressivamente impactado negativamente (DIAS, 2013; FILHO e AMADOR, 2015).

Além das problemáticas sobreditas, outra questão marcante é a deposição irregular de resíduos sólidos: entulho de obras, sacolas plásticas, garrafas plásticas dentre outros materiais que são depositados pela população e/ou que chegam também carreado pelas chuvas (figura 3 A), assim como carregados pelo Riacho Doce no período de vazão. Outra evidência da depredação são as pichações no afloramento (figura 3B).

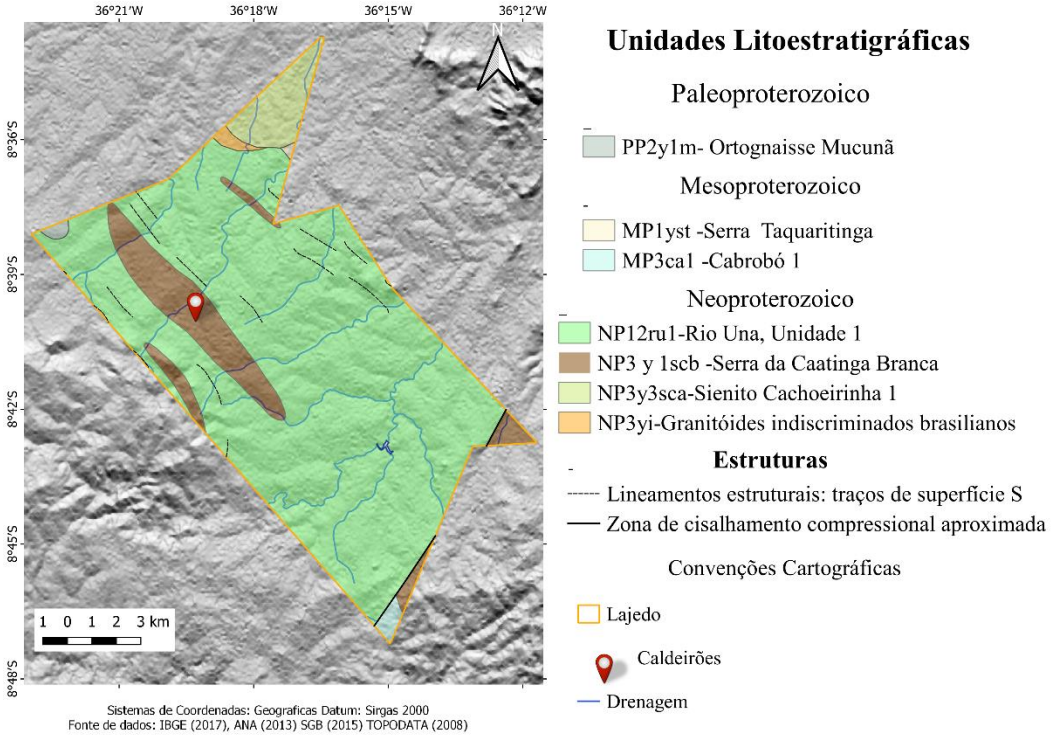
Figura 3. Registro de depósitos irregulares de resíduos sólidos e pichações sobre a estruturas dos Caldeirões, no município de Lajedo-PE.

Fonte: Autores (2023).

Nessa perspectiva, tanto Silva e Bastos (2014) como Filho e Amador (2019) assinalam a respeito da percepção e valorização desse espaço, indicando como as residências circundantes ao afloramento encontram-se dispostas, uma vez que, são os quintais das casas que estão voltadas para os Caldeirões, concretizando fisicamente a desvalorização subjetiva do espaço. Somado a isso, está a ausência da conservação e infraestrutura básica (como iluminação) que promove o desinteresse e subutilização da área.

Tratando dos aspectos físico-naturais, os Caldeirões estão inseridos na unidade litoestratigráfica Suíte intrusivo Serra da Caatinga Branca (figura 4). Composta por litologia metamórfica e ígnea, com rochas plutônicas leucocrática, composição mineralógica de feldspato potássico com minerais Plagioclásio, Quartzo, Biotita, com a presença de tonalitos a granodioritos e, gnaisses, as rochas ígneas possuem granulação de fina a média, equigranular, a duas micas, granada, cortado por pegmatitos, contendo xenólitos frequentes de metatexitos, estas litologias são datadas do Eon Proterozóico, Era Neoproterozoica, sendo litotipos relacionados a eventos de metamorfismo regional e intrusão (CPRM, 2007; SIGEP, 2019).

Figura 4. Mapeamento das unidades litoestratigráficas do município de Lajedo-PE.

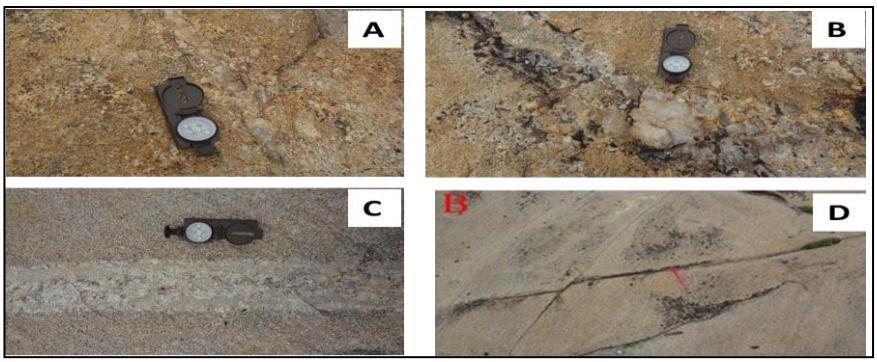


Fonte: Autores (2023).

As geoformas, denominadas de caldeirão são produto do efeito da água em turbilhão, tendo como processo de formação o atrito (abrasão) exercido pela ação fluvial, resultando no desgaste do afloramento, associado aos planos de fraqueza da rocha, dando origem as morfologias com o formato circular formando cavidades (IBGE, 1999; GUERRA e GUERRA 2008; WALDHERR et al., 2017).

A característica principal dos caldeirões são as geoformas, todavia, outros atributos geológicos podem ser observados em detalhes (figura 5).

Figura 5. Feições mineralógicas, intrusão e fraturas no afloramento Caldeirões, no município de Lajedo-PE.



Legenda: (A) veio quartzo-feldsptico; (B) fenocristais de quartzo em rocha encaixante eruptiva fanerítica; C) dique granítico e (D) fraturas. **Fonte:** autores (2023).

Quantificação e ranking da geodiversidade

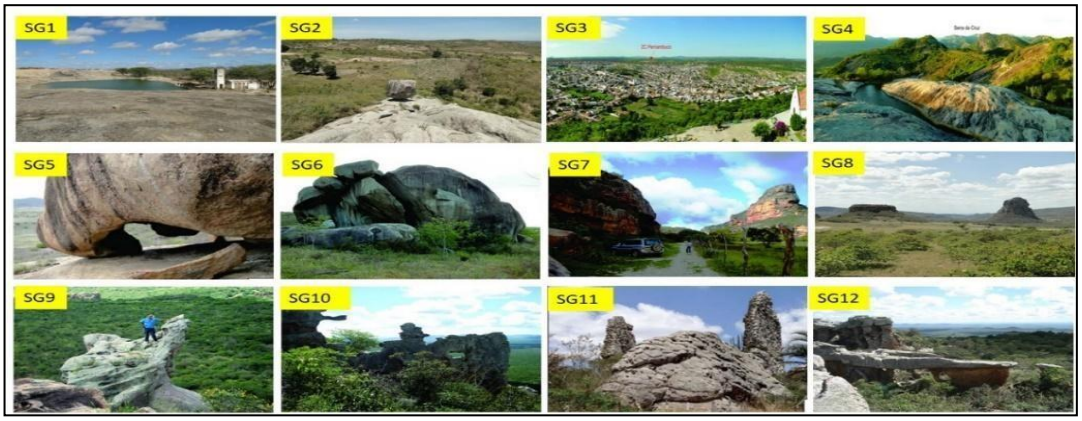
A quantificação é compreendida como a etapa subsequente à inventariação (BRILHA, 2005; 2016). Atribuição de valor numérico auxilia na mensuração de forma objetiva das potencialidades e riscos, como medida para adoção de prioridade à geoconservação.

A área obtive pontuação de 290 no potencial Educativo, diante das características que permitem o desenvolvimento de atividades educativas e recebeu 220 de pontuação para o potencial turístico. Os valores alcançados são reflexos dos atributos que fazem parte da área. Seja pela localização, inserido no centro urbano do município, agrega qualidades em infraestrutura e conta com serviços próximos ao local, favorecendo seu uso.

Em contrapartida, o risco de degradação é o resultado da ausência de gerenciamento e controle de acesso, representado o marcador da depredação. Inserido no espaço urbano sofre ameaça a danos irreversíveis e perda do potencial (PUE e PUT), uma vez que foi classificado como alto risco de degradação (pontuação 340).

A quantificação dos Caldeirões foi utilizada de modo a comparar seus resultados. Nesse intento, doze sítios da geodiversidade foram reconhecidos no agreste de Pernambuco (cadastrados na plataforma GEOSSIT) sendo esses: Lagoa Do Meio; Pedra Do Cajueiro; Mirante De Pesqueira; Mirante Serra Dos Macacos; Casa De Pedra; Pedra Da Buquinha; Cânion Do Riacho Do Macaco; Vale Do Julião; Trilha Dos Breus; Umburanas; Dragões; e, Igrejinha (figura 6).

Figura 6. Sítios de Geodiversidade localizados no Agreste de Pernambuco, segunda a plataforma GEOSSIT.



Legenda: SG1 - Lagoa Do Meio; SG2 - Pedra Do Cajueiro; SG3 - Mirante De Pesqueira; SG4 - Mirante Serra Dos Macacos; SG5 - Casa De Pedra; SG6 - Pedra Da Buquinha; SG7 - Cânion Do Riacho Do Macaco; SG8 - Vale Do Julião; SG9 - Trilha Dos Breus; SG10 – Umburanas; SG11 – Dragões; SG12 - Igrejinha. **Fonte:** CPRM (2021) adaptado pelos autores (2023).

Os valores expressos para cada sítio da geodiversidade cadastrado estão indicados na tabela 1, apresentando a pontuação total dos critérios de avaliação (PEU, PTU e RD).

Tabela 1. Quantificação dos sítios geodiversidade do Agreste de Pernambuco.

	Sítios da Geodiversidade											
Potencial educativo, turístico e risco de degradação	Lagoa Do Meio (SG.1)	Pedra Do Cajueiro (SG.2)	Mirante De Pesqueira (SG.3)	Mirante Serra Dos Macacos (SG.4)	Casa De Pedra (SG.5)	Pedra Da Buquinha (SG.6)	Cânion Do Riacho Do Macaco (SG.7)	Vale Do Julião (SG.8)	Trilha Dos Breus (SG.9)	Umburanas (SG.10)	Dragões (SG.11)	Igrejinha (SG.12)
Valor Educacional												
Potencial de Uso Educacional (PEU)	265	285	320	250	295	255	265	265	280	280	310	310
Valor Turístico												
Potencial de Uso Turístico (PTU)	190	225	280	180	230	185	200	195	245	235	280	280
Risco de												
Risco de Degradação (RD)	335	230	185	160	240	175	170	150	90	80	115	95
Categoria (RD)	Alto	Médio	Baixo	Baixo	Médio	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo	Baixo

Degradação

Fonte: GEOSSIT (2021) adaptado pelos autores (2023).

Os sítios detêm valor do potencial educativo variando entre 320 a 250 pontos, sendo o sítio Mirante De Pesqueira com maior valor do potencial. De forma hierárquica, os Caldeirões alcançaram o quarto lugar no ranking (figura 7), ficando com pontuação mais baixa apenas para o Mirante de Pesqueira, Dragões, Igrejinha e Casa de Pedra (Igrejinha e Dragões têm a mesma pontuação).

Nos sítios em posição superior aos Caldeirões, foi possível notar a semelhança em critérios de observação e diversidade de elementos. Contudo, mediante os critérios de vulnerabilidade, o local indicou a possibilidade de perda dos principais elementos, o que fragiliza o seu potencial.

Em relação ao potencial turístico, os sítios da geodiversidade tiveram pontuação entre 280 a 180. Os sítios Dragões, Igrejinha e Mirante de Pesqueira contém o maior potencial (280 pontos), seguido de Trilha dos Breus (245), Umburanas (235), Casa de Pedra (230) e pedra do Cajueiro (225). Os Caldeirões conseguiram a sexta posição, vale destacar que o critério que trata das práticas de turismo ativo, o local pontuou com zero, assim como obteve nota três na possibilidade de interpretação (devido a necessidade de os visitantes precisarem de conhecimento prévio para entender a paisagem geológica-geomorfológica do local).

Diante da descrição exposta, a área de estudo alcançou uma pontuação considerável em relação a amostra da pesquisa, pois, diante dos doze sítios comparados, encontra-se em

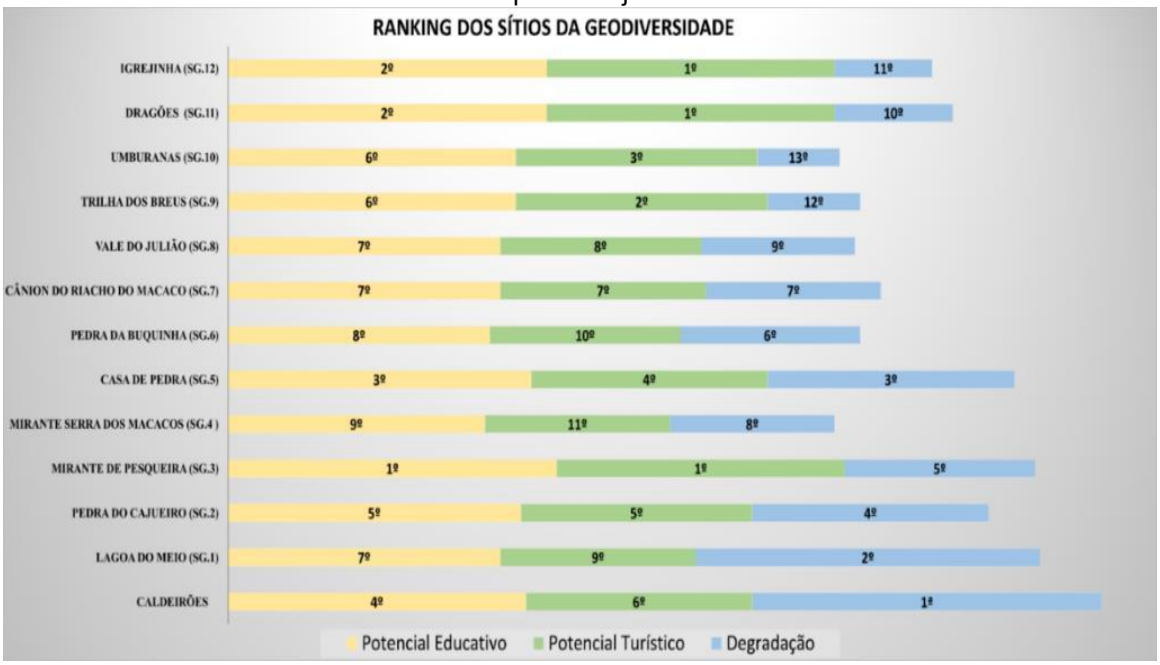
posição mediana, havendo a ocorrência de sítios classificados nota igual ou inferior aos Caldeirões.

A última etapa da quantificação é representada pela avaliação do risco de degradação. Diferente dos potenciais educativo e turístico, em que a pontuação elevada demonstra potencialidade de uso, o critério de risco de degradação apresenta a vulnerabilidade do espaço, tendo seu valor máximo relacionado a susceptibilidade de perda da geodiversidade.

O local obtive a maior fragilidade frente a todos os sítios copilados (340 pontos), em virtude do potencial de degradação de todos os seus elementos. Afetados por sua localização na zona urbana, apresentando problemáticas especificar dessa localidade, bem como a inexistência de restrições de acesso, tal realidade contrasta com o fato do afloramento ser uma área de proteção ambiental. A ausência de monitoramento contribui sobremaneira para a realidade observada, a partir da constatação que os Caldeirões ocupam uma posição de alto risco, são necessárias estratégias de geoconservação devido a realidade identificada.

Todos os sítios da geodiversidade do Agreste de Pernambuco, disponibilizados na plataforma GEOSSIT, fazem parte, de acordo com Ferreira et al. (2017), das propostas de Geoparque Catimbau-Pedra Furada, sendo que os Caldeirões não estão inclusos, no entanto apresentam no ranqueamento (figura 7) uma colocação significativa, tanto no potencial educativo como turístico. Tal fato confere que os atributos identificados favorecem medidas voltadas ao uso sustentável da área através da geoconservação.

Figura 7. Ranking do potencial educativo, turístico e risco de degradação dos sítios da geodiversidade do Agreste Pernambucano, adicionado da formação Caldeirões, localizada no município de Lajedo-PE.



Fonte: autores (2021).

Considerações Finais

A avaliação da geodiversidade (inventário e quantificação) possibilitou compreender a relevância do local diante do potencial educativo e turístico, bem como a fragilidade de acordo com o risco de degradação. Entende-se que os Caldeirões correspondem a uma área com potencialidades que podem ser aproveitadas para o uso sustentável e o desenvolvimento socioeconômico local.

Notou-se que no contexto da região Agreste de Pernambuco, mais precisamente dos municípios inseridos na Região de Desenvolvimento do Agreste meridional, o local teve destaque na sumarização do potencial, com colocação que representa uma importância no cenário regional, são aspectos que identificam a necessidade de geoconservação, pois em contrapartida as potencialidades de uso, o risco de degradação. Nesse sentido, o inventário e a quantificação auxiliam na seleção das áreas que apresentam valores que mostram a necessidade de conservação.

Desse modo, analisar os Caldeirões pela geodiversidade coopera na conservação das áreas, fornecendo informações importantes que podem ser utilizadas pela gestão pública para fomentar a conservação/preservação sanando as fragilidades e integrando a população local ao desenvolvimento sustentável. Portanto, pesquisas futuras devem ser voltadas a elaboração de estratégias de interpretação e divulgação pautadas na educação ambiental e geoeducação a fim de tornar o espaço (re)conhecido para além do ambiente de pesquisa acadêmico/universitária.

Referências

ARMESTO, R. C. G.; SILVA, C. R.; SHINZATO. E. Geodiversidade e Análise da Paisagem: uma abordagem teórico-metodológica.TerræDidatica, 11(1), 2015.

ARRUDA, Í. R. P. de; LIMA, G. R. de; LISTO, D. G. da S.; MARIANO, G. & GUIMARÃES, T. de O. Proposta de geoconservação no distrito de Fazenda Nova, Brejo da Madre de Deus, Pernambuco, NE do Brasil. Geologia USP. Série Científica, 23(2), p.87-98, 2023.

BENTO, L. C. M.; FARIAS, M. F. de & NASCIMENTO, M. A. L. do. Geoturismo: um Segmento Turístico? Revista Turismo: Estudos e Práticas, 9(1), p. 1-23, (2020.

BOTELHO, R. G. M.; PELECH, A. S.; SOUZA, R. A. de. Retrato e valor(iz)ação da geodiversidade brasileira. Disponível em: <https://eventos.ibge.gov.br/downloads/smi2018/resumos/apresentacoesorais/OR4%20-%20Rosangela%20Botelho.pdf >. Acesso em: 05 dez. 2019.

BRILHA, J. "Inventory and Quantitative Assessment of Geosites and Geodiversity Sites: a Review", Geoheritage, 1: 1 - 1, 2015. doi: 10.1007/s12371-014-0139-3.

BRILHA, J. Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage Editores, 2005.

CARCAVILLA, L.U.; López-Martínez, J. & Durán, J.J. Património Geológico y Geodiversidad: investigación, conservación y relación con los espacios naturales protegidos. Madrid, Instituto Geológico y Minero de España, 360 p. 2007.

CPRM. Mapa geodiversidade do Brasil. Escala 1:2.500.000. Legenda expandida. Brasília: CPRM/Serviço Geológico do Brasil, 2006. 68 p. CD-ROM. DANTAS, M. E.

CPRM. DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE LAJEDO. CPRM, 2005.

DANTAS, M. E.; ARMESTO, R. C. G.; SILVA, C. R.; SHINZATO. E. Geodiversidade e Análise da Paisagem: uma abordagem teórico-metodológica.TerræDidatica, 11(1), 2015.

DIAS, P. H. Lajedo: uma história de lutas, conquistas e glórias. Recife: Ed do Autor, 2013.

FERREIRA, Rogério Valença; SILVA, Cleide Regina Moura da; ACCIOLY, Ana Cláudia; SANTOS, Carlos Alberto dos; MORAIS, Débora Melo Ferrer de. Projeto Geoparques GEOPARQUE CATIMBAU PEDRA FURADA – PE. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPRM. 2017.

FILHO, J. L. da S.; AMADOR, M. B. M. Percepção da paisagem geomorfológica dos Caldeirões em Lajedo (PE)sob uma perspectiva sistêmica. Simbiótica, Vitória, v.6, n.2, jul.-dez./2019.

GRAY, M. Geodiversity: the origin and evolution of a paradigm. In: BUREK, C. V.; PROSSER, C. D. The history of Geoconservation. London: The Geological Society, Special Publications, 2008. p. 31 – 36.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. 1. ed. Londres: John Wiley e Sons Ltd., 2004, 434p.

GUERRA, A.T.; GUERRA, A. J. T. Novo dicionário geológico-geomorfológico -6a ed.-Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2008. 652p.

HASUI, Yociteru et al. (Ed.). Geologia do Brasil. 2012.

Hose, T. A. 3G's for modern geotourism. Geoheritage, 4(1-2): 7-24, 2012.

Hose, T. A. European Geotourism - geological interpretation and geoconservation promotion for tourists. BARETTINO, D.; WIMBLEDON, W.A.P.; GALLEGO, E. (eds). Geological Heritage: Its Conservation and Management. Madrid, Sociedad Geológica de España/ Instituto Tecnológico GeoMinero de España/ProGEO, (2000). p. 127-146.

IBGE.Glossário geológico / IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. - Rio de Janeiro : IBGE, 1999. 214 p.

JORGE, M. C. O. O papel das comunidades locais, sua importância e os novos desafios acerca da sustentabilidade ambiental. Geoturismo, geodiversidade e geoconservação– abordagens geográficas e geológicas. Organizadores: AJT Guerra e MCO Jorge. Editora Oficina de Textos, São Paulo, p. 51-80, 2018.

LICCARDO, A; PIEKARZ, G. F; SALAMUNI, E. Geoturismo em Curitiba. Mineropar, Curitiba, 2008, 122p.

LIMA, F. F. Proposta metodológica para a inventariação do patrimônio geológico Brasileiro. 2008. Dissertação (Mestrado em Património Geológico e Geoconservação). Escola de Ciências, Departamento de Ciências da Terra, Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2008.

MACHADO, M. M. M.; RUCHKYS, Ú. A. Valorizar e divulgar a geodiversidade: estratégias do Centro de Referência em Patrimônio Geológico CRPG-MHNJB/UFMG. Geonomos, 2010.

MANSUR, K. L.. Projetos educacionais para a popularização das geociências e para a geoconservação. Revista do Instituto de Geociências – USP. 63 - Geol. USP, Publ. espec., São Paulo, v. 5, p. 63-74, outubro 2009.

MEIRA, S. A. et al. O potencial educativo do patrimônio geológico: Estudo sobre o geossítio sítio Do Bosco. GEOSABERES: Revista de Estudos Geoeducacionais, v. 11, n. 1, p. 162-179, 2020.

Meira, S. A.; Dantas, T. B.; Leite do Nascimento, M. A., & SILVA, E. V. da. Geoconservação no Geossítio Trilha Ubajara-Araticum, Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. Revista Do Departamento De Geografia, 38, p.42-57, 2019.

MEIRA, S. A.; MORAIS, J. O. de. Os conceitos de geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação: abordagens sobre o papel da geografia no estudo da temática. Bol. geogr., Maringá, v. 34, n. 3, p. 129-147, 2016.

MOCHIUTTI, N. F.; GUIMARÃES, G. B.; MELO, M. S. de. Os valores da geodiversidade da Região de Piraí da Serra, Paraná. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 30, n. 4, p. 651-668, 2011 São Paulo, UNESP, Geociências, v. 30, n. 4, p. 651-668, 2011.

MOREIRA, J. C. M.; VALE, T. F. do. Geoparks: educação, conservação e sustentabilidade. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. (org.). Geoturismo, geodiversidade, geoconservação: abordagens geográficas e geológicas. São Paulo: Oficina de textos, 2018. p. 80-105.

MOREIRA, Jasmine Cardozo. Geoturismo e interpretação ambiental. Editora UEPG, 2014.

MOURA-FÉ, M. M. de; PINHEIRO, M. V. de A. Geoeducação: a educação ambiental aplicada na geoconservação. Educação Ambiental & Biogeografia. In: GIOVANNI, S. (Orgs). Ituiutaba: Barlavento, 2016. Vol. II. p.2762.

NASCIMENTO, F. R.; SOBRINHO, J. F. Geodiversidade e abordagens em estudos ambientais. SOBRINHO, J. F.; NASCIMENTO, F. R.; CLAUDINO-SALES, V. (org).- CE: sertão Cult, 2020.

NASCIMENTO, M. A. L. do; MANSUR, K. L.; MOREIRA, J. C. Bases conceituais para entender geodiversidade, patrimôniogeológico, geoconservação e geoturismo. Revista Equador, v. 4, n. 3, Teresina, 2015.

NASCIMENTO, M.A.L.; RUCHKYS,Ú.A.; MANTESSO NETO, V. Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para proteção do patrimônio geológico. Sociedade Brasileira de Geologia. 2008. p.82.

NIETO, L.M. Geodiversidad: Propuesta de una definición integradora. Boletin Geológico y Minero, v. 112, p. 3-12, 2001.

PANTA, D. L. da S.; CONCEIÇÃO, I. M. da; PEREIRA, I. M. C. Valorização e proteção dos elementos abióticos através da geoeducação: análise dos caldeirões no município de Lajedo (PE). In : SANTOS, M. F. P dos; RAGGI, M. G.; JUNIOR, J. B. C.; SILVA, S. A. da. Ensino de

geografia, outros saberes e cidadania. (Volume 1). [recurso digital] / . – Maceió, AL: Editora Olyver, 2021.

PANTA, D. L. da S.; NOVA, J. S.da S. V.; GOMES, D. D. M. Reconhecimento dos valores da geodiversidade: estudo dos caldeirões, Lajedo (PE). In: XIII Simpósio Nacional de Geomorfologia-SINAGEO.13º, 2021, Juiz de fora-MG Anais eletrônicos. Juiz de fora-MG, 2021. p.410-421. Disponível em:https://sinageo.org.br/2020/wp-content/uploads/2022/07/Geodiversidade-geoarqueologia-e-geoconservacao.pdf. Acesso em 10 jan. 2023.

PEREIRA, R.G.F.A; RIOS, D.C.; GARCIA, P.M.P. Geodiversidade E Patrimônio Geológico: ferramentas para a divulgação e ensino das Geociências. ISSN 1679-2300 TERRÆ DIDATICA, p.12-3,2016.

PIMENTEL, C. S.; LICCARDO, A.; MAIESKI, K. G.; MENDES, C. P. Contribuições da

educação não formal no aprendizado sobre Geodiversidade: Projeto Geodiversidade na Educação. Terrae Didat. Campinas, SP, v.14, n.3, p. 225-232, jul./set. 2018. Plano Diretor do Munícipio de Lajedo. Lei 1.112. /2003. LAJEDO (PE).

ROCHA, L. C.; FERREIRA, A. C.; FIGUEIREDO, M. do A. A Rede Global de Geoparques e os desafios da integração dos Geoparques Brasileiros. Caderno de Geografia, v.27, Número Especial 2, 2017. ISSN 2318-2962.

RODRIGUES, S. C.; BENTO, L. C. M.. Cartografia da Geodiversidade: Teorias e Métodos. In: GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. (Org). Geoturismo, geodiversidade e geoconservação: abordagens geográficas e geológicas. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

SANTOS, A. ACRÓSTICO PARA LAJEDO. Arquivo recebido pelo autor, Lajedo-Pernambuco, 25 maio 2021.

SANTOS, E. M. dos. A geoconservação como ferramenta para desenvolvimento sustentável em regiões semiáridas: estudo aplicado à mesorregião do agreste de Pernambuco, Nordeste do Brasil. 2016. 242 f. Tese de Doutorado, 2016.

SCHOBBENHAUS, C.; WINGE, M. Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP, 22p., junho/2012.

SERRANO, C. E.; RUIZ- FLAÑO ,P. Geodiversidad: concepto, evaluación y aplicación territorial. El caso de Tiermes Caracena (Soria). Boletín de la A.G.E. N.º 45, p. 79-98, 2007.

SHARPLES, C. 2002. Concepts and principles of geoconservation. Tasmanian Parks & Wildlife Service. 81p.

SIGEP. GLOSSÁRIO GEOLÓGICO ILUSTRADO, 2019. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/>. Acesso em: 10 de junho de 2020.

SILVA, A. O. Lembranças da primavera: memórias de Lajedo. Edição do autor, 1995.

SILVA, J. C. F. Lajedo: poesia na rocha: aspectos históricos-geográficos do seu processo de constituição Territorial; revisão: Clélio Cristiano dos Santo, Anny Quebubina de Souza Barros. Olinda, PE: Luci Artes Gráficas, 2020. 228p.

SILVA, V. M.; BASTOS, S. Valorização da formação geológica Caldeirões como patrimônio e atrativo turístico de Lajedo, Pernambuco. Observatório de Inovação do Turismo - Revista Acadêmica Vol. VIII, p. 64-96, 2014.

SOUSA LOPES, F. L.; CLAUDINO SALES, V. C. de. Geoconservação e geodiversidade na área de proteção ambiental da Bica do Ipu – Ceará: desafios para a sustentabilidade. Revista de Geociências do Nordeste, v. 5, n. 2, p. 61-80, 25 set. 2019.

STANLEY, M. Geodiversity. In: Earth Heritage. 14: 15-18, 2000.

UNESCO - Geociências e Geoparques Mundiais da UNESCO. Disponível em:< https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasilia/expertise/earth-science-geoparks>. Acesso em: 11 out. 2019.

WALDHERR, F. R.; ARAÚJO-JÚNIOR, H. I. de; RODRIGUES, S. W. de O. Origem e morfologia dos tanques naturais do Nordeste do Brasil. Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, Pesquisas em Geociências, 44 (3): p.467-488, set./dez. 2017.

Erosão costeira e movimentos de massa nas falésias do município de Jequiá da Praia – Alagoas: uma área de risco geomorfológico

Coastal erosion and mass movements on the cliffs of Jequiá da Praia Municipality - Alagoas: a geomorphological hazard area

Diva Cristina B. Suruagy
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0002-8292-915X
divasuruagy@hotmail.com

José Gomes dos Santos Leal Neto
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0001-1165-948X
gomesleal2014@gmail.com

João Pedro Luiz Santos da Silva
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0002-4905-7468
joaopedro.luiiz@gmail.com

Mikael Eduardo Silva Ferreira
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0003-1280-8744
mikael.ferreira@igdema.ufal.br

Bruno Ferreira
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0003-1237-1805
brunge2005@gmail.com

Resumo: O presente estudo objetivou realizar uma análise sobre a erosão costeira e os movimentos de massa nas falésias de Jequiá da Praia. A metodologia empregada foi: levantamento bibliográfico, processamento de dados espaciais, trabalhos de campo e elaboração de modelos cartográficos. A ação marinha, principalmente durante os eventos de ressacas de maré e marés de sizígia, maiores marés, aceleram a abrasão marinha, desencadeando processos de remoção de material basal das encostas, levando ao colapso das falésias. A aceleração dos processos morfodinâmicos eleva a susceptibilidade dessas encostas a movimentos acelerados de massa, reconfigurando a linha de costa e expondo a população local e visitantes a riscos geomorfológicos, dando origem a um cenário de reconfiguração ambiental acelerado pela intervenção em ambiente de morfodinâmica complexa e em constante transformação.

Palavras-chave: Geomorfologia; Encosta; Estabilidade; Zona Costeira.

Abstract: The present study aimed to conduct an analysis of coastal erosion and mass movements in the cliffs of Jequiá da Praia. The methodology was: literature review, spatial data processing, fieldwork, and development of cartographic models. Marine action, especially during tidal surges and sisygia tides, which are the highest tides, accelerates marine abrasion, triggering processes that remove basal material from the slopes, leading to slope collapse. The acceleration of morphodynamic processes increases the susceptibility of these slopes to accelerated mass movements, reshaping the coastline and exposing the local population and visitors to geomorphological risks, this gives rise to a scenario of accelerated environmental reconfiguration due to intervention in an environment of complex and constantly changing morphodynamics.

Keywords: Geomorphology; Slope; Stability; Coastal Zone.

Introdução

No município de Jequiá da Praia, Litoral Sul do Estado de Alagoas, encontra-se predominantemente em sua paisagem Tabuleiros Costeiros e Planície Litorânea, composta por encostas, paleofalésias, baixos cursos fluviais e o sistema estuarino-lagunar, homônimo ao Município (ARAÚJO, *et al*, 2006, SILVA, 2020). Em suas praias destacam-se extensas falésias, a qual este estudo objetivou avaliar e identificar os movimentos de massa acelerados presentes na praia de Lagoa Azeda.

As falésias de Jequiá da Praia são caracterizadas pela presença de arenitos neogênicos alterados, intercalados com faces conglomeráticas e argilosas, em diferentes níveis de pedogenização, algumas bastante friáveis, estruturados na Formação Barreiras. Com a subida das marés, especialmente nas marés de sizígia, as ondas atingem a base da falésia, desagregando continuamente o material sedimentar.

A paisagem estudada apresenta um ambiente bastante dinâmico, marcado por encostas íngremes, cobertura vegetal incipiente, o que as torna propícias a movimentos acelerados de massa, aumentando sua suscetibilidade a desmoronamentos e escorregamentos. Estes movimentos são bastante recorrentes em outras regiões semelhantes no País e causam prejuízos materiais e perdas de vidas. Os planos e ações de prevenção para mitigar tais eventos tem um papel importante no desenvolvimento ordenado territorial, porém os planejamentos nacionais nesse sentido ainda são módicos para combater os riscos (PROJETO GIDES, 2018).

> Dois elementos são essenciais na formulação do risco: o perigo de se ter um evento, fenômeno ou atividade humana potencialmente danosa e a vulnerabilidade, ou seja, o grau de suscetibilidade do elemento exposto ao perigo. Isso indica que o impacto do desastre dependerá das características, probabilidade e intensidade do perigo, bem como da vulnerabilidade das condições físicas, sociais, econômicas e ambientais dos elementos expostos. (TOMINAGA, SANTORO, AMARAL, 2015, p. 150)

Para mitigar possíveis danos sugere-se a identificação das causas da erosão costeira, monitoramento de longo prazo do nível do mar, clima de ondas, evolução do litoral, a elaboração de uma metodologia nacional de mapeamento que possibilite a classificação e a cartografia das áreas de perigo e risco de maneira homogênea (MUEHE, 2005, PROJETO GIDES, 2020). O levantamento bibliográfico apontou escassez de estudos atuais sobre a dinamicidade costeira, a instabilidade de taludes e riscos geomorfológicos em Jequiá da Praia.

Em 2016 o Serviço Geológico do Brasil – CPRM realizou uma ação emergencial para delimitação de áreas de risco a inundações e movimentos de massa nos municípios brasileiros, com o objetivo de setorizar, descrever e classificar as áreas com potencialidade

para Risco Alto e Muito Alto. Nesse documento, Jequiá da Praia foi classificado com áreas de risco baixo (R1), risco médio (R2), risco alto (R3) e risco muito alto (R4).

Foram identificadas evidências de processos erosivos que podem evoluir para deslizamentos e atingir a parte posterior das casas, apresentam vulnerabilidade variando de média a alta, em função de sua qualidade construtiva. Observa-se que no local ainda há residências em área de risco. As chuvas e o despejo de efluentes domésticos, de forma inadequada pode contribuir com a saturação do solo e sua ruptura, parte das residências presente na linha de costa possuem vulnerabilidade variando de média a alta, em função de sua qualidade construtiva e proximidade das cicatrizes erosivas (CPRM, 2016).

Metodologia

A metodologia foi dividida em duas etapas, a caracterização da área de estudo e os procedimentos metodológicos. Na caracterização da área de estudo buscou-se realizar uma descrição geral, já os procedimentos metodológicos incluíram coleta de dados, uso de SIGs, trabalhos de campo, processamento de dados e elaboração de modelos cartográficos. Essa abordagem sistemática possibilitou a obtenção dos resultados para a posterior discussão.

Caracterização da área de estudo

A área de estudo está localizada na praia de Lagoa Azeda, situada na porção Nordeste de Jequiá da Praia (figura 1). Este Município localiza-se no Litoral Sul de Alagoas, na Mesorregião Leste de Alagoas e Microrregião de São Miguel dos Campos, a 62 km da capital, Maceió. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022) este Município possui uma área territorial de 334,265 km² e sua população chega a 9.470 de habitantes.

O relevo faz parte da unidade dos Tabuleiros Costeiros, esta unidade acompanha uma parte do Litoral do Nordeste, apresentando altitudes médias entre 50 e 100 metros. O clima se caracteriza como tropical chuvoso com verão seco, tipo As', conforme classificação de Köppen. A temperatura mínima é de 23º C e a máxima chega a 34º C, com média em torno dos 25º C (BARROS *et al*., 2012, CPRM, 2016, SEPLAG, 2018).

A vegetação é predominantemente do tipo floresta subperenifólia, com partes de floresta subcaducifólia e cerrado/floresta (CPRM, 2016). Anteriormente o tipo de vegetação encontrada no topo das falésias era a Mata Atlântica, com árvores de grande e médio porte, entretanto, atualmente está vegetação é encontrada em zonas isoladas em pequenos fragmentos devido a sua retirada para o plantio de cana-de-açúcar.

As falésias apresentam desestabilidade em sua base principalmente pela abrasão marinha, que origina as reentrâncias erosionais, e a presença de voçorocas, causadas pela erosão pluvial no topo do tabuleiro (MAIA, AMORIM, MEIRELES, 2022) e uso das terras para fins agrícolas.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: autores (2023).

A capacidade de suporte dessa unidade morfológica, em relação às atividades de uso e ocupação e suas propriedades morfodinâmicas e geotécnicas, caracterizou um meio que tende a instabilidade morfodinâmica, principalmente pelas relações entre a transferência de grandes volumes de materiais (sistema erosivo complexo) e o fluxo de energia gerado pelo escoamento pluvial e ação das ondas (MEIRELES, 2014).

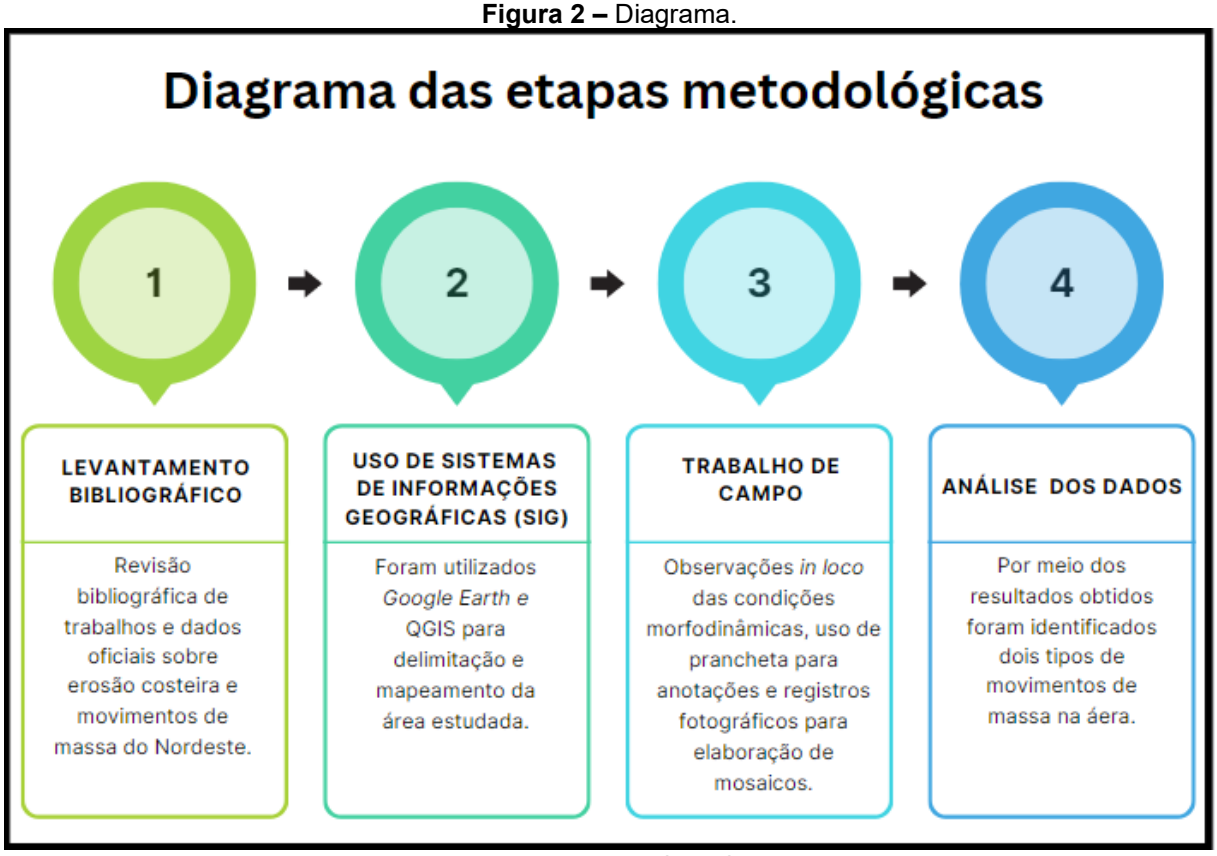
Procedimentos metodológicos

A primeira etapa da pesquisa consistiu na realização do levantamento bibliográfico e cartográfico, com intuito de obter informações, dados e mapeamentos já realizados referentes à processos erosivos e movimentos de massas em falésias na Formação Barreiras em Alagoas e outras porções do Nordeste. Segundo Santos Junior, Araújo e Ferreira (2020, p.36) a falta de dados e estudos sobre o assunto, dificulta o entendimento da erosão costeira local, o que justifica a testagem de novas metodologias. Em seguida, por meio do processamento

de dados espaciais, foi realizada a espacialização e a verificação das falésias da praia de Lagoa Azeda.

Durante o trajeto foi realizado o reconhecimento e análise visual das características morfológicas e geológicas das falésias, como: litologia, feições erosivas, feições estruturais e processos morfodinâmicos. As variantes observadas, somadas a erosão costeira, influenciam nos movimentos de massa que acontecem na região. Por meio da observação em campo e também por registros fotográficos os movimentos de massa foram classificados. Todos os procedimentos gerados ao longo do estudo estão apresentados no diagrama a seguir (figura2).

Figura 2 – Diagrama.



Fonte: autores (2023).

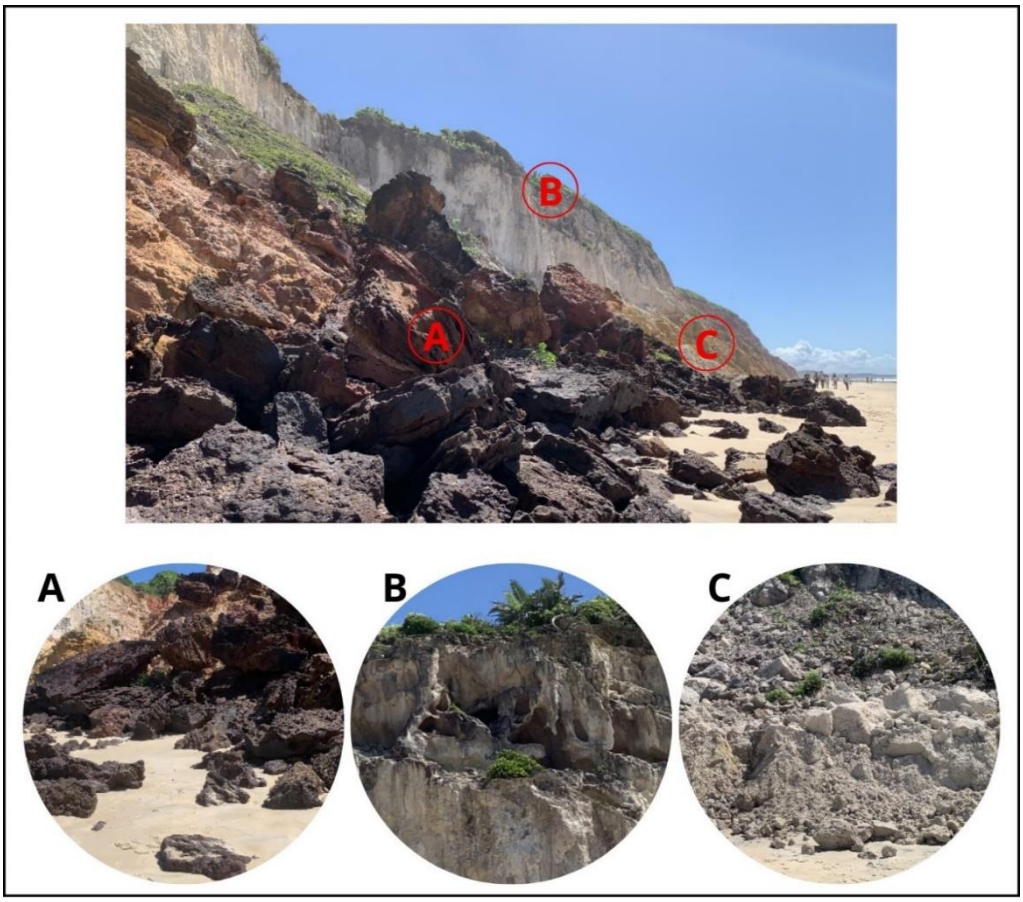
Resultados e discussão

A erosão costeira desencadeia três tipos de movimentos de massa principais nas falésias: escorregamentos, deslizamentos e quedas de blocos, que acumulam material, ora na forma os depósitos de *tálus* na base da encosta, ora esses empilhamentos rudáceos estão sobrepostos por rampas de colúvio, seja por recorrência de eventos ou fixação e compactação, efeitos da erodibilidade da encosta.

Em alguns pontos elevados dos taludes nota-se a presença de morfologias cársticas, derivadas da dissolução de níveis arenosos, intemperismo químico, no *front* da escarpa, gerando cavas e contribuindo na desestabilização da estrutura da encosta (figura 3). Já na

base, a variação do tamanho de blocos colapsados e seus volumes depende da intensidade da energia de solapamento basal, da natureza litoestatigráfica, fraturas e sets de juntas na encosta (AMORIM e MAIA, 2022).

Figura 3 – (A) Duricrostas ferruginosas, colapsadas; (B) feições cársticas, dissolução em arenitos e; (C) depósito de *tálus*, composto por diversas litologias.



Fonte: autores (2023).

Nos depósitos de sopés das falésias encontra-se blocos de arenitos, conglomerados cimentados por óxido de Fe (ferricretes) de diferentes tamanhos, eles podem variar de centímetros a diversos metros cúbicos, formando grupamentos. Sua distribuição e estabilidade na planície costeira, pode atuar dissipando a energia das ondas e protegendo a base da encosta da ação direta do mar, por algum tempo (SILVA *et al*, 2020, p. 452).

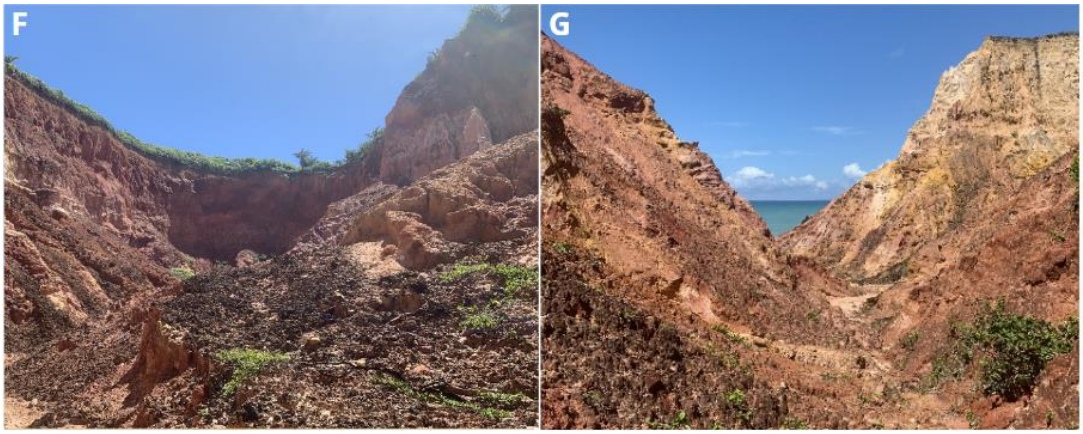
A face das escarpas exibe variações de tons de cores laranja, vermelho, amarelo, cinza e branco, perfazendo ora a composição da deposição, ora processos secundários de migração de materiais do perfil e diferentes níveis de cimentação de óxidos de Fe_2O_3 (figura 4). A maior presença de cimento ferroso aumenta a resistência das litologias ao intemperismo, conservando níveis ferruginosos compactos no perfil da escarpa, estruturados em degraus escalonados, principalmente nas cicatrizes de voçorocamento. São essas as áreas fontes dos blocos e matacões que se acumulam nos depósitos de *tálus*.

No topo do talude a vegetação de restinga (figura 5) é escassa, sua retirada está sendo feita para o plantio de cana-de-açúcar. Esta ação antrópica é um dos principais fatores aceleradores do processo erosivo (CORRÊA, *et al*, 2017), pois a encosta está recebendo fluxos canalizados diretos, consequentemente aceleração da morfodinâmica superficial, levando a quebra da estabilidade dos taludes. As mudanças geradas corroboram com o surgimento de sulcos, ravinas e voçorocas (figura 5) tais processos evidenciam estágios de moderados a avançados de erosão, sendo condicionados principalmente pelo escoamento superficial concentrado e afloramentos do lençol freático nas cicatrizes erosivas, base dos voçorocamento (VERDUM, VIEIRA, CANEPPELE, 2016).

Figura 4 – Falésias em tons acinzentados, amarelados (D) e avermelhados (E).

Fonte: autores (2023).

Figura 5 – (F) Voçoroca fotografada de frente e (G) boçoroca com mar ao fundo.



Fonte: autores (2023).

Os processos erosivos identificados, bem como, seus diferentes níveis de distribuição e intensidade fazem parte da morfodinâmica local, ou seja, são naturais, no entanto, algumas atividades relacionadas as formas de apropriação e uso das terras podem intensificar a instabilidade das encostas, como edificações na linha de costa (figura 6), na base e topo das falésias, despejo de efluentes domésticos, rede de escoamento pluvial jogada diretamente na

encosta, atividades agrícolas, com canalização do escoamento superficial, entre outras, contribui para a saturação do solo nos períodos chuvosos, levando ao colapso dos taludes.

Figura 6 – Casas desocupadas com vegetação na base (H) e com cimentação (I).

Fonte: autores (2023).

Ao longo dos últimos anos alguns imóveis foram interditados, condenados e desocupados devido aos riscos de desmoronamento frente a erosão costeira, mas ainda há pessoas residindo nas áreas de risco. Algumas das residências desocupadas foram destelhadas e quase não há portas e janelas, a retirada destes elementos evidencia a desocupação, mas sua manutenção na paisagem está ligada a questões de discussão fundiária, a falta de planejamento, gestão e fiscalização da Zona Costeira local.

A ocupação de falésias sem planejamento ou critério técnico, bem como a ocupação das planícies de inundação dos principais cursos d'água que cortam a maioria dos municípios do País, tem sido um dos principais causadores de mortes e de grandes perdas materiais nessas regiões. Jequiá da Praia apresenta alta suscetibilidade e alta vulnerabilidade, destarte é caracterizado como uma área de risco geomorfológico intenso (CPRM, 2016). Frente a isso, faz-se necessário novos estudos que ajudem a entender as dinâmicas naturais, ambientais, socioeconômicas e culturais, bem como, esses elementos fazem parte do planejamento e gestão territorial ou não do Município.

Considerações finais

Diversos são os elementos que configuram a morfodinâmica das falésias de Jequiá da Praia, formando um geossistema complexo. O estudo identificou que há mais de um tipo de movimento de massa nas escarpas do Município, desencadeados principalmente pela forte ação das ondas sob a base da falésia, recebendo influencia também das precipitações, que podem causar a percolação de fluido nas fraturas dos taludes e pelas ações antrópicas do

uso e ocupação das terras no Município, a exemplo da retirada da vegetação de restinga e o despejo inadequado de efluentes.

A erosão desencadeia os movimentos de massa e ambos podem representar riscos aos moradores e visitantes na área, especialmente no período de maré alta, quando as pessoas tendem a ficar próximas à base da encosta e não há nenhuma placa ou sinalização de perigo na região. Durante os eventos de ressacas de maré e marés de sizígia, maiores marés, há aceleração da abrasão marinha, desencadeando processos de remoção de material basal das encostas, levando-as a um colapso, com forte queda de blocos.

Algumas medidas mitigadoras podem contribuir na conscientização dos riscos e nos danos causados, como: placas indicando perigo na parte superior e inferior do talude, monitoramento e mapeamento dos pontos que apresentam maior risco geomorfológico, utilização de ferramentas estatísticas de modelagem de cenários futuros de instabilidade. No entanto, tais ações necessitam de maior clareza por parte da Administração Pública sobre quais medidas devem ser utilizadas no combate aos danos geradas pelo risco em seu território e ações de prevenção junto a Defesa Civil, bombeiros e sociedade civil organizada.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, bem como, ao Programa pós-graduação em Geografia (PPGG) e ao Laboratório de Geologia da Universidade Federal de Alagoas.

Referências

ARAÚJO, T. C. M. Erosão e progradação do litoral brasileiro | Alagoas. *In:* MUEHE, Dieter. (org.). Erosão e progradação no litoral brasileiro. Brasília: MMA, 2006. p. 197-212.

BARROS, A. H.; FILHO, J. C. A.; SILVA, A. B.; SANTIAGO, G. A. C. F. Climatologia do Estado de Alagoas. Recife: Embrapa Solos, 2012.

CORREA, E. A.; MORAES, I. C.; CUNHA, C. M. L. da.; PINTO, S. dos A. F. (2018). Influência do cultivo de cana-de-açúcar nas perdas de solo por erosão hídrica em cambissolos no estado de São Paulo. Revista Brasileira De Geomorfologia, 19(2). São Paulo, v.19, n.2, p.231-243, 2018

MENDONÇA, M. F. de; NÓBREGA, R. L. B. da; COSTA, A. L. da. Vulnerabilidade climática e impactos na agricultura familiar no semiárido nordestino. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 13, n. 4, p. 1481-1496, 2020.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Inundações e Movimentos de Massa - Jequiá da Praia – AL. CPRM/SGB – Serviço Geológico do Brasil, 2016.

GIDES; Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Desastres Naturais -PROJETO GIDES. CPRM, Rio de Janeiro 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades e Estados. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/jequia-da-praia.html. Acesso em: 10 jul. 2023.

MAIA, R. P.; AMORIM, R. F. Aspectos morfoestruturais e fatores erosivos em Falésias. O caso de Pipa – RN. Revista Brasileira de Geomorfologia. v. 23, n. 4, p. 2001 – 2009, 2022.

MAIA, R. P.; AMORIM, R. de F.; MEIRELES, A. J. A. Falésias: Origem Evolução Risco. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022

MEIRELES, A. J. A. Geomorfologia costeira: funções ambientais e sociais. 2. ed. Fortaleza: Edicões UFC, 2014.

MUEHE, D. Aspectos gerais da erosão costeira no Brasil. Mercator - Revista de Geografia da UFC. Fortaleza, v. 4, n. 7, p. 97–110, 2005.

SEPLAG. Perfil Municipal de Jequiá da Praia. Maceió: Secretária de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio, p. 1 – 35, 2018.

SANTOS JÚNIOR, J. F.; ARAUJO, E. M. M.; FERREIRA, B. Erosão costeira no município de Barra de Santo Antônio, litoral norte de Alagoas. Arquivos de Ciências do Mar. Fortaleza, v. 53, n. Especial, p. 34 – 42, 2020.

SILVA, B. M. F.; SANTOS JÚNIOR, O. F.; FREITAS NETO, O.; SCUDELARI, A. C. Erosão em falésias costeiras e movimentos de massa no Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil. Revista Geociências. São Paulo, v. 39, n. 2, p. 447 - 461, 2020.

SILVA, H. H. N. Classificação granulométrica das praias de Jequiá e proposta de recuperação de área degradada no povoado de Lagoa Azeda - Litoral Sul de Alagoas. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

TOMINAGA, L.K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. do (Org.). Desastres naturais: conhecer para prevenir. 3. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2015.

VERDUM, R. VIEIRA, C. L. CANEPPELE, J. C. Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016.

Movimentos de massa na Praia de Carro Quebrado – Passo de Camaragibe, Alagoas: Contexto de riscos em falésias em áreas turísticas

Mass Movements at Carro Quebrado Beach - Passo de Camaragibe, Alagoas: risk context in cliff areas at touristic sites

José Gomes dos Santos Leal Neto
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0001-1165-948X
gomesleal2014@gmail.com

Diva Cristina B. Suruagy
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0002-8292-915X
divasuruagy@hotmail.com

Mikael Eduardo Silva Ferreira
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0003-1280-8744
mikael.ferreira@igdema.ufal.br

João Pedro Luiz Santos da Silva
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0002-4905-7468
joaopedro.luiiz@gmail.com

Bruno Ferreira
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0003-1237-1805
brunge2005@gmail.com

Resumo: Esta pesquisa compreende uma análise geomorfológica da susceptibilidade a movimentos de massa nas falésias da praia de Carro Quebrado, situada no Litoral Norte de Alagoas. A área de estudo consiste em um trecho composto por falésias íngremes, estruturadas sobre a Formação Barreiras, de idade plio-plestocênica. O conjunto metodológico do estudo está segmentado em duas partes, a caracterização da área de estudo e os procedimentos metodológicos. Na primeira buscou-se realizar uma descrição geral, já os procedimentos metodológicos incluíram levantamento de dados, uso de SIGs, análises e procedimentos de campo, processamento de dados e elaboração de modelos cartográficos. Para obtenção dos resultados a área de estudo foi dividida em três setores, cada um foi analisado por meio de checklist, SIGs, apresentando aspectos distintos. Os resultados, quando consultados, pode subsidiar iniciativas de planejamento e gestão territorial na área, incluindo ações de conservação ambiental e incentivo ao potencial econômico local.
Palavras-chave: Geomorfologia; Risco; Praia; Taludes.

Abstract: This research comprises a geomorphological analysis of susceptibility to mass movements on the cliffs of Carro Quebrado Beach, located on the Northern Coast of Alagoas. The study area consists of a section composed of steep cliffs, structured over the Barreiras Formation of Plio-Pleistocene age. The methodological framework of the study is divided into two parts, the characterization of the study area and the methodological procedures. In the first part, a general description was sought, while the methodological procedures included data collection, GIS utilization, analysis, field procedures, data processing, and the development of cartographic models. To obtain the results, the study area was divided into three sectors, each of which was analyzed using checklists and GIS, presenting distinct aspects. The results, when consulted, can support initiatives for planning and territorial management in the area, including environmental conservation actions and the promotion of local economic potential.
Keywords: Geomorphology; Risk; Beach; Slopes.

Introdução

O presente estudo compreende uma análise geomorfológica da susceptibilidade a movimentos de massa nas falésias da praia de Carro Quebrado, no município de Passo de Camaragibe, situadas no Litoral Norte de Alagoas. A área de estudo consiste, geologicamente e geomorfologicamente, em um trecho composto por falésias íngremes e escalonadas, estruturadas sobre a Formação Barreiras, de idade plio-plestocênica.

A praia de Carro Quebrado compreende um conhecido polo turístico na Zona Costeira do Litoral Norte de Alagoas. Famosa por suas falésias, a região apresenta um forte apelo a atividades de visitação e lazer, frente a sua geodiversidade, traduzida em suas belezas cênicas. Arrecifes e águas claras e mornas completam o cenário que atrai cada vez mais visitantes ao longo dos anos.

O Instituto Brasileiros de Geografia e Estatística - IBGE (2009), em seu manual técnico de geomorfologia, define as falésias como uma “forma costeira abrupta esculpida por processos erosivos marinhos de alta energia. Ocorre no limite entre as formas continentais e a praia atual, em trechos de costas altas”. Corroborando com esta citação, Silva et al. (2020, p. 448) as define como a “borda dos tabuleiros, as quais foram formadas principalmente pela ação erosiva do mar” sobre os sedimentos da Formação Barreiras.

Com relação ao seu estágio evolutivo, morfodinâmica e modelagem atuais, as falésias podem ser classificadas como ativas ou inativas. As falésias são ativas ou vivas – quando as ondas estão solapando a base, abrasão marinha atual, e inativas ou mortas, quando as marés mais altas já não atingem mais a base dos taludes, geralmente protegidas por uma faixa arenosa (MAIA et al., 2022, p. 9). As falésias compreendem áreas fontes para a retroalimentação de areias no ambiente praial, exercendo função ambiental na proteção da linha de costa, recarga de aquíferos subterrâneos, conservação da vegetação, além de apelo paisagístico, na atração de visitantes para atividades turísticas (CÂMARA e SILVA, 2021).

Uma vez que a praia de Carro Quebrado compreende um conhecido polo turístico do Litoral Norte de Alagoas, a identificação e classificação de áreas com uma menor probabilidade de risco de movimento de massas, pode subsidiar a elaboração de políticas de planejamento e gerenciamento de atividades turísticas na área. O turismo constitui atividade econômica importante no Estado, o qual tem conseguido atrair investimentos nacionais e internacionais, implantação de empreendimentos ligados ao setor hoteleiro.

Nos últimos anos houve o aumento das atividades turísticas na porção norte do Litoral do Estado. Esse acréscimo da atividade turística vem aumentando a demanda por dados que

subsidiem o planejamento territorial e a tomada de decisão tanto pelo Poder Público quanto pela iniciativa privada na área, com vistas a sua conservação ambiental e desenvolvimento do potencial econômico local.

Compreender a origem e evolução da modelagem terrestre é crucial para entender o ambiente natural, fornecendo a base essencial para estudos e planejamento geográfico (Ferreira 1999, p. 9). Desta forma, a presença das falésias ativas e a dinâmica dos processos presentes nos ambientes costeiros devem ser levados em conta no planejamento territorial e turístico municipal.

A necessidade de entender os riscos geomorfológicos, processos morfodinâmicos que podem pôr em risco a população e áreas edificadas, frente as formas da ocupação de uso das terras devem ir além das preocupações econômicas. Um exemplo dessa necessidade pode ser evidenciado quando há movimentos rápidos de massa, cada vez mais recorrentes em pontos turísticos, e que podem levar a vítimas fatais. Como o que ocorreu na falésia da Praia de Pipa, Tibau do Sul - RN, em 2020, vitimando uma família com três pessoas.

Segundo Pacheco, Freitas Neto e Severo (2006, p. 81-82) citando Santos Jr. e Nóbrega (2000), chamam atenção para o fato de que, quando se estuda uma falésia, independente dos objetivos, é necessário a identificação e a classificação dos vários tipos de movimento de massa presentes e potenciais, bem como os seus aspectos morfológicos e geológicos, a velocidade, a causa da perda de estabilidade morfodinâmica e a classificação e descrição dos materiais.

Segundo a conceituação adotada pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2018), os movimentos de massa podem ser compreendidos como:

> O movimento de solo, rocha e/ou vegetação ao longo da vertente, sob a ação direta da gravidade. A contribuição de outro meio, como água ou gelo, se dá pela redução da resistência dos materiais de vertente e/ou pela indução do comportamento plástico e fluido dos solos (TOMINAGA, 2012, p. 27).

Ao se estudar as ocorrências de movimento de massa, Silva (2019), indica a necessidade da realização de uma análise detalhada da estabilidade morfodinâmica dos taludes como ponto de partida para os estudos. O autor afirma que os movimentos de massa podem ser classificados em 6 tipos principais: quedas, tombamentos, deslizamentos, espalhamentos, escoamentos e deformações em taludes. Esta noção atrelada a interação da sociedade com a área em estudo, apresenta a dinâmica socioambiental neste ambiente, seus impactos e consequentemente os riscos potenciais, bem como, seus possíveis danos socioeconômicos e potenciais vítimas.

Desta forma, a presente pesquisa objetivou realizar um estudo geomorfológico nas falésias da praia de Carro Quebrado, abordando suas características geológicas, morfologias,

processos morfodinâmicos e grau de estabilidade dos taludes. Nesse sentido, os produtos gerados poderão subsidiar ações voltadas ao estudo, planejamento e gestão territorial dessa porção do Estado de Alagoas.

Metodologia

O conjunto metodológico do estudo está segmentado em duas partes, a caracterização da área de estudo e os procedimentos metodológicos. Na primeira buscou-se realizar uma descrição geral, já os procedimentos metodológicos incluíram levantamento de dados, uso de SIGs, análises e procedimentos de campo, processamento de dados e elaboração de modelos cartográficos. Essa abordagem sistemática possibilitou a obtenção dos resultados para a posterior discussão.

Caracterização da área de estudo

A área de estudo compreende a praia de Carro Quebrado, localizada na porção sul do município de Passo de Camaragibe, porção sul-sudeste (figura 1). Distante, aproximadamente, 51,28 km de Maceió, no Litoral Norte de Alagoas, situado na Região Intermediária de Maceió, e na Região Imediata de Porto Calvo - São Luís do Quitunde. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022), esse Município possui uma área territorial de 251,290 km² e sua população atual chega 13.804 habitantes.

A porção analisada consiste em um trecho composto por falésias em diversos graus de estabilidade, atividade e/ou estabilização, com cerca de 3,8km de extensão, paralelos a linha de costa. Essa paisagem possui um forte apelo as atividades de visitação e lazer, frente a sua geodiversidade, traduzida em suas belezas naturais, beleza cênica e águas claras e mornas. Ao longo do trecho percorrido, foram identificados processos erosivos de longo, médio e curto prazos, evidenciados em diversos estágios de esculturação morfológica, marcadamente, cavas basais, voçorocamentos e terraceamentos.

Do ponto de vista climatológico, predomina um clima úmido, conforme a classificação de Köppen, do tipo AMS', tropical chuvoso, apresentando um período seco no verão, e temperaturas variando entre 23° a 28°C ao longo do ano (Araújo et al., 2006.). Essas condições climáticas contribuem ora para uma maior instabilidade dos taludes, frente a intensa morfodinâmica, ora para a estabilização dos mesmos com fixação derivada da colonização vegetal, perenifólia e semicaducifólia.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: Os autores (2023).

As falésias possuem ainda diferentes estágios de desenvolvimento e estabilidade geomorfológica, intimamente ligadas as suas características litológicas e estruturais, características da Formação Barreiras, leques de arenitos e conglomerados, intercalados com lentes argilosas, com idade plio-plestocênica. A maior parte das falésias são consideradas como "vivas", já que sofrem a influência da abrasão marinha ao menos em parte do ano.

O pós-praia da área aparece em apenas alguns setores, ocupando um curto espaço, estruturados em estreitos terraços arenosos com diferentes sazonalidades. Diniz e Oliveira (2016, p. 582), em seu estudo sobre proposta de compartimentação em mesoescala para o Litoral do Nordeste Brasileiro, apontam que a ampla presença de falésias ativas contribui para que a planície costeira seja bastante estreita no Litoral Oriental da Região, especialmente no trecho entre o Sul do Rio Grande do Norte e a Foz do São Francisco, entre Alagoas e Sergipe (DINIZ E OLIVEIRA, 2016).

Procedimentos metodológicos

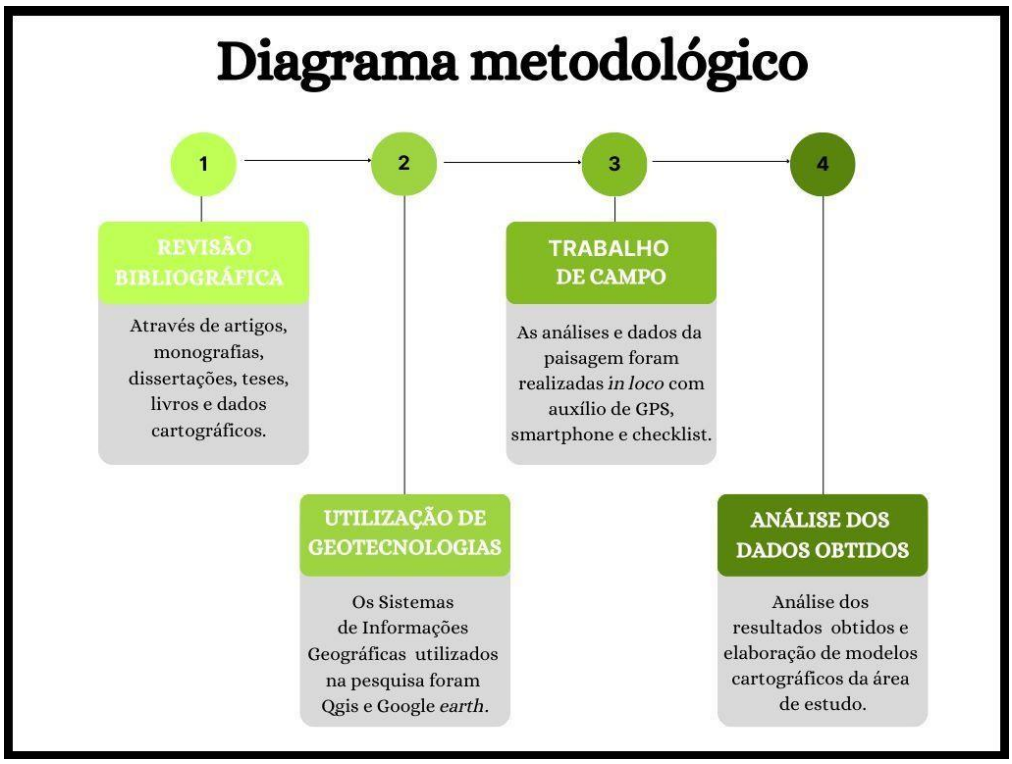
Durante o desenvolvimento da pesquisa, foi realizado um levantamento bibliográfico e cartográfico, busca de informações, dados e mapeamentos já realizados referentes à

processos erosivos e movimentos de massas em falésias na Formação Barreiras em Alagoas e outras porções do Território Brasileiro. Nessa etapa buscou-se as bases metodológicas, bem como, objetivou-se correlacionar as informações obtidas com a área em estudo.

Em seguida, por meio do processamento de dados espaciais, foi realizada a espacialização e a verificação das falésias de Carro Quebrado. As etapas de campo compreenderam percursos de aproximadamente 3,0 km de praia. Durante o trajeto foi realizado o reconhecimento da área, escolhas de áreas amostrais significativas e a realização de procedimentos de coletas de dados para a realização dos mapeamentos.

Por meio do uso de checklist, aplicado com equidistância de 200 metros, foram registradas as observações e classificações das características estruturais, litológicas e morfológicas dos taludes. Além das observações a respeito de atividades socioeconômicas e estruturas edificadas presentes. O conjunto dos procedimentos metodológicos está inserido no diagrama a seguir (figura 2).

Figura 2: Diagrama.



Fonte: Os autores (2023).

Para Camara (2018), o uso de checklist na linha de costa é imprescindível para a identificação dos pontos onde ocorrem maiores recuos e maior intensidade da erosão. Já que as evidências das cicatrizes erosivas ficam registradas nas morfologias locais. O modelo de checklist adotado neste trabalho foi uma adaptação do checklist utilizados por Braga (2005) e

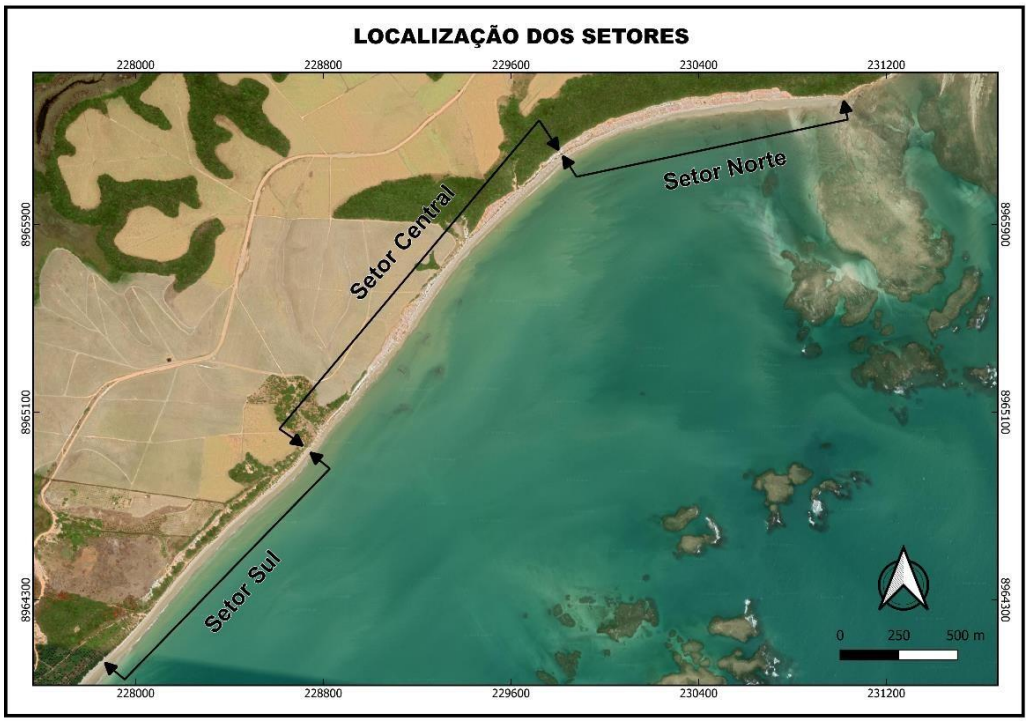
Camara (2018), no qual são levados em considerações as características morfológicas, evidências de estabilidade e a cobertura vegetal.

Com a observação em campo, aplicação dos checklists e também por registros fotográficos, foi possível regionalizar a Praia em três setores: Norte; Central e; Sul. Essa classificação teve como base as morfologias e variantes observadas, as quais influenciam na susceptibilidade a movimentos de massa nas falésias. Essa caracterização teve como base metodológica o Relatório Técnico Projeto Falésias, desenvolvido no estado do Rio Grande do Norte em 2021, após eventos trágicos envolvendo a perda de vidas na praia de Pipa em 2020.

Resultados e discussão

Os resultados do estudo foram organizados e apresentados, conforme suas características geomorfológicas e de estabilidade, por setores, como mostra a figura 3:

Figura 3 – Mapa de definição dos setores.



Fonte: Os autores (2023).

Setor Norte

O Setor Norte apresenta falésias ativas, mas com maior estabilidade quando comparado ao Setor Central, seguinte. É marcado pela presença da vegetação em sua base e na escarpa, apesar de esparsa, comparado ao Setor Sul. O topo dessas falésias possui vegetação arbórea de médio e grande porte (figura 4). Diferente do Setor Central, aqui há o

acúmulo de depósitos de sedimentos, principalmente os que são abastecidos pelas falésias, na forma de rampa de colúvio de sedimentos inconsolidados.

Figura 4 – Vista de sul para norte de área representativa do Setor Norte (A); Vista oposta a anterior, aqui de norte para o sul (B).

Fonte: Os autores (2023).

No extremo norte deste setor há a presença de falésias íngremes e densamente vegetadas em sua face. Apesar da proteção vegetal nesse trecho, as falésias aqui também são ativas, sofrendo influência direta da abrasão marinha. No entanto, a presença das rampas de colúvio apresentam-se como fatores atenuantes para uma maior ação da abrasão marinha no sopé das encostas. Também podem ser encontrados trechos estruturados em folhelhos, litologias mais litificadas, oferecendo maior resistência a base das falésias. Essas rochas estão restritas ao extremo norte do Setor Norte.

Setor Central

O Setor Central é caracterizado pela presença de falésias ativas, belezas cênicas e, consequentemente infraestrutura de acesso e laser, com maior presença da atividade turística em toda Praia. A paisagem é composta por falésias íngremes e falésias escalonadas em degraus, patamares estruturais de controle litológico (figura 5). Este é o setor que mais apresenta risco para os visitantes, devido a maior instabilidade das escarpas. Em todo trecho é possível identificar marcas de deslizamentos recentes e antigos.

Figura 5 – Falésias íngremes (C) e falésias escalonadas (D) em Carro Quebrado.

Fonte: Os autores (2023).

O aumento do nível de risco aos visitantes neste setor se deve ao fato deste apresentar maior susceptibilidade a erosão, evidenciado pela presença de cicatrizes erosivas, desnivelamentos, cavas na base da falésia e patamares escalonados. Nesse sentido, o Projeto Falésias (2021, p. 155 e 156) apontou fatores que devem ser considerados para saber se um ambiente de falésia ativa possui maior ou menor instabilidade, esses são: grau de diagênese e laterização; grau de fraturamento; ângulo da escarpa; estratigrafia do depósito; posição da falésia em relação à linha de costa; ângulo de ataque do trend de ondas; ocorrência de rampa de talus e/ou colúvio; existência de feições erosivas pluviais; presença de berma; presença de vegetação na encosta.

As encostas possuem declividades acentuadas ≥ 45°, cobertura vegetal rala e esparsa em sua base e meia encosta, o que favorece a ação da abrasão marinha e processos superficiais de origem pluvial. A erosão marinha não favorece a consolidação de rampas de colúvio, derivadas do empilhamento sedimentar, sua presença foi encontrada apenas em porções restritas. Isso se deve pela ação marinha no período de preamar, que removem rapidamente esses depósitos inconsolidados, e mantem o ângulo abrupto nas escarpas (PROJETO FALÉSIAS, 2021, p. 97). Todos esses elementos favorecem a maior instabilidade no setor.

A erosão pluvial, em algumas canalizações de fluxo, no topo do tabuleiro, também incide diretamente sobre a encosta, causando o desgaste desta e afetando a sua estabilidade, ravinamentos e voçorocamentos. Foi possível identificar trechos onde a ação antrópica, correlacionada a atividade do turismo, vem intensificando a ação da erosão pluvial (figura 6). Esses fluxos superficiais vêm contribuindo para a formação de sulcos e ravinas no terreno, nas áreas de trilhas e corredores de acesso as edificações rústicas de laser, presentes no sopé das falésias, quando de um estreito depósito arenoso. Esses processos, a médio e longo prazos, podem ter efeitos significativos na paisagem e na dinâmica dos ecossistemas, afetando o turismo local.

Figura 6 – Estrutura de acesso (E) e ravinamento em acesso à praia de Carra Quebrado (F).

Fonte: Os autores (2023).

Setor Sul

O Setor Sul é caracterizado pela predominância de paleofalésias, onde as encostas apresentam níveis mais elevados de estabilidade e cobertura vegetal adensada e de grande porte. As ondas não escovam o pé dessas falésias e em todo setor é possível encontrar a presença de vegetação no topo, na face e na base das falésias. A encosta do tabuleiro é protegida por vegetação densa. A presença de vegetação na base dessa morfologia é um indicativo de que essas áreas não estão mais sofrendo com a ação da abrasão marinha, o que possibilita a deposição de areias e a formação de uma planície costeira de largura variável e com presença de vegetação pioneira de restinga (figura 7).

Figura 7 – Dunas frontais com a presença de vegetação pioneira (G); Encosta do tabuleiro protegida por vegetação (H).

Fonte: Os autores (2023).

Este é o único trecho da Praia onde é encontrado setores praiais escalonados, praia e pós-praia, bem definidos e com certo histórico de permanência na paisagem. Nessas unidades morfológicas há a presença de cobertura vegetal composta por gramíneas, salsa de praia, coqueiros, e algumas outras espécies arbóreas, nativas e exóticas. Ainda é possível encontrar a presença dunas frontais, cobertas vegetação pioneira incipiente, evidências de estabilização, mesmo que processo inicial.

Considerações finais

Os ambientes naturais estão inseridos em sistemas naturais dinâmicos, cuja funcionalidade se dá pela translocação de energia e matérias, seus geossistemas (CHÁVEZ et al., 2019). Esse dinamismo processual é responsável pela contínua elaboração e reafeiçoamento das formas de relevo, o que, muitas vezes, traduzindo-se em risco na ocupação e estruturas edificadas nessas áreas. Nos ambientes costeiros, a erosão acelerada tende a ser realidade comum, especialmente quando as características naturais e as limitações em seu uso não são inseridas no processo de planejamento, gestão e fiscalização das atividades desenvolvidas nessas áreas. Características presentes na área estudada e que possibilitaram correlações com dados presentes nas bibliografias consultadas.

Realizar estudos que subsidiem o conhecimento das características naturais, processos dinâmicos, funcionamento da paisagem, pode e deve subsidiar tanto novos estudos quanto possibilitar ao Poder Público e iniciativa privada informações que auxiliem no planejamento das atividades a serem implantadas na região. Constituindo um banco de dados de acesso livre que pode oferecer as informações necessárias para desenvolver ações que garantam a segurança e a proteção da vida dos turistas e residentes. Desta forma, este estudo, mesmo constituindo iniciativa inicial de estudo da área, pode auxiliar o setor turístico no planejamento de suas ações no local.

A carência de estudos geomorfológicos na área investigada, observada no levantamento bibliográfico, tende a dificultar o conhecimento sobre a morfodinâmica dos taludes e sua inserção no planejamento das atividades de turismo e lazer, o que pode acarretar em risco potenciais aos visitantes. Estudos como o aqui proposto tendem a gerar conhecimentos sobre esses ambientes favorecendo a discussão do tema na região, subsidiando iniciativas de planejamento e gestão territorial na área, incluindo iniciativas de conservação ambiental e incentivo ao desenvolvimento de seu potencial econômico.

Para conscientização do risco e redução dos possíveis danos, diversas medidas mitigadoras podem ser adotadas, tais como: instalação de placas de alerta indicando perigo, tanto na parte superior como na inferior da falésia; implementação de monitoramento e mapeamento detalhado dos pontos mais suscetíveis a riscos geomorfológicos; emprego de ferramentas estatísticas para análise e previsão; maior transparência por parte da administração pública quanto às ações a serem tomadas no enfrentamento dos danos causados pelo risco em seu território; e o estabelecimento de ações preventivas em colaboração com órgãos públicos e a população civil. As quais não fazem parte do escopo inicial de objetivos do presente estudo, podendo ser incluídas em análises posteriores na área.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro, bem como, ao Programa pós-graduação em Geografia (PPGG) e ao Laboratório de Geologia da Universidade Federal de Alagoas.

Referências

AMORIM, R. F.; MAIA, R. P. Diagnóstico e apontamentos de medidas mitigadoras para o contexto de riscos nas falésias de Pipa e Barra de Tabatinga - RN / Relatório Técnico Projeto Falésias, UFRN-UFC-MDR, Natal, 2021.

ARAÚJO, T. C. M. Erosão e progradação do litoral brasileiro | Alagoas. In: MUEHE, Dieter. (Orgs.). Erosão e progradação no litoral brasileiro. Brasília: MMA, 2006. p. 197-212.

CAMARA, M. R. Análise do recuo de falésias no litoral do estado do Rio Grande do Norte. 2018. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018.

CÂMARA, I. F.; SILVA, R. R. Mapeamento e evolução da ocupação irregular em falésias do litoral leste cearense, nordeste do Brasil. Revista Geociências. São Paulo, v. 40, n. 4, p. 1033-1046, fev. 2021.

CHÁVEZ, E. S.; MATEO RODRÍGUEZ, J. M.; CAVALCANTI, L. C. S.; BRAZ, A. M. Cartografía

de los paisajes: teoría y aplicación. Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente. v. 1, n. 1, p. 7-29, oct. 2019.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Manual de Mapeamento de Perigo e Risco a Movimentos Gravitacionais de Massa – Projeto de Fortalecimento da Estratégia Nacional de Gestão Integrada de Desastres Naturais – Projeto GIDES. 1. ed. Rio de Janeiro: CPRM/SGB – Serviço Geológico do Brasil, 2018. 213 p.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P. Proposta de compartimentação em mesoescala para o litoral do nordeste brasileiro. Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, v.17, n. 3, p. 565 - 590, jul./set. 2016.

FERREIRA, R. V. Geomorfologia da região de Japaratinga – AL. 1999. 85 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades e Estados. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/passo-de-camaragibe.html. Acesso em: 24 jul. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico de geomorfologia. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p.

MAIA, R. P.; AMORIM, R. F.; MEIRELES, A. J. A. Falésias: origem, evolução, risco. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022.

PACHECO, G. H. S.; FREITAS NETO, O.; SEVERO, R. N. F. Análise da estabilidade das falésias de Tibau do Sul por métodos de equilíbrio-limite. Holos. Ano 22, out. 2006.

SILVA, B. M. F. Análise probabilística de estabilidade de falésias no litoral do RN. 2019. 271 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

O Geossistema e a Análise da Paisagem: Breves Notas

The Geossystem and Landscape Analysis: Brief Notes

Anderson Felipe Leite dos Santos
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
https://orcid.org/0000-0002-1947-5175
anderson.felipe@unesp.br

Joyce Ferreira Gomes
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-5263-9848
joyce.mestradogeografia@gmail.com

Alisson Rodrigo Leite dos Santos
Universidade Estadual da Paraíba
https://orcid.org/0000-0001-6639-3239
alissonagro10@gmail.com

Resumo: Este trabalho tem como objetivo apresentar algumas reflexões sobre o modelo teórico-metodológico do geossistema na análise e compreensão da paisagem, centrado principalmente na perspectiva de Georges Bertrand. Metodologicamente, optou-se por uma pesquisa de caráter bibliográfico, realizada em periódicos e revistas indexadas nacionais e internacionais, obtidos por meio da Base Nacional de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior, Google Acadêmico e Scielo. Para o desenvolvimento do trabalho, foi utilizada uma leitura sistemática, a fim de obter as categorias necessárias para o aprofundamento e discussão acerca do geossistema e a análise da paisagem. A partir dos resultados obtidos, constatou-se que o geossistema possui diversas abordagens a depender da escola destacada, não sendo um conjunto perfeitamente homogêneo. No mais, para Bertrand, é na escala dos geossistemas que se situa a maior parte dos fenômenos de interferência entre os elementos da paisagem e que envolve as combinações dialéticas mais interessantes para os geógrafos.

Palavras-chave: Geografia física. Georges Bertrand. Geossistema.

Abstract: This work aims to present some reflections on the theoretical-methodological model of the geosystem in the analysis and understanding of the landscape, centered mainly on the perspective of Georges Bertrand. Methodologically, we opted for a bibliographical research, carried out in national and international indexed journals and magazines, obtained through the National Journal Base of the Higher Level Improvement Coordination, Google Scholar and Scielo. For the development of the work, a systematic reading was used, in order to obtain the necessary categories for the deepening and discussion about the geosystem and the analysis of the landscape. From the obtained results, it was verified that the geosystem has several approaches depending on the highlighted school, not being a perfectly homogeneous set. Moreover, for Bertrand, it is on the scale of geosystems that most of the phenomena of interference between landscape elements are located and which involves the most interesting dialectical combinations for geographers.

Keywords: Physical geography. Georges Bertrand. Geosystem.

Introdução

O geossistema está dentro da teoria estruturalista, que deve entender as dinâmicas naturais, "se inspira na geografia física soviética, na ecologia americana e em diversos 'land-use' (uso da terra) e 'landscape science' (ciência da paisagem) anglo-saxões. É o conceito central e centralizador de uma geografia física em vias de reconstrução" (BERTRAND, 1991, p. 97). Nesse sentido, contempla três subsistemas, sendo eles: o potencial ecológico

(geomorfologia + clima + hidrologia); a exploração biológica (vegetação + solo + fauna) e a ação antrópica, que leva a teoria da antropização.

De acordo com Bertrand (1991, p. 93), “O antrópico é o conjunto das formas e a antropização é o conjunto dos processos materiais e imateriais que nascem da interação entre os sistemas sociais e os sistemas naturais”. Então, o termo geossistema, pode ser considerado um conceito antrópico, cujo objetivo é explicar o funcionamento do território modificado pela ação da sociedade. No entanto, é preciso que se compreenda que o geossistema não tem como compromisso explicar a sociedade.

O funcionamento do geossistema, em oposição ao modelo ecossistêmico1, não leva em consideração somente o funcionamento biológico, ou seja, não é um conceito biocêntrico. Nesse sentido, o geossistema leva em consideração o funcionamento físico-global, ao mesmo tempo considerando o biótico e o abiótico. Na análise do funcionamento do geossistema, é preciso ver as transformações de energia gravitacional, como a circulação da água, a queda das folhas, os processos erosivos associados a gravidade, etc.

No entanto, como fazer essa análise proposta acima? Na verdade, pode-se fazer um estudo quantitativo desde que se disponha dos aparelhos necessários, ou, simplesmente, pode-se realizar uma análise qualitativa, pois é preciso chegar na paisagem ou no geocomplexo e analisar a circulação da água da chuva (escoamento, vazão dos cursos de águas, lençóis freáticos, etc.), observando se essa água realiza erosão, e, consequentemente, assoreamento, por exemplo. Assim, é imprescindível ver todo o funcionamento desse sistema, numa análise qualitativa, pois uma “Paisagem é o espaço percebido e apreendido pelo sujeito. Mesmo se referenciando no olhar, a Paisagem não é somente o que se vê, mas o que, nesta visada, se percebe com os sentidos”. (GOMES; LEMOS, 2019, p. 2).

Diante do exposto, percebe-se, de acordo com Souza (2009, p. 95):

> A noção de sistema passou a permitir o enfoque na paisagem como um polissistema formado pela combinação dos sistemas natural, social, econômico e cultural. Onde há integração horizontal de todos eles, nos possibilitando a análise do conjunto dos elementos sociais e ecológicos combinados sobre um mesmo espaço.

Uma outra questão básica, num estudo de geossistema, é ver que ele tem as unidades superiores, que no caso são as zonas (zonas tropicais, temperadas, frias, etc.); que ele se define pelo domínio (domínio atlântico, domínio mediterrâneo, por exemplo); e que se identifica também pela região natural (Serra do Mar, Serra de Bodopitá, por exemplo). Nos estudos geográficos, praticamente, não se estudam as unidades superiores, e sim as unidades inferiores, que são o geossistema, e que, no caso, é o conjunto. No entanto, dentro desse conjunto, temos unidades de paisagens diferenciadas, como os geofáceis - ênfase nos

aspectos fisionômicos, implicando no fato de que o geossistema não pode ser considerado homogêneo, pois é compartimentado em unidades básicas. Além dos geofáceis, tem-se também os geótopos – que são as menores unidades discerníveis no terreno, como, por exemplo, uma nascente de um rio.

Em inúmeras análises que são realizadas sobre os geossistemas percebe-se que sua estrutura, tanto a espacial quanto a horizontal e a funcional, não ganha destaque nos trabalhos realizados. A estrutura horizontal dos geossistemas são os geohorizontes, ao tempo em que são também estrutura vertical interna de um mesmo geossistema.

A partir das questões levantadas, o presente trabalho tem como objetivo, apresentar algumas reflexões sobre o modelo teórico-metodológico do geossistema na análise e compreensão da paisagem. Visto que a "ciência do geossistema não constitui, hoje em dia, um conjunto perfeitamente homogêneo. Cada "escola" possui sua própria concepção de paisagem, sua própria problemática e, frequentemente, sua própria linguagem". (PASSOS, 2012, p. 138). Aqui trazemos uma abordagem do geossistema, mais voltada para a concepção bertraniana.

Metodologia

O presente trabalho traz uma breve discussão sobre o geossistema e a análise da paisagem. Como caminho metodológico, optou-se por uma pesquisa de caráter bibliográfico. Esta, enquanto estudo teórico elaborado a partir da reflexão pessoal e da análise de documentos escritos, originais primários denominadas fontes, segue uma sequência ordenada de procedimentos (SALVADOR, 1986 apud LIMA e MIOTO, 2007).

Segundo Gil (1994), a pesquisa bibliográfica possibilita um amplo alcance de informações, além de permitir a utilização de dados dispersos em inúmeras publicações, auxiliando também na construção, ou na melhor definição do quadro conceitual que envolve o objeto de estudo proposto. Assim, entende-se que a pesquisa bibliográfica constitui uma parte preponderante no desenvolvimento do tema trabalhado, uma vez que é nesse momento que o pesquisador pode entender melhor o universo da pesquisa, mediante a leitura e interpretação de textos de outros autores.

Nesse sentido, a pesquisa efetivou-se a partir do levantamento bibliográfico realizado em periódicos e revistas indexadas, nacionais e internacionais, obtidos por meio da Base Nacional de Periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (Capes), Google Acadêmico e Scielo. Para o desenvolvimento do trabalho, foi utilizada uma leitura sistemática, a fim de obter as categorias necessárias para o aprofundamento e discussão acerca do Geossistema e da análise da paisagem. Para tanto, tomou-se como base a orientação de Salvador (1986), apud Lima e Mioto (2007), a partir do qual, num primeiro

momento, realizou-se uma leitura de reconhecimento do material bibliográfico; no segundo momento, uma leitura exploratória; no terceiro momento, uma leitura seletiva; posteriormente, uma leitura reflexiva crítica; e, por fim, uma leitura interpretativa. No quadro 1, tem-se uma síntese do significado de cada uma dessas leituras, a partir da perspectiva do autor citado.

Quadro 1 - Leituras para os momentos da pesquisa bibliográfica, segundo Salvador (1986), apud Lima e Mioto (2007).

Leitura de reconhecimento do material bibliográfico	Consiste em uma leitura rápida, que objetiva localizar e selecionar o material que pode apresentar informações e/ou dados referentes ao tema. Momento de incursão em bibliotecas e bases de dados computadorizadas para a localização de obras relacionadas ao tema.
Leitura exploratória	Também se constitui em uma leitura rápida, cujo objetivo é verificar se as informações e/ou dados selecionados interessam de fato para o estudo; requer conhecimento sobre o tema, domínio da terminologia e habilidade no manuseio das publicações científicas. Momento de leitura dos sumários e de manuseio das obras, para comprovar de fato a existência das informações que respondem aos objetivos propostos.
Leitura seletiva	Procura determinar o material que de fato interessa, relacionando-o diretamente aos objetivos da pesquisa. Momento de seleção das informações e/ou dados pertinentes e relevantes, quando são identificadas e descartadas as informações e/ou dados secundários.
Leitura reflexiva ou crítica	Estudo crítico do material, orientado por critérios determinados a partir do ponto de vista do autor da obra, tendo como finalidade ordenar e sumarizar as informações ali contidas. É realizada nos textos escolhidos como definitivos e busca responder aos objetivos da pesquisa. Momento de compreensão das afirmações do autor e do porquê dessas afirmações.
Leitura interpretativa	É o momento mais complexo, e tem por objetivo relacionar as ideias expressas na obra com o problema para o qual se busca resposta. Implica na interpretação das ideias do autor, acompanhada de uma inter-relação destas com o propósito do pesquisador. Requer um exercício de associação de ideias, transferência de situações, comparação de propósitos, liberdade de pensar e capacidade de criar. O critério norteador nesse momento é o propósito do pesquisador.

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Salvador (1986), apud Lima e Mioto (2007).

Nesse sentido, após fazer a seleção do material utilizado na pesquisa, as leituras, e posteriormente aos fichamentos utilizados para facilitar a compreensão, foram extraídas as principais informações das temáticas trabalhadas em cada material.

Geossistema

O criador do termo geossistema foi Viktor Borisovich Sochava em 1960. Deve-se enfatizar que, ao criar o termo geossistema, ele "toma como base [, ele se baseia] na vivência, na pesquisa e na interpretação do espaço geográfico da Ex-União Soviética". (TROPPMAIR; GALINA, 2006, p. 80). O geossistema, para esse pesquisador, vai abranger uma área de centenas ou milhares de quilômetros quadrados. Nesse sentido, Sochava participou do desenvolvimento da geografia quando a teoria do geossistema já estava em voga, sendo influenciado pelos geógrafos alemães e norte-americanos, começando a trabalhar na perspectiva dos sistemas (Teoria Geral dos Sistemas de Bertalanffy) e de uma geografia quantitativa, em buscar de tentar encontrar respostas às questões ambientais e sociais vigentes na época.

De acordo com Troppmair e Galina (2006, p. 80):

> A visão sistêmica também foi um importante acontecimento para a Geografia. O direcionamento para a sistematização e a integração do meio ambiente com seus elementos, conexões e processos como um potencial a ser utilizado pelo homem, adquire importância crescente.

Na Geografia russa, o geossistema possui um vínculo importante com as discussões voltadas para a Geografia Física, mais especificamente aquelas sobre a paisagem e o meio ambiente. Segundo Nascimento e Sampaio (2004, p. 167),

> Em escala geral, a Geografia Física tem tentado trabalhar com a dialética da natureza; mas a teoria sistêmica tem-se configurado como método mais eficaz em seus trabalhos moderno e contemporâneo. Tentativas pormenorizadas da teoria dos sistemas têm sido implementadas na Geografia soviética, norte-americana e sobretudo a inglesa, influenciadas diretamente pela tendência "Sistémico-Quantitativo".

Neves (2020) aponta que Viktor Borisovich Sochava realizou mudanças na Geografia de modo geral e possibilitou que o estudo do geossistema englobasse um caráter deveras analítico para a Geografia Física, pelo menos no que se refere à forma de tratamento dos dados. No entanto, "Infelizmente ao criar o termo "GEOSSISTEMA" Sotchava o deixou bastante vago e flexível. Por este motivo vários geógrafos utilizaram e empregaram o termo

com conteúdo, metodologia, escala e enfoque diferente"". (TROPPMAIR; GALINA, 2006, p. 81).

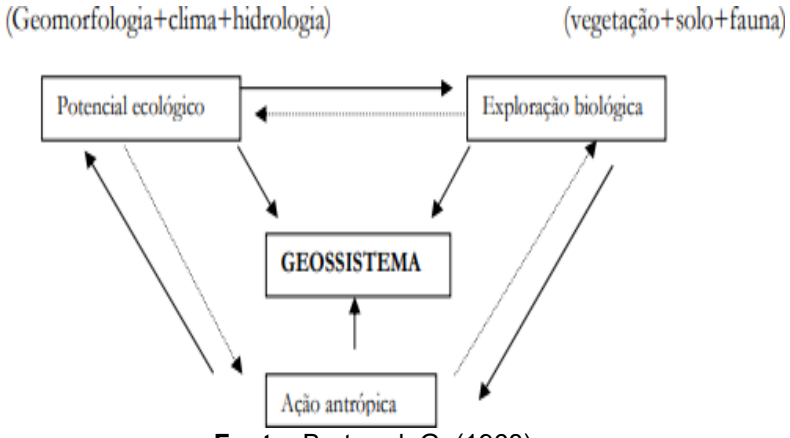
No âmbito da Geografia Francesa o geossitema aparece com considerações trazidas na proposição teórica e metodológica apresentada por Georges Bertrand, em 1968, no seu artigo intitulado "Paisagem e Geografia Física Global" (OLIVEIRA e MARQUES NETO, 2020). Bertrand propõe ali uma discussão em torno da natureza da pesquisa paisagística e ambiental.

Bertrand (1978), aplicando a teoria dos geossistemas para a realidade francesa, provavelmente o fez levando em consideração as dimensões e as escalas daquele país. Refere-se a áreas relativamente pequenas para definir geossistemas, geofácies e geotopos

variando a área entre alguns quilômetros quadrados (Geossistema) e a poucos metros quadrados (geotopo).

Em linhas gerais, o modelo geossistêmico, veio a fortalecer a Geografia Física, favorecendo as abordagens ambientais, pois proporciona um estudo detalhado do espaço geográfico, envolvendo o potencial ecológico, a exploração biológica e a ação antrópica. (Figura 1).

Figura 1. Geossistema



Fonte: Bertrand, G. (1968).

Então, percebe-se que Sotchava, não dá uma maior precisão espacial ao usar o modelo geossistêmico, ao tempo em que Bertrand otimiza o conceito de Sotchava e dá a unidade geossistêmica, com conotação mais precisa, considerando, por exemplo, uma tipologia espaço-temporal mais favorável com a escala socioeconômica, a partir da área estudada, correlacionando os fatores biogeográficos e socioeconômicos, enquanto seus principais conformadores, além de considerar a teoria da bio-resistasia do pedólogo alemão Erhart, relacionando a evolução dos solos à cobertura vegetal e às condições de evolução do relevo e seus processos adjuntos. (NASCIMENTO; SAMPAIO, 2004).

No Brasil, Carlos Augustos de Figueiredo Monteiro se destaca como um dos principais disseminadores e formuladores do conceito geossistêmico no contexto do nosso país. Isso se deve ao grande convívio com russos e franceses, em suas viagens, enquanto ministrava aulas na Universidade de São Paulo. Monteiro tem seu primeiro contato com o conceito "geossistema" por meio do artigo de Bertrand publicado em Toulouse, em 1968. Enfatiza-se que o professor Carlos Augusto chegou a conhecer esse pesquisador francês.

Também a partir de Bertrand outros autores foram buscar entendimento e a ampliação desse conceito, a dizer: Cailleux, Tricart, Ab'Saber, entre outros.

Geossistema e Paisagem

A paisagem é o que vemos, sentimos, e até mesmo aquilo que percebemos, tendo uma estrutura que são as suas camadas horizontais, ou seja, seus limites espaciais, possuindo seus processos funcionais, como os fluxos de matéria, de energia e de informações. Nesse sentido, a paisagem sempre terá uma identidade com uma determinada região (RODRIGUEZ; SILVA, 2019). Por exemplo, a paisagem do semiárido nordestino e a paisagem do cerrado nos remetem a diferentes regiões presentes no contexto brasileiro, onde a flora, a fauna, o clima, o relevo e a própria ação antrópica irão atuar de formas diferentes, imbricando em arranjos e paisagens geográficas diversas. Então, a paisagem como um todo pode ser sentida, observada, analisada e interpretada, sendo, por isso, objeto de aspectos perceptivos, sensoriais e cognitivos.

Assim, a paisagem, num conceito popular, é muito relacionada ao que as pessoas observam, fazendo suas próprias descrições. Nesse sentido, uma pessoa pode identificar certos elementos presentes numa paisagem, enquanto outra pode citar outros aspectos, mesmo que ambas estejam observando e descrevendo a mesma localidade. Dentro da ciência geográfica, a paisagem possui grande destaque, sendo introduzida, em 1805, na literatura geográfica, por Hommeyren como o somatório de localidades, ou seja, como algo integrado.

O conceito de paisagem é fundamental para a ciência geográfica, pois assume um papel relevante para a evolução dessa ciência. “Muito mais que uma justaposição de detalhes pitorescos, a paisagem é um conjunto, uma convergência, um momento vivido, uma ligação interna, uma “impressão”, que une todos os elementos” (DARDEL, 2015, p. 30).

A Geografia alemã teve um grande avanço na área da geografia cultural, propiciando um significativo desenvolvimento nas análises acerca do modo como a sociedade transforma um território, ou seja, as paisagens naturais em paisagens culturais. Assim, é preciso considerar os períodos nos quais ocorrem as transformações, pois isso vai dizer muito sobre

os aspectos geográficos, visto que na geografia é bastante considerada a importância da dialética espaço-tempo.

As obras de Humboldt e Dokuchaev, serviram como referenciais, especialmente, para a escola russo-soviética e para a própria escola alemã. Estas escolas concebiam a paisagem como um complexo natural integral, formado por diferentes elementos bióticos e abióticos presentes na biosfera terrestre. Tais escolas tiveram como importantes estudiosos autores como: Passarge (1919); Solntsev (1948); Troll (1950); Riábchicov (1976); Sotchava (1978); dentre outros (SEABRA et al, 2013). Segundo Neves (2020), a paisagem criada nesse século expõe uma perspectiva integrada de relevo, clima, solo, vegetação, água e atividades humanas, dento de uma mesma zona geográfica.

Berg é um dos estudiosos que dá ênfase a essa perspectiva, pois a partir de suas analises a paisagem passou compreendida como uma visão articulada. A Conceituação de Berg ligava elementos naturais e culturais no entendimento da paisagem (NEVES, 2020). Diferente da conceituação observada em muitos estudos geográficos que dão ênfase apenas à paisagem natural.

Apesar de mostrar interação entre os complexos físicos–geográficos a concepção de paisagem que vem sendo desenvolvida é de caráter natural, pois a interação desses elementos naturais era vista como uma forma de exploração. A perspectiva de paisagem natural integrada foi utilizada no planejamento ambiental, primeiramente como complexo territorial natural e, mais tarde, como geossistema (NEVES, 2020).

A partir da década de 1960, os estudos paisagísticos passaram a ser apoiados em algumas teorias, e uma delas foi a Teoria Geosssistêmica, enfatizada aqui neste estudo. Nesse sentido, vários autores como Sotchava, Bertrand e Tricart vão trabalhar com a concepção de paisagem. De acordo com Tricart, kilian (1979), paisagem é uma porção do espaço perceptível a um observador, onde se inscreve uma combinação de fatores visíveis e invisíveis e interações, na qual só percebemos em determinado momento o resultado global. Bertrand (1968) definiu a paisagem como uma entidade global, que possibilita a visão sistêmica numa combinação dinâmica e instável dos elementos físicos, biológicos e antrópicos (conjunto único e indissociável em perpétua evolução).

De acordo com Bertrand (2004, p. 21):

> A paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, numa determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente, uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução.

Assim, é preciso compreender que nem todas as paisagens podem ser planejadas para vermos em um determinado momento, embora elas tenham a sua temporalidade, pois são paisagens efêmeras, vinculadas aos movimentos de massas de ar.

A primeira concepção de paisagem teve uma vinculação direta com a noção de ecossistema, pois na época não havia uma separação nítida entre biologia, geografia e as demais ciências naturais. Então, a primeira concepção de sistema aplicado se deu a partir do conceito de ecossistema, fazendo uma correlação entre os seres vivos e o seu ambiente de primeiro contato.

A paisagem carece de uma visão sistêmica mais ampla, envolvendo a geologia, os movimentos de massa de ar e a própria geosfera, tendo uma hierarquização dimensional, ou seja, pode-se trabalhar em diferentes escalas. “A noção de sistema passou a permitir o enfoque na paisagem como um polissistema formado pela combinação dos sistemas natural, social, econômico e cultural”. (SOUZA, 2009, p. 95). Enquanto ecossistema, ela não era trabalhada levando-se em conta a concepção de dimensões. Segundo Bertrand (2004, p. 24), “o ecossistema não tem escala nem suporte espacial bem definido. Ele pode ser o oceano, mas também pode ser o pântano com rãs. Não é, portanto, um conceito geográfico”.

Nesse sentido, o geossistema já surge levando em consideração as dimensões, podendo-se trabalhar com ele numa escala global, continental, regional, local, ou, ainda, compartimentar uma bacia hidrográfica como grande geossistema, e ir diluindo-a em função das suas diversidades e geofáceis. Dessa forma,

> Podemos dizer que o conceito de geossistema automaticamente nos remete à abordagem geográfica do fato natural associada ao enfoque no jogo de relações imbricadas e, assim, consubstanciadas na própria essência da natureza, inclusive de uma natureza apropriada pela sociedade. (SOUZA, 2009, p. 95).

Portanto, na análise geossistêmica, tudo será cartografado, ou seja, suas características geográficas e paisagísticas serão analisadas e representadas de forma setorial ou no conjunto.

Conclusão

A abordagem geossistêmica é ampla e complexa como a própria Geografia. O campo de atuação da Geografia Física é conhecer o espaço geográfico, interpretar as bases naturais de determinado território, compreendendo como os geossistemas se arranjam de formas diferentes nas diferentes localidades investigadas. No geossistema partimos da origem natural e observamos como vai acontecendo as transformações, compreendendo as suas

subdivisões, surgindo a escala, pois trabalhamos um nível de detalhamento, em função do tamanho do território.

O geossistema possui diversas abordagens, a depender da escola destacada, não sendo um conjunto perfeitamente homogêneo. Representa uma nova forma dos geógrafos olharem as paisagens, configurando-se em um caminho inovador para analisar o espaço, numa concepção sistêmica e abrangente.

A partir desse estudo foi possível perceber que a trajetória do geossistema, na análise da paisagem, é continuada e possibilita uma visão integrante de um sistema maior, dinâmico e em constante processo de transformação.

Um dos métodos mais utilizados para entender a paisagem com auxílio do geossitema é o de Bertrand, que apresenta uma perspectiva dinâmica e que, com seus sistemas de análise e suas subdivisões das unidades inferiores, geossistema, geofácieis e geótopos, possibilita um maior entendimento da estrutura e da dinâmica das unidades paisagísticas.

Diante do exposto, a proposta metodológica geossitêmica é importante para a realização da análise e dinâmica da paisagem, pois pode ser aplicada a diferentes objetos de estudo que tenham como objetivo a análise, a observação e a descrição do espaço geográfico.

Referências

BERTRAND, G. Paysage et Géographie Physique Global. Esquisse méthodologique. Revue Géographique dês Pyrenées et du Sud Ouest. Toulouse, v. 39, n. 3, p. 249-272, 1968.

BERTRAND, G. Paysage et Geographie Physique Global. Revue Geographique des pyrinées et du Sud-Ouest. Toulose: v. 49, n. 2, p. 167-180, 1978.

BERTRAND, G. La nature en geographie un paradigme dínterface. Gedoc, n. 34, 1991.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física Global. Esboço Metodológico. R. Raega, Curitiba, n. 8, p. 141-152, Editora da UFPR, 2004.

DARDEL, E. O Homem e a Terra: natureza da realidade geográfica. Eric Dardel; tradução Werther Holzer – São Paulo: Perspectiva, 2015.

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 1994.

GOMES, R. D.; LEMOS, J. E. de. A paisagem percebida por um sistema complexo. Revista do Departamento de Geografia, v. 38, p. 1-16, 2019. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/154573. Acesso em 10 de Set. 2021.

LIMA, T. C. S. de.; MIOTO, R. C. T. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. Rev. Katál. Florianópolis v. 10 n. esp. p. 37-45, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rk/a/HSF5Ns7dkTNjQVpRyvhc8RR/?lang=pt&format=pdf. Acesso em 10 de Abr. 2021.

NASCIMENTO, F. R. do.; SAMPAIO, J. L. F. Geografia Física, Geossistemas e Estudos Integrados da Paisagem. Revista Casa de Sobral, Sobral, v. 6, n. 1, p. 167-179, 2004. Disponível em: https://rcgs.uvanet.br/index.php/RCGS/article/view/130. Acesso em 25 de Ago. 2021.

NEVES, C. E. das. A teoria do geossistema e a Geografia física. In: SPOSITO, Eliseu Savério; CLAUDINO, Guilherme dos Santos (0rgs). Teorias na Geografia: avaliação crítica do pensamento geográfico. Rio de Janeiro-RJ: Consequência Editora, 2020, pp. 519-550.

OLIVEIRA, C. S.; MARQUES NETO, R. Gênese da Teoria dos Geossistemas: uma discussão comparativa das escolas russo-soviética e francesa. Curitiba, Ra'e Ga. v.47, n. 1, p. 6-20, 2020. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/58198. Acesso em 07 de set. 2021.

PASSOS, M. M. dos. A Geografia e as novas tecnologias. Revista Geonorte, Edição Especial, v.4, n.4, p. 136 – 145, 2012. Disponível em: https://www.periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1907. Acesso em 06 de Set. 2021.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V. Teoria dos Geossistemas: O Legado de V.B. Sochava. 1. ed. Fortaleza: Edições UFC, 2019. v. 1. 176p.

SEABRA, V. S,; VICENS, R. S,; CRUZ, C. B. M. Conceito de Paisagem numa Perspectiva Geossistêmica. Revista Ambientale – UNEAL ISSN: 1984-9915 Ano 4, Vol. 1, 2013.

SOUZA, R. J. de. O sistema GTP (Geossistema-Território-Paisagem) como novo projeto geográfico para a análise da interface sociedade-natureza[1]). Revista Formação, Presidente Prudente, n. 16, v. 2, p.89-106. 2009. Disponível em: http://www2.fct.unesp.br/pos/geo/revista/artigos/n16v2/souza7.pdf. Acesso em 31 de mar. 2021.

TRICART, J.; KILIAN, J. L' éco-géographie et l' aménagement du milieu naturel. Paris: Maspero, 1979. 325p.

TROPPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. Mercator - Revista de Geografia da UFC, v. 5, n. 10, p. 79-89, 2006. Disponível em: https://www.redalyc.org/pdf/2736/273620636007.pdf. Acesso em 15 de jul. 2021.

Potencialidades Geoturísticas do Lajedo do Marinho no município de Boqueirão, semiárido paraibano

Geotourism potential of Lajedo do Marinho in the municipality of Boqueirão, in the semiarid region of Paraíba

Joyce Carla Pereira Gomes
Universidade Estadual da Paraíba
https://orcid.org/0009-0007-6967-8353
jcarla637@gmail.com

Elias dos Santos Silva
Universidade Estadual da Paraíba
http://orcid.org/0000-0002-2288-5490
elias.silva@aluno.uepb.edu.br

Edriano Serafim de Araújo
Escola Municipal José Estevam Neto, Barra de São Miguel-PB.
http://orcid.org/0000-0002-8379-2466
edrianoserafim@gmail.com

Inocencio de Oliveira Borges Neto
Universidade Federal do Paraná
https://orcid.org/0000-0002-1380-3879
iobngpb@gmail.com

Rafael Albuquerque Xavier
Universidade Estadual da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-1737-7547
rafaelxavier@servidor.uepb.edu.br

Resumo: O Geoturismo é um ramo do turismo que vem se destacando nas últimas décadas, sendo um segmento turístico voltado à apreciação de locais possuidores de elementos e processos geológico-geomorfológicos singulares, originando o relevo vigente. A prática adequada do Geoturismo consequentemente leva à efetivação da Geoconservação e o beneficiamento das comunidades locais. Diante disto, o presente estudo tem como objetivo avaliar o potencial Geoturístico do Geopatrimônio presente no Geossítio Lajedo do Marinho, localizado no Distrito do Marinho no município de Boqueirão, região semiárida da Paraíba.

Palavras-chave: Geoturismo, Geodiversidade, Geoconservação, Geopatrimônio, Lajedo do Marinho.

Abstract: Geotourism is a segment of tourism that has been gaining prominence in recent decades. It is a tourism segment that focuses on the appreciation of places with unique geological-geomorphological elements and processes that give rise to the current relief. The proper practice of Geotourism consequently leads to the implementation of Geoconservation and the benefit of local communities. With this in mind, this study aims to assess the geotourism potential of the geopatrimony present at the Lajedo do Marinho Geosite, located in the Marinho District, in the municipality of Boqueirão, in the semiarid region of Paraíba.

Keywords: Geotourism, Geodiversity, Geoconservation, Geopatrimony, Lajedo do Marinho.

Introdução

Com o aumento das atividades relacionadas ao turismo de natureza, surge o termo Geoturismo que tem relação direta com a Geodiversidade englobando os seus componentes.

A Geodiversidade, que por sua vez, faz referência ao meio abiótico, é compreendida como um conjunto de (formas geológicas, climas, solos e etc.), que se diferenciam e formam uma diversidade de ambientes abióticos, estas condições são promotoras da atividade geoturística.

O termo Geodiversidade foi introduzido em 1993, na conferência de Malvem no Reino Unido, com a ideia de englobar o espaço abiótico (NASCIMENTO; RUCKYS; MANTENSSO-NETO, 2008). A partir disso, passa a surgir uma série de pesquisas/estudos nesta temática, seja em busca da construção teórico-conceitual, seja na implementação de métodos que favoreçam os estudos sobre esses ambientes, dos quais destacam-se alguns autores como: Sharples (2002), Gray (2004), Kozlowski (2004), Brilha (2005) entre outros. A Geodiversidade, segundo Brilha (2005) “é a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra”.

Atrelado a isso e com o intuito de proteger esses elementos abióticos, surge o conceito de Geoconservação, que em geral, almeja a preservação da diversidade natural/geodiversidade, visando a manutenção natural dos fatores abióticos tais como: processos geológicos, geomorfológicos e de solo (SHARPLES, 2002).

Sendo assim, tem-se que o Geoturismo é a atividade turística que atribui valor a uma localidade, valor este que pode ser evidenciado, a partir da presença de atrativos geomorfológicos e geológicos disponíveis na área. Para Hose (2000), o Geoturismo pode ser definido como os serviços que são disponibilizados por intermédio da Geodiversidade local, contribuindo com benefícios para a sociedade e conservação, ou seja, em localidades em que se há a presença de atividades turísticas, o Geoturismo favorece a conservação deste patrimônio natural e gera benefícios à comunidade.

O Lajedo do Marinho é um Geossítio que faz parte da proposta do Geoparque do Cariri Paraibano (LAGES et al., 2018), localizado na zona rural do município de Boqueirão-PB, no semiárido paraibano, esse Geossítio conta com expressiva Geodiversidade, e propicia o desenvolvimento do Geoturismo no local. No Lajedo do Marinho tem-se a presença do patrimônio natural e cultural contando com a presença de pinturas rupestres em algumas rochas do Plúton Marinho e diversas geoformas tais como:

Pedra da Coxinha, Pedra do Cachorro, Pedra do Elefante, Trono de Deus, Pedra do Sofá, além dos cemitérios indígenas. Esta área favorece atividades educativas, culturais, de lazer e desenvolvimento sustentável. Menezes e Souza (2016) ratificam que o Lajedo do Marinho é um destino turístico associado à Geodiversidade e vem se destacando na região recentemente (ARAÚJO, 2021).

Diante ao exposto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar o potencial geoturístico do geopatrimônio presente no Lajedo do Marinho, para isso foram identificados e descritos os pontos de interesse presentes na área com potencial à realização do Geoturismo.

Metodologia

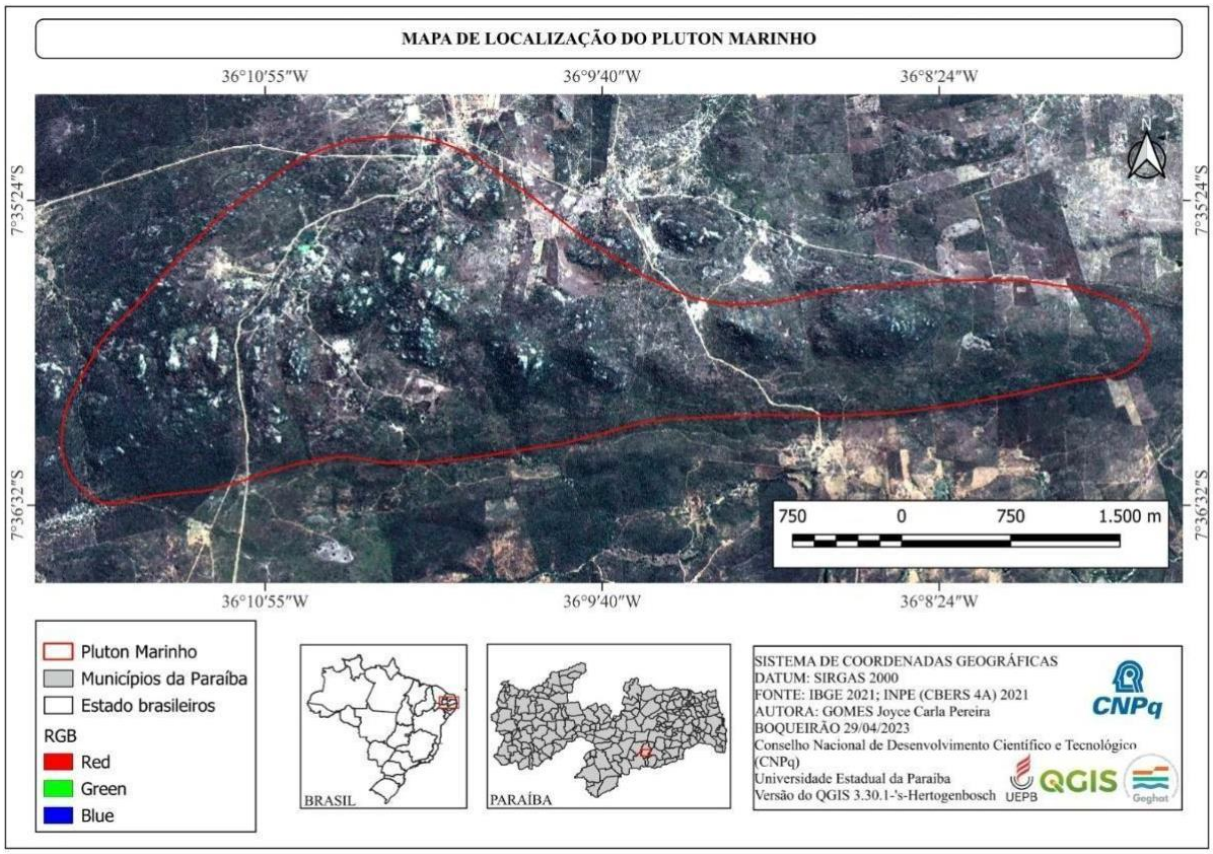
O Lajedo do Marinho está localizado no semiárido paraibano, mais precisamente no Distrito do Marinho no município de Boqueirão, cariri paraibano. O acesso ao município se faz partindo da capital do estado pela BR-230, chegando em Campina Grande pela BR-104, e depois pela BR-148. O Distrito do Marinho está a cerca de 13 km da cidade de Boqueirão, na direção sudoeste da cidade (LAGES et al., 2018).

Geologicamente o Distrito assim como o Lajedo estão situados sobre a unidade ígnea denominada Plúton Marinho (Figura 1), que é composta basicamente por anfibólio, biotita, sienogranitos a monzogranitos grossos a porfiríticos cristais de K-Feldspato de até 5 cm, granodioritos médios e dioritos a monzodioritos, que tem relações de processos de mistura de magmas (LAGES et al., 2018). Em termos geomorfológicos, a área de estudo está inserida no Planalto da Borborema e possui uma altitude que varia de 360 a 589 m.

O clima predominante nessa região é o semiárido com temperaturas médias anuais variando entre 25°C e 29°C (ARAÚJO, 2021), possuindo baixos índices de chuva com uma média anual de 600 mm, segundo dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESA, 2022).

No Cariri paraibano há a predominância do Bioma Caatinga, a vegetação é hiperxerófila, com limitações edáficas, isso devido a solos nivelados e também em alguns casos esses solos apresentam elevada salinidade (SOUZA; SOUZA, 2016). Na vegetação predominante no Distrito do Marinho, encontramos plantas xerófilas como a Macambira (Bromelia laciniosa), Umbu (Spondias tuberosa), Mandacaru (Cereus jamacaru), Umburana (Amburana), Angico (Anadenanthera macrocarpa), Juazeiro (Ziziphus joazeiro), Catingueira (Caesalpinia pyramidalis) e etc (ARAÚJO, 2021).

Figura 1 - Mapa de Localização do Plúton Marinho.



Fonte: IBGE (2021), INPE-CBERS 4ª (2021). GOMES, Joyce Carla Pereira (2023).

A realização desta pesquisa ocorreu em duas etapas. Na primeira etapa, foi realizado um levantamento bibliográfico relevante ao conceito do Geoturismo. Na segunda etapa, ocorreu o trabalho de campo para a realização de uma trilha. Ressalta-se que na área de estudo existem três trilhas, e aqui optou-se pela segunda denominada de trilha do Complexo do Marinho, que de acordo com Araújo (2021) além de circular é a mais procurada pelos turistas. As trilhas presentes no Lajedo do Marinho são de nível (leve, moderado e difícil), sendo a trilha do Complexo do Marinho a de nível moderado com cerca de 4,5 km de extensão.

Ainda na segunda etapa, ao longo da trilha, foram usados equipamentos como: GPS para o georreferenciamento dos pontos de interesse geoturísticos encontrados e máquina fotográfica para registrar os elementos paisagísticos encontrados durante a trilha.

Resultados

Durante os trabalhos de campo realizados no Geossítio Lajedo do Marinho, foram encontrados nove atrativos turísticos, correspondendo a perspectiva do geoturismo, sendo eles: Pedra da Rufina, Pedra da Coxinha, Pedra da Tinideira, Catedral de Antônio Conselheiro, Mirante da Pedra do Sofá, Pedra da Ostra, Sítio Arqueológico Pedra da Tesoura, Mirante da Pedra do Cachorro e Mirante do Trono de Deus.

Dentre as microformas que modelam a paisagem do Lajedo do Marinho, o boulder é a mais tipicamente encontrada na região. Com a realização da trilha se resultou que dos nove atrativos geoturísticos descritos no (Quadro 1), seis destes são boulders.

Quadro 1 - Atrativos Geoturísticos.

Atrativos Encontrados	Temáticas	Latitudes	Longitudes
A Pedra da Rufina	Arqueológico	7°35'20.7"S	36°10'08.6"W
Pedra da Coxinha	Geoforma	7°35'20.9"S	36°10'07.4"W
Pedra da Tinideira	Fonólito	7°35'36.5"S	36°10'38.2"W
Catedral de Antônio Conselheiro	Geoforma e Cultura (Religiosidade)	7°35'43.4"S	36°10'33.5"W
Mirante do Lajedo da Pedra do Sofá	Geoforma	7°35'48.8"S	36°10'27.0"W
Pedra da Ostra	Geoforma	7°35'58.6"S	36°10'24.3"W
Sítio Arqueológico Pedra da Tesoura	Geoforma e Arqueológico	7°35'56.2"S	36°10'19.6"W
Mirante da Pedra do Cachorro	Geoforma	7°35'47.8"S	36°10'19.6"W
Mirante do Trono de Deus	Geoforma	7°35'39.4"S	36°10'19.0"W

Fonte: Os autores (2023).

Segundo Maia, Bastos e Nascimento (2018) nos sertões do Nordeste setentrional do Brasil é recorrente o encontro de formas de relevo saprolíticos associados a afloramentos do embasamento cristalino, seja ele ígneo ou metamórfico. Os boulders graníticos são encontrados em diversas configurações geográficas, sendo habitual a sua presença nos relevos graníticos, distribuídos em numerosa quantidade de forma reunida ou espalhados (TWIDALE, 1982).

De acordo com Araújo (2021), a paisagem do Lajedo principal (Figura 2) denominado de Lajedo do Marinho é o produto principal que a localidade oferece aos visitantes, assim o lajedo é tido como o cartão-postal da localidade.

Figura 2 - Lajedo do Marinho, tido como o Lajedo principal.

Fonte: Os autores (2023).

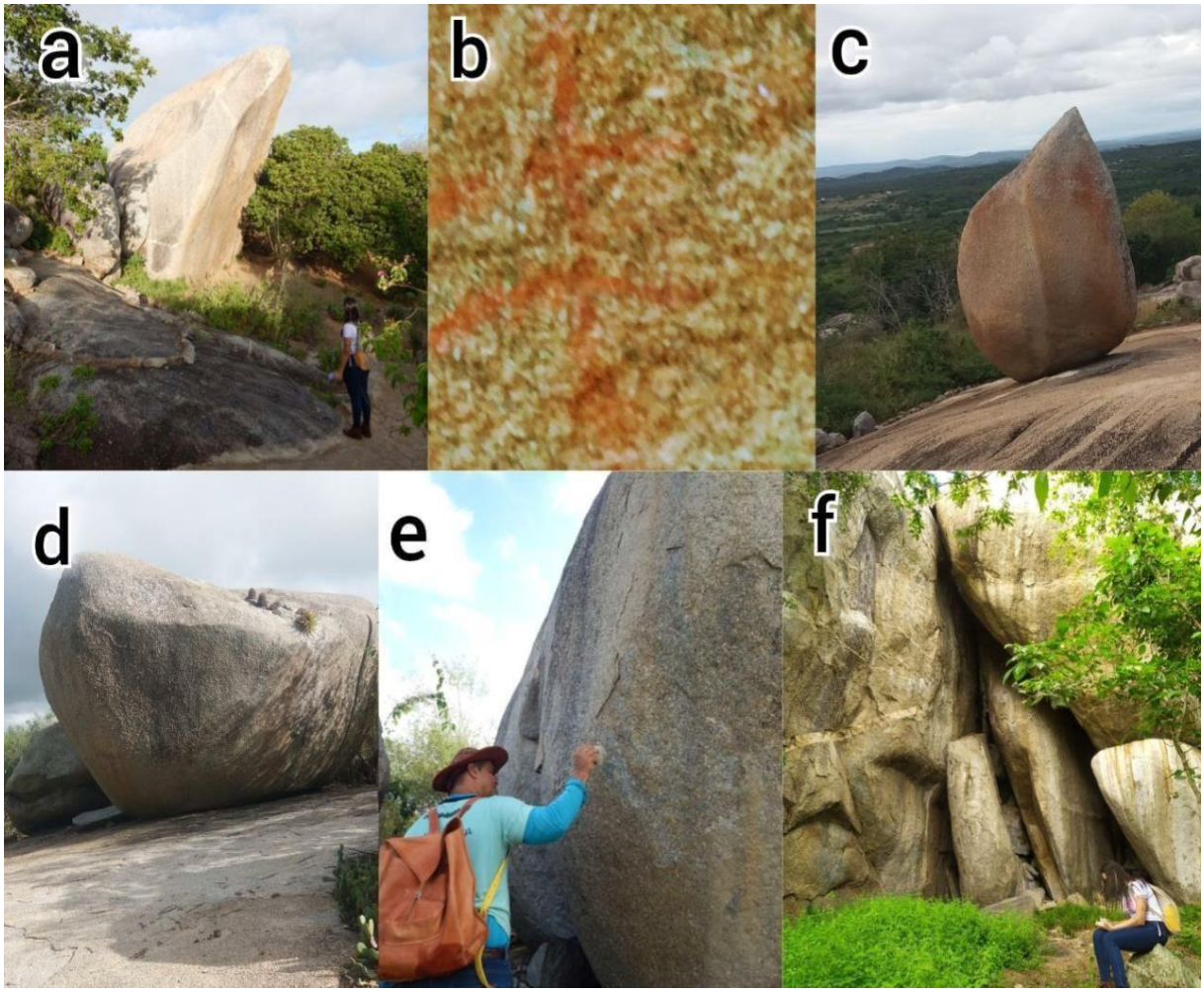
A **Pedra da Rufina** é o primeiro ponto de visitação da trilha. Trata-se de um boulder, com presença de pinturas rupestres (Figura 3 - a, b). É um sítio arqueológico do tipo abrigo sob rocha que contém um local de sepultamento de povos originários e um painel com pinturas rupestres (ARAÚJO, 2021).

A **Pedra da Coxinha** é um boulder que se destaca desta paisagem do Lajedo principal, ele tem cerca de 2 metros de altura, que nos remete a uma “coxinha” (Figura 3 - c), esses afloramentos arredondados quando relacionados com a geodiversidade são definidos por Borba e Meneses (2017) como geoformas. Segundo Meneses (2020) essa é uma característica dos boulders, “é a percepção de semelhança dos blocos com feições humanas, animais ou figuras”.

Pedra da Tinideira está localizada num afloramento rochoso onde se destaca por seus dois boulders, sendo que o maior ao contato com outra rocha pelo atrito emite um som estridente semelhante ao sino "tinindo" ou tocado (Figura 3 - d, e), por este motivo que é assim denominado, esse boulder é similar a Pedra do Sino, que fica localizada no Lajedo de Pai Mateus, Cabaceiras-PB.

Catedral de Antônio Conselheiro é um abrigo sob rocha composta por um grande paredão de cerca de 25 metros de altura (Figura 3 - f), com a passagem do religioso Antônio Conselheiro no Distrito do Marinho, na época conhecido como fazenda Marinho, como descrito por Benício (1997) “quando o Conselheiro e sua gente chegaram à fazenda do Marinho”. O local é mais conhecido pela comunidade local como “Furna dos Caboclos”, mas, devido à confirmação da passagem de Antônio Conselheiro pelo local, onde teria celebrado uma missa em frente a furna, o local passou a ser chamado de Catedral do Antônio Conselheiro.

Figura 3 – Elementos de interesse ao Geoturismo na trilha do Complexo do Marinho. a) Pedra da Rufina; b) Pintura Rupestre; c) Pedra da Coxinha; d) Pedra da Tinideira; e) Pedra da Tinideira ; f) Catedral de Antônio Conselheiro.



Fonte: Os autores, 2023.

Ponto de observação da Pedra do Sofá é um lajedo com presença de pequenos boulders, que proporcionam uma visão privilegiada da Pedra do Sofá, uma geoforma que se

destaca na paisagem a leste (Figura 4 - a), neste ponto também se encontra uma nascente efêmera. Essas nascentes são encontradas em todos os tipos de climas, mas sua ocorrência é comum em localidades áridas e semiáridas (VALENTE; GOMES, 2005).

Pedra da Ostra está situada num lajedo com alguns boulders, onde a microforma split rock se destaca (Figura 3 - b). O split rock são a princípio boulders que a partir da formação de fraturas, são divididos em duas parte e dão origem ao split rock (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005), sendo um boulder que sofreu processo de intemperismo, após sua exposição na superfície (MIGÓN, 2006). A geoforma chama atenção e ganha destaque na paisagem do Mirante da Mata Branca, que traz à lembrança de uma ostra.

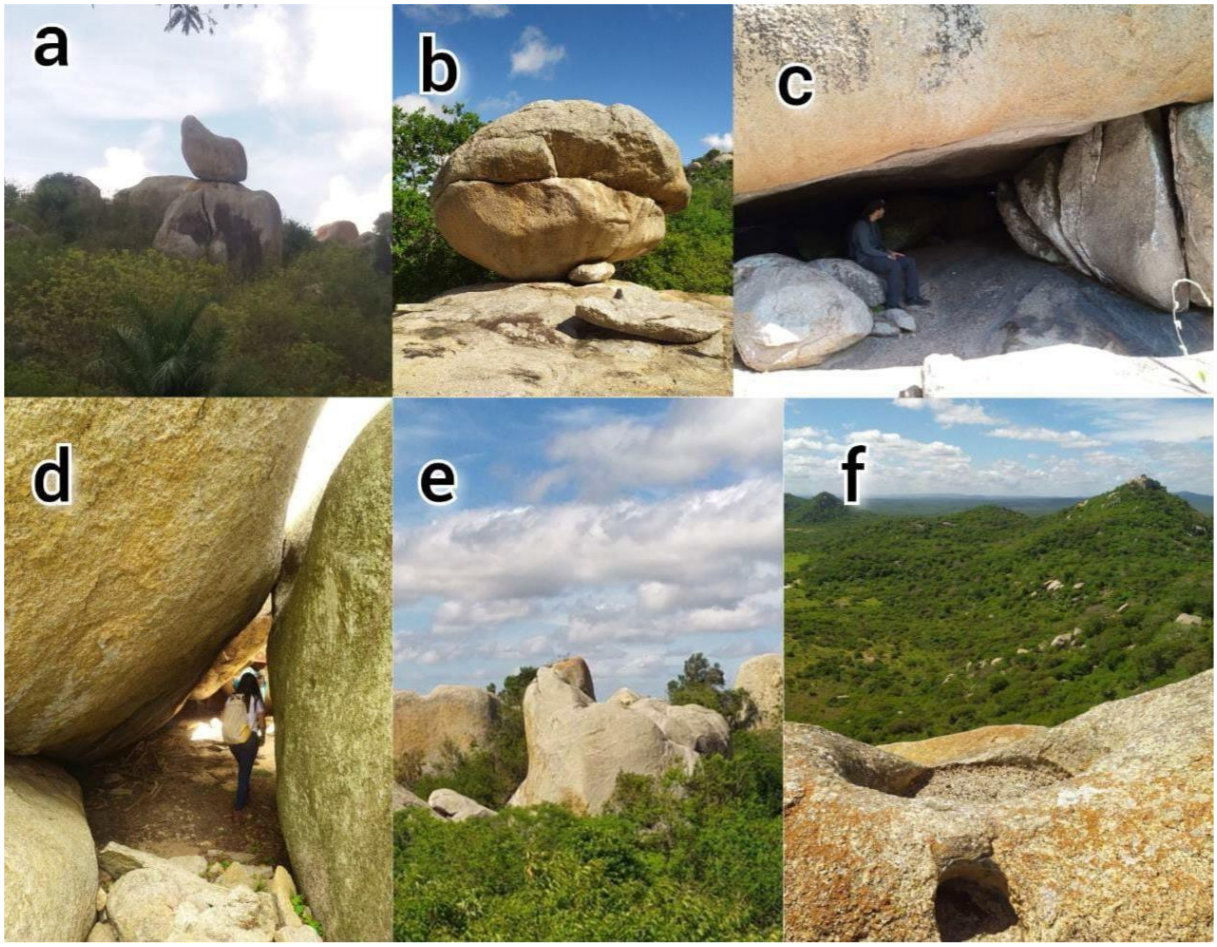
Sítio arqueológico Pedra da Tesoura, o local recebe este nome por conta da posição de dois boulders, que em seu topo remete as pontas de uma tesoura. Este é um local em que se encontram diversos boulders, além de alguns locais onde se realizavam sepultamentos indígenas (Figura 4- c, d). Conforme Araújo (2021) no local já houve algumas escavações, e segundo o autor supracitado, as condições de abrigos naturais fornecidas pela distribuição dos boulders é uma das principais causas pela ocorrência de cemitérios indígenas, uma vez que, os indígenas tinham o costume de se abrigar e realizar seus principais rituais.

Mirante da Pedra do Cachorro é um lajedo onde há acúmulo de água sazonalmente, ou seja, um tanque natural que devido a sua localização mais elevada no terreno da Serra da Tesoura é possível ter uma visão de parte da encosta que é composta por muitos afloramentos, onde um deles parece com um cachorro (Figura 4 - e). Segundo Araújo (2023) “devido à grande quantidade de tanques naturais, a região do Marinho oferecia acesso a água em períodos de secas por mais tempo”.

Os tanques naturais são utilizados como reservatórios, desempenhando um papel social importantíssimo no semiárido brasileiro, visto que as populações locais se utilizam dessa feição geomorfológica de forma sustentável para a captação de águas pluviais, além disso, muitas comunidades constroem muros para aumentar a capacidade de armazenamento hídrico dessa tecnologia social (PEREIRA et al. 2018; XAVIER et al., 2018).

O Mirante do Trono de Deus se localiza no topo da Serra do Gavião, e recebe este nome por ser uma gnamma do tipo poltrona de braços (airmchair), que está no topo da serra do Gavião, sendo possível ter uma visão de 360° de toda a área de estudo, sendo possível avistar até mesmo a cidade de Campina Grande a 47,6 Km, a direção leste. O Mirante do Trono de Deus é um dos pontos mais altos da área (Figura 4 - f), este atrativo turístico é o ponto final da trilha e também um dos mais expressivos pontos encontrados, aqui também ocorrem outras atividades como a prática do rapel.

Figura 4 - Elementos de interesse ao Geoturismo na trilha do Complexo do Marinho. a) Pedra do Sofá; b) Pedra da Ostra; c) Sítio arqueológico Pedra da Tesoura; d) Sítio arqueológico Pedra da Tesoura; e) Pedra do Cachorro; f) Mirante do trono de Deus.



Fonte: Os autores, 2023.

Considerações Finais

As potencialidades geoturísticas do geopatrimônio no Geossítio Lajedo do Marinho, promovem o desenvolvimento do turismo sustentável na localidade, sendo esses atrativos de cunho cultural, educativo, geomorfológico, geológico, geográfico e da biodiversidade.

Corroborando com Menezes e Souza (2016) o Lajedo do Marinho possui atrativos como geoformas, sítios arqueológicos e ainda alguns fragmentos de Caatinga preservada, que são observados durante a trilha.

Assim, as atividades geoturísticas realizadas na localidade auxiliam na sua conservação e também são mecanismos para o desenvolvimento econômico da comunidade, cada um dos atrativos encontrados pode ser base para a implementação e distinção de cada tipo de trilha a ser realizada a critério do visitante, o que enfatiza a diversidade que a área concentra.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Estadual da Paraíba-UEPB e a CNPq, por apoiarem o desenvolvimento desta pesquisa.

Referências

AESA, Agência Executiva De Gestão Das Águas Do Estado Da Paraíba. (2022). Disponível em: <http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/>. Acesso em: 19 de ago. de 2023.

ARAÚJO, E. “AS ROCHAS QUE GERAM RENDA”: O PROJETO TURÍSTICO DESENVOLVIDO NO DISTRITO DO MARINHO, BOQUEIRÃO, PARAÍBA. In: SULPINO, M. W. Boqueirão: história, cultura e identidade. 1ª Ed. Campina Grande: Plural, 2021. cap. 15, p.275-295.

ARAÚJO, E. Nas terras do marinho: território, memórias e potencialidades de um distrito no cariri paraibano. 1ª Ed. Distrito do Marinho, Boqueirão-PB: Gráfica Cópias e Papéis, 2023, 84p.

BENÍCIO, Manoel. O rei dos jagunços / chronica histórica e de costumes sertanejos sobre os acontecimentos de Canudos / Manoel Benicio: introdução Celso Silva Fonseca. - Ed. fac-sim. - Brasília: Senado Federal, 1997.

BRILHA, J. B. R. Património Geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage, 2005, 190p. Disponível em: http://www.dct.uminho.pt/docentes/pdfs/jb_livro.pdf

BORBA, C.S.; MENESES, L.F. Metodologia para Avaliação do Potencial Estético das Geoformas na Área do Projeto Geoparque Cariri Paraibano. CLIO. SÉRIE ARQUEOLÓGICA (UFPE), v. 32, p. 37-60, 2017.

GRAY, Murray. Geodiversity. Valuing and conserving abiotic nature. John Wiley and Sons, Chinchester - England 2004, p. 434. HOSE, T. A. “Geoturismo” europeo. Interpretación geológica y promoción de la conservación geológica para turistas. In: BARRETINO, D; WINBLEDON, W.A.P; GALLEGO, E. (eds).Patrimonio geológico: conservatión y gestión. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España, 2000.

KOZLOWSKI, S. Geodiversity. The concept and scope od geodiversity. Przeglad Geologiczny, v. 52, n. 8/2, p. 833-837, 2004. Disponível em: https://www.pgi.gov.pl/images/stories/przeglad/pdf/pg_2004_08_2_22a.pdf

LAGES, Geysson de Almeida et al. A.; FERREIRA, R. V.; MENESES, L. F.; NASCIMENTO, M. A. L.; FIALHO, D. Projeto Geoparques: Geoparque Cariri Paraibano - Proposta: proposta. CPRM, 2018, 53p. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/20244/3/rli_geoparque_cariri_paraibano.pdf

MAIA, R. P. Paisagens graníticas do Nordeste brasileiro /Rubson Pinheiro Maia, Frederico de Holanda Bastos, Marcos Antônio Leite Nascimento. - Fortaleza: Edições UFC, 2018.

MENESES, L. F. de; SOUZA, B. I. Patrimônio geomorfológico da área do Projeto Geoparque Cariri Paraibano. In: LISTO, F. L. R.; MÜTZENBERG, D.; TAVARES, B. A. C. I Workshop de Geomorfologia e Geoarqueologia do Nordeste. 1ª Eed. Recife: GEQUA,. 20167. p. 67-77. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Fabrizio-Listo/publication/316322068_E-

BOOK_DO_I_WORKSHOP_DE_GEOMORFOLOGIA_E_GEOARQUEOLOGIA_DO_NORDESTE_VOL_I/links/58fa4095aca2723d79d60edc/E-BOOK-DO-I-WORKSHOP-DE-GEOMORFOLOGIA-E-GEOARQUEOLOGIA-DO-NORDESTE-VOL-I.pdf Meneses, Leonardo Figueiredo de. O conhecimento da geodiversidade para o desenvolvimento regional do Cariri Paraibano / Leonardo Figueiredo de Meneses. – João Pessoa, 2020. 343 f.

MIGÓN, Piotr. Geomorphological landscapes of the world: granite landscapes of the world. Oxford University Press Inc., New York. 2006a

NASCIMENTO, M. A. L.; RUCKYS, U. A.; MANTENSSO-NETO, V. Geodiversidade,Geoconservação e Geoturismo. Trinônimo importante para a proteção do patrimôniogeológico. SBG. Brasil. 2008, p. 84.

PEREIRA, Thais Mara Souza et al. Tanques de pedra: tecnologia social voltada a gestão hídrica. Revista Brasileira de Meio Ambiente, v. 4, n. 1, 2018.

SHARPLES, C. Concepts and principles of geoconservation. Tasmanian Parks & Widlife Service, 2002, 79p. Disponível em: https://nre.tas.gov.au/Documents/geoconservation.pdf

SOUZA, B. I.; SOUZA, R. S. Processo de ocupação dos Cariris Velhos-PB e efeitos na cobertura vegetal: contribuição à biogeografia cultural do semiárido. Caderno de Geografia, Minas Gerais, v.26, n. 2, p. 229-258. 2016.

TWIDALE, Charles Rowland. Granite landforms. Elsevier: Amsterdam, 1982.

TWIDALE, C. R.; VIDAL ROMANÍ, Juan Ramon. Landforms and Geology of Granite Terrains. Boca Raton, USA : CRC Press Inc., 2005.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. Conservação de nascentes: hidrologia e manejo de bacias hidrográficas de cabeceiras 1a. ed. Viçosa, MG: Aprenda Fácil, 2005, 210p.

XAVIER, R. A. et al. Valoração do Patrimônio Geomorfológico do Lajedo do Bravo, Região Semiárida da Paraíba. XII SINAGEO. 2018.

Análise do processo de turistificação e impactos socioambientais da Costa Litorânea de Baixio – Esplanada-BA

Analysis of the touristification process and socio-environmental impacts of the Coastal Coast of Baixio - Esplanada-BA

Iolanda Santos de Castro
Universidade do Estado da Bahia
0009-0001-5488-0010
iolycastro18@gmail.com

Ednice de Oliveira Fontes Baitz
Universidade do Estado da Bahia
0000-0003-0142-3331
ednicebaitz@uneb.br

Resumo: No Litoral Norte da Bahia, a partir dos anos 2000 empresas transnacionais vêm atuando com muita "força" para a expansão do turismo sendo os megaempreendimentos resultados de um novo arranjo espacial. O objetivo deste estudo foi realizar um mapeamento geoambiental e verificar os impactos socioambientais decorrentes da turistificação da costa litorânea de Baixio numa série multitemporal das décadas 1990-2020. Por meio de dados do Projeto MapBiomas constatou-se que, as ocupações de empresas espanholas, em especial, do Grupo Prima Empreendimento devido a implantação do megaempreendimento residencial e comercial Ponta do Inhambupe tem ocasionado impactos negativos para a população e o ambiente, sobretudo na descaracterização da identidade das culturas tradicionais, pois em décadas antecedentes o turismo na costa litorânea de Baixio era habitado, predominantemente, pelos moradores dos povoados locais, pescadores e ribeirinhos.

Palavras-chave: Litoral Norte, MapBiomas, Turistificação.

Abstract: On the North Coast of Bahia, since the 2000, transnational companies have been acting with a lot of "force" for the expansion of tourism, with mega-projects being the result of a new spatial arrangement. The aim of this study was to carry out a geoenvironmental mapping and verify the socio-environmental impacts arising from the touristification of the Baixio coastline in a multitemporal series from the 1990 to 2020. Through data from the MapBiomas Project, it was verified that the occupations of Spanish companies, in particular, of the Prima Empreendimento Group due to the implementation of the residential and commercial mega-project Ponta do Inhambupe, have caused negative impacts for the population and the environment, especially in the mischaracterization of the identity of traditional cultures, since in previous decades tourism on the coast of Baixio was predominantly inhabited by residents of local villages, fishermen and riverside dwellers.

Keywords: North Coast, MapBiomas, Touristification.

Introdução

A Costa Litorânea é uma zona de interface do mar e do continente, sendo uma área de valor estratégico que concentra a maior reserva de recursos naturais do planeta: produção de petróleo, atividades industriais, portuárias, turismo, veraneio, área de grande contingente populacional. A zona costeira possui a maior concentração de atividades econômicas e sociopopulacionais, sendo, portanto, uma área de conexão nacional e internacional que,

historicamente, no mundo inteiro se formou as primeiras cidades e formas de organização (GOMES SOBRINHO, 2011).

A conexão do litoral com o interior ocorre fluxos intercontinental de mercadorias, de comercialização e de distribuição de produtos. Devido a zona costeira possuir maior concentração de recursos naturais há altos níveis de investimentos público e privado. Apesar dessas áreas possuírem o maior desenvolvimento econômico, serem regiões economicamente mais desenvolvidas. Todavia, consolida- se em áreas bastantes degradadas devido à pressão da sociedade sobre esse ecossistema.

A atividade turística compreende a produção e o consumo do espaço geográfico agindo, violentamente, apropriando-se de paisagens naturais e históricas, lugares exóticos, transformando-os em lugares que geram lucro ou renda para atender aos seus interesses - o capital. Empreendedores imobiliários e turistas se apropriam desses lugares modificando a paisagem no ramo comercial, turístico-hoteleiro consagrando a natureza e a história passada, transformando-as em mercadoria.

O litoral norte do Estado da Bahia abrange os municípios de Lauro de Freitas, Camaçari, Mata do São João, Entre Rios, Esplanada, Conde e Jandaíra. Nas últimas décadas, as empresas transnacionais vêm atuando com muita “força” para a expansão do turismo e os megaempreendimentos no Litoral Norte são resultados de um novo arranjo espacial. Sabe-se que, os condomínios residenciais são uma estratégia utilizada pelo planejamento privado para conter a expansão das residências dos moradores locais, no sentido de não ocorrer a desvalorização e o crescimento desordenado dos padrões estabelecidos pelo capital. A reprodução desigual dos espaços, os condomínios fechados são criados para isolar os grupos privilegiados afastando das residências que não se enquadram no padrão social e estética burguesa.

Desde os anos 2000, as empresas hoteleiras transnacionais, em especial, empresas espanholas e portuguesas ligadas ao setor imobiliário, turístico-hoteleiro, fundos de pensão e construção civil, ao longo dos anos tem construído megaempreendimentos com várias denominações, como Complexo Turístico Hoteleiro e Residencial, Condo-Hotéis e Resorts Hoteleiros que vem atuando/agindo em toda essa região, em destaque, os empreendimentos do Baixio - área de estudo e Costa Azul pertencente a investidores espanhóis, o Grupo Prima Empreendimentos Inovadores e ao Grupo INVISA Internacional (GOMES SOBRINHO, 2014).

Por essa região consagrar uma das áreas mais importantes do Turismo do estado da Bahia, do Nordeste e do Brasil surge inúmeros impactos negativos decorrente desse processo, pois esses locais são extremamente sensíveis à ação antropogênica, como: construções em ambientes de mangues, restingas, dunas, lagoas; supressão da vegetação nativa; vulnerabilidade ambiental e social das vilas e povoados, ocupações irregulares,

especulação imobiliária, descaracterização da identidade das culturas tradicionais dentre outros.

Na costa litorânea de Baixio, verifica-se o condomínio Ponta do Inhambupe, um complexo residencial e comercial pertencente a investidores espanhóis, o Grupo Prima Empreendimentos Inovadores e ao Grupo INVISA dotados de infraestrutura, mais adentro do continente localizam-se os povoados Palame e Baixio onde residem a população nativa os quais são atraídos para trabalhar nesse empreendimento, bem como em outras atividades voltadas para o turismo e lazer.

Diante dessa complexidade, surge a questão norteadora: em que medida o empreendimento Ponta do Inhambupe na costa litorânea de Baixio tem gerado impactos socioambientais sobre a comunidade local, cultural, econômica e meio ambiente na região?

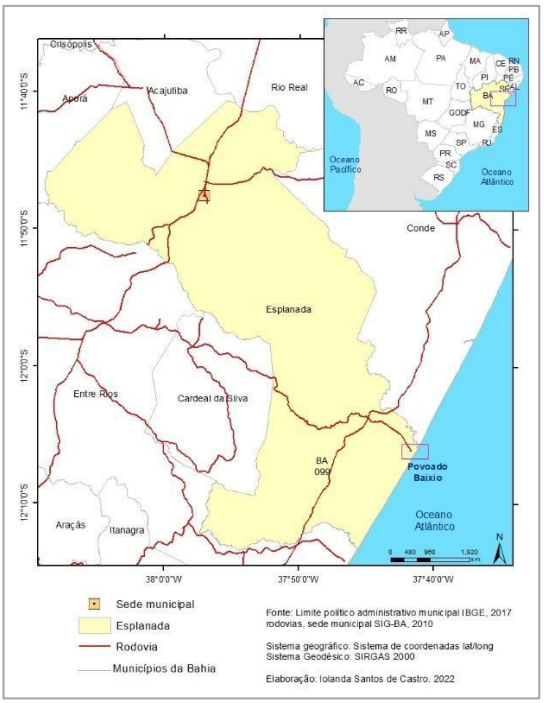
Diante do exposto, essa pesquisa tem como objetivo geral: realizar mapeamento geoambiental e verificar os impactos socioambientais decorrente da turistificação da área litorânea de Baixio e região e como objetivos específicos: a) conceituar o estado de vulnerabilidade ambiental presente na região; b) discutir sobre a dinâmica do turismo no Litoral Norte da Bahia; compreender as transformações socioculturais ocorridas a partir do processo de turistificação; c) analisar o processo de ocupação a partir do empreendimento imobiliário Ponta do Inhambupe e a apropriação dos espaços turísticos; d) verificar as implicações decorrentes do turismo na região de Baixio e avaliar o direcionamento das políticas de ordenamento territorial voltadas para o desenvolvimento local, mediante o fomento à atividade turística e das questões ambientais.

Contextualização e delimitação da área de estudo

A costa litorânea da Costa dos Coqueiros possui quase 240 km de extensão iniciados em Ipitanga no município de Lauro de Freitas até Mangue Seco em Jandaíra. Percebe-se na paisagem uma diversidade natural, que inclui diversos ecossistemas: praias, dunas, lagoas, brejos, manguezais, rios, praia de naturismo, vilas tradicionais - patrimônio histórico e cultural sendo, portanto, um cenário peculiar de exuberância e beleza que estimulam a atividade turística em toda zona costeira.

O cenário atual do povoado de Baixio, área de estudo (Mapa 01), denota que, o desenvolvimento do turismo para o litoral tem contribuído para o processo de degradação ambiental, devido as atividades setoriais predominantes que ali acontecem, especialmente as que estão relacionadas com o setor turístico e imobiliário. A lógica destes setores econômicos ainda está centrada na exploração dos recursos naturais, bem como no lucro em curto prazo.

Mapa 01 – Localização do município de Esplanada-BA.



Diante das mudanças advindas do cenário turístico e paisagístico do Povoado de Baixio, faz-se necessário uma análise multitemporal da região, com ênfase a partir dos anos 2000 onde se teve a expansão das redes hoteleiras e imobiliárias no Litoral Norte da Bahia.

Coleta de Dados da Pesquisa

Para o desenvolvimento acerca da obtenção dos resultados, foram realizados procedimentos divididos em etapas que teve como aporte teórico levantamento bibliográfico apoiado em leituras Coriolano (2007), Gomes Sobrinho (2011), Nunes e Matos (2017), Pitombeira (2014) dentre outros que trabalharam nessa temática para compreender o avanço do turismo no Litoral Norte da Bahia, com ênfase para o processo de turistificação na costa litorânea de Baixio.

Para realizar o mapeamento das transformações socioambientais da ocupação do uso da terra na costa litorânea de Baixio os dados foram adquiridos por meio da plataforma Google Earth Pro. Optou-se em primeiro momento, fazer o recorte espacial da área de estudo de três cenas históricas dos meses: maio de 2007, novembro de 2016 e dezembro de 2022. Esse procedimento foi realizado no intuito de contemplar as transformações geo-históricas socioambientais supracitado desse trabalho.

Para realização dos mapas foram estabelecidas 4 imagens da costa litorânea de Baixio. A pesquisa foi desenvolvida a partir de informações obtidas do Projeto Anual Brasileiro de Mapeamento e Uso da Terra e do Solo (MapBiomas) que produz mapas anuais de uso e

cobertura da terra, sendo disponibilizados, gratuitamente, de maneira mais rápida, atualizada e barata (Fonte: MapBiomas.org), num mapeamento anual da série histórica de 1985 – 2021.

Após adquirir as imagens de Uso e Cobertura da terra dos dados da plataforma MapBiomas, optou-se em primeiro momento, fazer o recorte da área de estudo, pois a imagem que compreende a costa litorânea e o seu entorno, municípios de Esplanada e Conde. Posteriormente, foi feito o polígono da área de estudo, totalizando 4 recortes, isto é, mapas por decênios, anos 1990, 2000, 2010 e 2021.

Foi necessário efetuar as classificações das imagens por meio de técnicas de geoprocessamento pela ferramenta, utilizando a opção classifier, para classificar Formação florestal, Mangue, Pastagem, Mosaico de usos, Dunas, praia e areal, Área Urbana, Corpos D'água, dentre outras classes, as quais foram comparadas tanto as classes quanto a paleta de cor com os dados da legenda da plataforma MapBiomas, da coleção 7.1. Por conseguinte, na tabela de atributos de cada imagem foi adicionada uma nova add field para inserir as classes correspondentes.

A dinâmica do turismo no Litoral Norte da Bahia

Os novos processos de desenvolvimento territorial e urbano no Litoral Norte da Bahia, evidencia inúmeras construções dos complexos turísticos residenciais e megaempreendimentos hoteleiros nos últimos 30 anos na região, visto que, a localização privilegiada do Aeroporto Internacional de Salvador e a duplicação BA-99 Estrada do Coco favorece/consolida a prática do turismo no Litoral Norte da Bahia (GOMES SOBRINHO 2011).

Essa região torna-se uma das mais importantes regiões turísticas do estado e do Brasil denominada pelo referido programa de Zona Turística Costa dos Coqueiros onde se concentra, atualmente, o maior número de resorts do país. A Região Metropolitana de Salvador (RMS) ao longo dos anos vem recebendo significativos investimentos públicos e privados para viabilizar/efetivar o turismo no Litoral Norte da Bahia, como por exemplo: implantação de saneamento básico, energia, comunicação, ampliação e duplicação da rodovia BA-099 anos 1970 a 1990, urbanização das vilas e povoados, dentre outros. Todavia, o desenvolvimento da região tem-se configurado no espaço de forma diferenciada.

Ainda para a autora supraciada a dinâmica ambiental/cultural/espacial na costa litorânea e mais adentro do continente denota-se duas paisagens: um mosaico de "ilhas de riqueza" versus "pobreza", sendo considerados territórios "com alta densidade técnica" e territórios "com baixa densidade técnica". Nessas áreas costeiras são notórias concentrações de inúmeros empreendimentos turísticos hoteleiros e imobiliários de alto padrão, hotéis e pousadas, restaurantes e serviços diversos para atender ao público privilegiado. Nota-se que, os empreendedores vêm modificando esses espaços tanto no ramo comercial, turístico-

hoteleiro e/ou prestadores de serviços para atender aos seus interesses – o capital que é desigual e combinado.

As áreas litorâneas possuem uma maior valorização do solo e imobiliária e, consequentemente, valores mais altos dos terrenos, casas e dos serviços, pois só consomem desses espaços aqueles que podem pagar. Já nas áreas mais afastadas da zona de costa, localiza-se a população mais pobre: os habitantes que trabalham nos empreendimentos imobiliários, no comércio que possuem baixa qualificação profissional, muitos deles vivem em moradias precárias e favelas.

Em muitas comunidades esse processo vem causando conflitos junto à comunidade local, a qual está sendo excluída dos espaços tradicionais - suas moradias devido à privatização desses espaços de uso em comum, problemática marcante no nordeste brasileiro. Uma nova estrutura regional e urbana está sendo montada para oportunizar a prática turística dessas áreas, com novas habitações introduzidas, denominadas como segundas residências, ou até primeira residência, como por exemplo em Guarajuba, Praia do forte e Itacimirim com serviços especializados voltado para uma parcela específica da população.

Gomes Sobrinho (2011) evidencia duas tendências de processos e formas urbanas que se desenvolvem no espaço, sobre a lógica econômica em escala global, nacional e regional, as quais são simultaneamente, e aparentemente opostas entre si, porém combinadas, o que remete a Teoria do desenvolvimento desigual.

Ambas as tendências denominadas de urbanização “contínua” e a “dispersa ou descontínua” desenvolvem e fortalecem por meio da ampliação de infraestruturas de circulação, acesso aos equipamentos que possibilitam os deslocamentos e os contatos. Todavia, não possuem as mesmas configurações, a primeira corresponde ao crescimento urbano e demográfico de Salvador e da RMS e, a segunda, decorre de megaempreendimentos, hoteleiro e turístico-residenciais de alto padrão.

Assim, esses territórios constituem-se públicos distintos, de um lado, territórios de “ilhas de riquezas” - numa seletividade social, pois essas áreas são comercializadas devido ao poder aquisitivo, os preços dos terrenos e casas são bastantes elevados para atender, exclusivamente, aos interesses do capital turístico. No outro território, consolida-se o retrato da favelização, do crescimento urbano acelerado, das moradias precárias da população nativa nas vilas e nos povoados.

Para Gomes Sobrinho (2011) as ações coordenadas e realizadas nas últimas três décadas pelo setor público e privado por meio de significativos investimentos geraram territorialidades na zona costeira, faixa delimitada pela BA-099, as quais concentram-se inúmeros empreendimentos turísticos hoteleiros e imobiliários de alto padrão denominado de

Complexos Turísticos Residenciais, hotéis e pousadas, restaurantes, serviços e, equipamentos turísticos diversos para atender, especificamente, uma clientela nacional e internacional.

Resultados e Discussões

Na história de ocupação das terras do litoral norte, desde as capitanias hereditárias no século XVI, as formações vegetais tiveram suas áreas reduzidas devido a intensificação das atividades agropecuárias, incluindo desde a cultura de subsistência a silvicultura (esta última ocupa hoje áreas extensas), e a construção de grandes empreendimentos hoteleiros e a industrialização. Em decorrência, a paisagem natural na área encontra-se bastante fragmentada, sendo composta por áreas antropizadas, bastante degradadas, misturadas com fragmentos remanescentes e vegetação secundária, formando um mosaico de ambientes preservados e antropizados, inserido em área de grande beleza cênica e de alto valor econômico (NUNES E MATOS, 2017).

Nos últimos anos, essa região vem passando por um rápido crescimento econômico em virtude do turismo. Caracterizado por uma economia voltada, principalmente, para o cultivo de coco, para a pecuária extensiva, o extrativismo e a pesca artesanal, a região deparou-se, na década de 1950, com o início da exploração de petróleo. Todavia, os municípios que hoje integram a APA Litoral Norte do Estado da Bahia e que foram beneficiados, na época, com a instalação de poços, permaneceram relativamente isolados, sendo, portanto, devagar as transformações sociais e espaciais até a década de 1970.

Todavia, a consolidação do Litoral Norte baiano como um polo turístico, de complexidade nacional e internacional, só foi possível com o início da construção da rodovia BA-099 (Estrada do Coco) na década de 1970, trecho Lauro de Freitas – Itacimirim. A posterior ampliação dessa rodovia, em 1993, até o Estado de Sergipe, denominada de Linha Verde, favoreceu a comunicação entre as diversas aglomerações ao longo do Litoral Norte. Destaque, também, para a implementação do Programa de Desenvolvimento Turístico do Estado da Bahia (PRODETUR-BA) em 1992, que viabilizou recursos para o desenvolvimento da região (MATTEDI, 2002).

O turismo, do povoado de Baixio, localizado no município de Esplanada, é um vetor de desenvolvimento socioeconômico. No que se refere ao turismo relacionado faixa litorânea, que por sua vez, possui apenas uma praia marítima com belezas naturais (composta por lagoas, dunas, coqueirais, mangues, rio e cachoeiras). Ademais, apresenta um rico artesanato, construções históricas dos séculos XVIII e XIX, pousadas aconchegantes e culinária peculiar e saborosa, que motivam o turismo e movimentam a atividade econômica da região.

Por meio dos mapeamentos realizados para análise espaço-temporal da cobertura e uso da terra na costa litorânea de Baixio (Figura 01), foi possível identificar as principais alterações ocorridas, entre as duas últimas décadas, em termos de cobertura e uso da terra, bem como os fatores que contribuíram para essas modificações, até poucas décadas, o turismo na costa litorânea de Baixio era habitado, predominantemente, por comunidades tradicionais.

Figura 01 - Análise multitemporal dos anos 2007, 2016 e 2023 da costa litorânea de Baixio, Esplanada-BA

Assim, verifica-se na figura A, no ano de 2006 ainda não tinha uma ocupação antropogênica tão agigantada, existia maior cobertura vegetacional, com poucas casas à beira mar, pois nesse período não havia realizado a implementação do Condomínio residencial e comercial (Figura 2).

Já nas figuras B e C, última década da pesquisa, anos 2016 e 2022, verifica-se a construção do empreendimento residencial e comercial Ponta do Inhambupe, bem como quantitativo maior de ocupação de construções residenciais e pontos comerciais. No ano de 2021 ocorreu a restauração da praça e orla marítima, com calçamentos, lixeiras orgânicas, barracas customizadas, iluminação, faixa com o nome da Praia, iluminada a noite, sendo considerada o cartão postal para turistas e banhistas se fotografarem (Figura 3).

Figura 02 - Condomínio comercial e residencial Ponta do Inhambupe.

Fonte: Iolanda Santos de Castro, 2023.

Figura 03 – Cartão Postal de Baixio.

Fonte: Iolanda Santos de Castro, 2023.

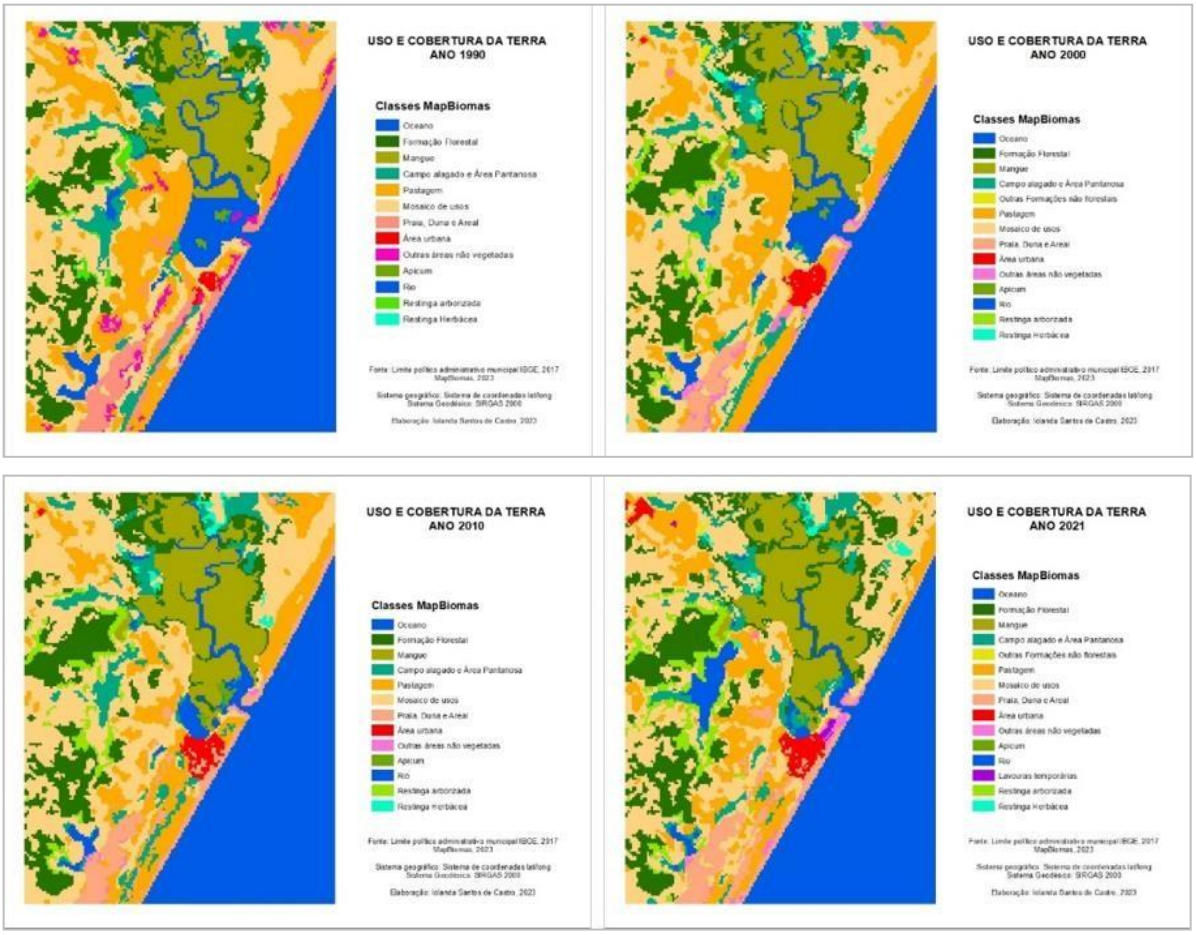
Então, nota-se que, no decorrer dos anos, o turismo do povoado de Baixio tem avançado, perpassando do turismo da comunidade e dos povoados vizinhos, sendo, nos últimos anos, um lugar bastante visitado, principalmente, na alta estação, nos meses de dezembro a fevereiro, o qual vem sendo noticiado em alguns programas de televisão, já foi matéria no Programa da Rede Globo, Tô de Férias, do Jornal do Meio- Dia, transmitido em rede nacional, bem como em jornais locais do estado da Bahia.

Análise do monitoramento do uso e cobertura da terra

Nos estudos sobre análise ambiental a plataforma do MapBiomas foi fundamental para verificar o uso e ocupação da terra, sendo assim o monitoramento é importante para compreender como constituiu e expandiu os diversos usos da costa litorânea da área em estudo a partir da década de 1990. Para a classificação da área de estudos foram utilizadas as seguintes classes: Oceano (0), Formação Florestal (3), Mangue (5), Campo alagado (11), Outras formações não vegetais (13), Pastagem (15), Mosaico de usos (21), Praia, duna e areal (23), Área urbana (24), Outras áreas não vegetadas (25), Apicum (32), Corpos d'água (33), dentre outras.

Por meio dos dados da Plataforma MapBiomas, foi possível a realização do mapeamento numa série multitemporal por década 1990, 2000, 2010 e 2021, a área de estudo apresentou variações significativas nos anos analisados, (Figura 4).

Figura 4 - Mapas de usos e coberturas da terra dos anos 1990, 2000, 2010 e 2021.



A região de Baixio possui um avanço do uso da terra, com destaque para a mancha urbana que vem aumentando ao longo das décadas, o que comprova o avanço do turismo. De acordo os dados da Plataforma Mapbiomas nos anos 1990 a área urbana do povoado era bastante tímida se comparada às décadas conseguintes corresponde cerca de 86 mil hectares da área de estudo (Gráfico 1). As principais atividades econômicas da região eram baseadas na agricultura de subsistência, na pesca de camarão, peixes, caranguejos, crustáceos e mariscos eram fonte de renda para a comunidade local.

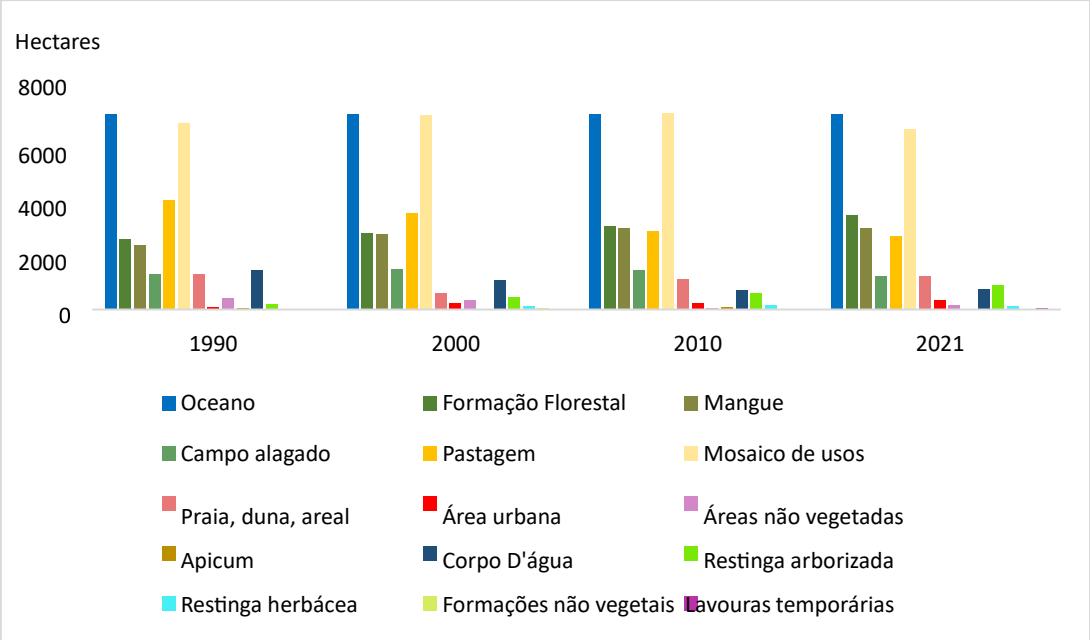
A partir dos anos 2000 e 2010 verifica-se nos mapas um aumento expressivo da área urbana perpassando cerca de 250 mil hectares, o que confirma a retirada da mata atlântica para pastagem, lavouras temporárias e outros usos da terra, nota-se que, essas duas últimas décadas vem sendo marcante outras atividades econômicas em especial a agropecuária em Baixio. Além disso, com a pressão exacerbada sobre os recursos naturais acelera mais ainda esse o processo.

No último ano da pesquisa, verifica-se a classe de Lavouras temporárias – o que não havia aparecido nos anos antecedentes, correspondendo cerca de 40 mil hectares, e, também, nota-se uma mudança de áreas não vegetadas às margens do Rio Inhambupe o que

comprova que, a instalação do empreendimento imobiliário Ponta do Inhambupe tem ocasionado mudanças na região, em que em décadas antecedentes o turismo era apenas voltado para os moradores dos povoados de Baixio e Palame.

Todavia, na última década, essa região tem se consagrado como um vetor econômico a nível nacional e internacional do turismo – sobretudo de investidores espanhóis na região, como por exemplo o Grupo Prima Empreendimentos em que no ano de 2016 começou a construção do megaempreendimento residencial e comercial.

Gráfico 1 – Evolução dos usos e cobertura da terra de Baixio nos anos de 1990, 2000, 2010 e 2021.



Pautado nesta temática, verifica-se com os dados um aumento no crescimento da mancha urbana a partir dos anos 2000, sendo, no último ano do estudo as lavouras temporárias consolida-se a atividade mais expressiva, além de diversos usos. Assim, os dados apresentam um avanço no processo de turistificação na região, essa problemática é intensificada, seja por meio de desmatamento, substituição da mata atlântica por pastos, lavouras e outros usos. Sendo assim, a degradação da Terra concatena na análise de monitoramento do ambiente e do avanço do turismo na região.

Os pescadores e o artesanato das Marias

A atividade pesqueira e de mariscagem é praticada há muitos séculos, exercida em sua maioria por indígenas, portugueses e africanos, o que faz da pesca e mariscagem uma herança histórica. Para efeito desse estudo, notamos que o ambiente é dominado pela presença feminina e de crianças na região do manguezal, já a pesca em alto mar é praticada

em sua maioria por homens. As atividades realizadas nos manguezais se mostraram exclusivamente de mulheres que cotidianamente fazem a coleta artesanal de crustáceos e moluscos em áreas de manguezais.

A labuta na maré se apresenta como uma rede de sociabilidade e símbolos, marcando o sentimento de pertença ao lugar, em uma relação de alternância entre o seco e o molhado, separação entre a terra e o mar, entre o passado e o presente. Em atividades que me parecem ser reguladas, em grande medida, pelo regime das marés, pela lua, chuva e sol (VIEIRA, 2018). O material coletado é limpo, separado, uma parte é vendido em feiras livres nas zonas urbana dos munícipios de Esplanada e Conde, enquanto a outra parte serve de alimento para suas famílias. Para Vieira (2018, p. 46):

> As marisqueiras desempenham papel importante no processo cultural e econômico, visto que sua atividade envolve relações de trabalho e resistência, perpetuando memórias transmitidas por gerações, marcando aspectos de luta pela sobrevivência. O que reforça o significado de lugar, responsável pela constituição de sentimento de pertença, criando as condições necessárias para o desenvolvimento de atitudes efetivas de sensibilização e educação ambiental, auxiliares ao processo de preservação do ecossistema manguezal.

As mãos de mulheres que da lama da maré retiram o sustento são as mesmas que coletam o cipó, raspam e colocam para secar. Esse procedimento leva uma média de três dias; esse material serve como base e estrutura para o trançado ornado com tranças de palha de piaçava coloridas com anilina, que são utilizadas na confecção de bolsas e cestos (Figura 5). Com junção de duas tradições locais distintas - o cipó tramado e a piaçava trançada - criaram produtos muito atrativos que apontaram para novas oportunidades de mercado. Atualmente, essas mulheres produzem cestos, luminárias, e estão sempre inovando em peças. Os Trançados das Marias já foram destaque em revistas de decoração de relevância nacional, como a Casa Claudia e Casa e Jardim. As produções artesanais desses trançados já foram noticiado em diversos programas de televisão, no Jornalismo da Band, na Record e na TB Bahia, os vídeos estão disponíveis no YouTube.

Figura 5 - Confecção de Bolsas e Cestos pelo Trançados das Marias.

Dados: ARTESOL – Artesanato Solidário.

As artesãs que trabalham juntas desde a fundação do grupo, em 2017, tiveram projetos financiados com apoio da Companhia e Ferro Ligas da Bahia - Ferbasa e assessoria do Serviço Brasileira de Apoio às Micro e Pequenas Empresas - Sebrae nos setores de design, gestão e vendas. Em mais de uma década de trabalho, a produção mudou a realidade das mulheres associadas, que através da renda gerada tiveram maior autonomia e puderam sonhar mais alto. Segundo Marluce, atual presidente da associação, com a renda do artesanato, sustentaram os filhos, cuidaram da casa, aprenderam que era possível construir um mundo mais justo e colorido.

As mãos são bastantes eficazes que os pés dada força e habilidade, o que confere aos humanos a capacidade de manusear as coisas. O sistema háptico, vai além do tato, permite a comunicação ou exploração ativa do ambiente e está relacionado diretamente com a percepção de textura, o macio e o áspero, o quente e o frio, força e movimento. Conforme Tuan (2012, p. 24): “[...] ver não é ainda acreditar: por isso Cristo se ofereceu para ser tocado pelo apóstolo incrédulo”, demonstrando a importância desse sistema nos trabalhos realizados com as mãos.

Boaventura Santos (2002), nos chama a atenção para a importâcia de voltar o olhar a experiências bem-sucedida de desenvolvimento local, desde atividades de produção artesanal até prestação de serviços, passando por iniciativas culturais destinadas a desenvolver laços de solidariedade nas comunidades. Para Mutim (2007) “os espaços públicos são vistos como arena de interações sociais e de construção de identidades onde são forjadas as demandas gerais de comunidades”.

Como afirma o professor Milton Santos (1999), o território não é apenas um conjunto de sistemas naturais e de coisas superpostas, “O território usado é o chão mais a identidade. A identidade é o sentimento de pertencer àquilo que nos pertence, e o território é o fundamento do trabalho, o lugar da residência, das trocas materiais e espirituais e do exercício da vida” (SANTOS, 1999, p.7).

No exercício da vida cotidiana, os seres humanos, ao tentarem reviver o passado, recordando vestígios que insistem em se atualizarem, traduzem a vida e os sentimentos, ativados por lembranças, por histórias de lugares ou territórios e tempos. E assim, tais exercícios se convertem em estratégias identitárias, “os modos de vida, as maneiras de ser, de pensar, de se situar, de se comportar em relação aos outros é a natureza” (MAFFESOLI, 2012 p.16). Memória e identidade se entrecruzam e se reforçam mutuamente.

Considerações Finais

Com a realização desse estudo pôde-se verificar impactos negativos decorrentes do avanço do turismo na região por ser áreas extremamente sensíveis à ação antropogênica. As ocupações de empresas espanholas para implantação de megaempreendimentos residenciais e comerciais e a especulação imobiliária tem gerado a descaracterização da identidade das culturas tradicionais, além de degradação do ambiente.

O estudo das variáveis analisadas, foi realizado um detalhamento do uso e cobertura da terra na costa litorânea de Baixio, em que as plataformas MapBiomas e Google Earth Pro foram fundamentais para as análises da área, os quais permitiram comparar uma série multitemporal por décadas. Assim, nos estudos, nota-se que, houve um avanço significativo acerca do processo de turistificação sendo a mancha urbana um indicador importante para essa análise.

Pôde-se concluir que, na região, os usos das atividades de agropecuárias vem ganhando força nas últimas décadas.Verificou-se ainda nos dados de uso e cobertura da terra que a partir do ano de 2000 houve, consideravelmente, o aumento da mancha urbava o que comprova que o turismo toma-se maior alcance, deixando de ser apenas para os moradores dos povoados locais, pescadores e ribeirinhos.

Agradecimentos

A presente pesquisa foi realizada com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), vinculada ao Programa de Pós-graduação em Estudos Territoriais (PROET), na Universidade do Estado da Bahia (UNEB).

Referências

GOMES SOBRINHO, L. Luzes e sombras no Litoral Norte da Bahia: os efeitos territoriais, socioambientais e econômicosda implantacão das redes hoteleiras espanholas eportuguesas. 2011. 344 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011.

MAFFESOLI, Michel. O tempo retorna: formas elementares da pós-modernidade. 1. ed. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 2012.

Mattedi, M. R. M. Espaço e sociedade na Área de Proteção Ambiental do Litoral Norte da Bahia. RDE - Revista de Desenvolvimento Econômico. Salvador, 5, p. 104−113. 2002.

NUNES, J. M de C; MATOS, M. R. B. de. Litoral norte da Bahia: caracterização ambiental, biodiversidade e conservação. (Orgs); prefácio, Eduardo Mendes. - Salvador: EDUFBA, 2017. p. 455.

TUAN, Y. F. Topofolia: um estudo de percepção, atitudes e valores do meio ambiente. Londrina: Eduel, 2012.

VIEIRA, I. E. N. S. Manifestações culturais de saubara-ba: contribuições para preservação do ecossistema manguezal. 2018. 136f. Dissertação (Mestrado - Programa Multidisciplinar de pós-graduação em Cultura e Sociedade) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Humanidades Artes e Ciências Professor Milton Santos. Salvador, 2018.

Os serviços ecossistêmicos da geodiversidade dos recifes do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil

The ecosystem services of the geodiversity of the reefs of Rio Grande do Norte, Northeastern Brazil

João Correia Saraiva Junior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RN
Orcid: 0000-0001-9100-1241
joao.correia@ifrn.edu.br

Thais Pereira de Lima
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RN
Orcid: 0009-0009-0074-8434
lima.thais@escolar.ifrn.edu.br

Silas Samuel dos Santos Costa
Mestrado Europeu ERASMUS+ em Paleontologia, Geopatrimônio e Aplicações, Universidade do Minho, Portugal
Orcid: 0000-0002-0314-278X
silas.costa.105@gmail.com

Resumo: As características naturais da zona costeira potiguar atraem anualmente milhares de pessoas beneficiadas pelos serviços proporcionados pela natureza. Assim, o artigo apresentado a seguir busca identificar os serviços ecossistêmicos da Geodiversidade proporcionados pelos recifes do Rio Grande do Norte. As estratégias metodológicas de pesquisa incluíram revisão da literatura sobre o tema, trabalhos de campo e análises dos dados, buscando sistematizar os serviços de acordo com a proposta de Murray Gray. Os resultados apontam que os principais serviços proporcionados pelos recifes emersos estão relacionados à regulação (controle das ondas marinhas) e culturais (geoturismo e lazer). No caso dos recifes submersos, o serviço de suporte (habitat) é o mais destacado pois, os recifes abrigam várias espécies da vida marinha. Nas duas tipologias de ambientes recifais, os serviços ligados ao conhecimento proporcionam variados tipos de aprendizado.

Palavras-chave: Geodiversidade. Recifes. Zona Costeira. Geomorfologia.

Abstract: The natural characteristics of the Potiguar coastal zone annually attract thousands of people who benefit from the services provided by nature. Thus, the article presented below seeks to identify the ecosystem services of Geodiversity provided by the reefs of Rio Grande do Norte. The methodological research strategies included a review of the literature on the subject, field work and data analysis, seeking to systematize the services according to Murray Gray's proposal. The results indicate that the main services provided by emerged reefs are related to regulation (control of sea waves) and cultural (geotourism and leisure). In the case of submerged reefs, the support service (habitat) is the most important because the reefs are home to several species of marine life. In both types of reef environments, knowledge-related services provide different types of learning.

Keywords: Geodiversity. Reefs. Coastal Zone. Geomorphology.

Introdução

No Rio Grande do Norte, os atrativos da zona costeira são fortemente marcados por feições geomorfológicas de grande beleza cênica modeladas em depósitos sedimentares. O litoral potiguar, com seus 410 km de extensão, encontra-se dividido conforme a orientação da

linha de costa em dois segmentos: o litoral oriental e setentrional com predominância de feições arenosas neste e feições rochosas no segmento leste.

Por ser detentor de exuberantes paisagens, o litoral potiguar é bastante visitado, particularmente em função do turismo de sol e mar que atrai milhares de pessoas anualmente, em particular, em trechos dominados por falésias, dunas e recifes.

De acordo com Guerra e Guerra (2008), os recifes derivam da palavra árabe *razif* que quer dizer pavimento, podendo ser recifes de corais ou recifes de arenitos. São feições de relevo elaboradas em sedimentos litificados e cimentados por carbonato de cálcio, de composição quartzítica, sendo citados primeiramente em 1841 em estudos de Charles Darwin e com idade estimada de 6 mil anos.

Os ambientes recifais são formações presentes em regiões tropicais e subtropicais. A sua presença denuncia períodos de variações eustáticas e indica posições de antigos níveis da linha de costa. Maia, Amaral e Gurgel (2013) discutiram a presença de recifes emersos e submersos (Figura 01).

Os recifes emersos estão localizados próximos à linha de costa e estão dispostos de forma paralela. Já os recifes submersos, são denominados popularmente de “parrachos” (Maia; Amaral; Gurgel, 2013). Nesse contexto, os recifes emersos destacam-se na foz do rio Cunhaú, município de Canguaretama, foz da laguna de Guaraíras em Tibau do Sul, praias de Barreta e Camurupim em Nísia Floresta e praias do Meio e Forte, na capital potiguar, Natal. Todos estes, no litoral oriental.

Já os submersos, estão presentes na praia do Pirangi do Sul (Parnamirim), Macarajaú (Maxaranguape), praia de Rio do Fogo e Perobas (Touros) no litoral oriental e praia do Minhoto (São Bento do Norte), praia de Galinhos e praia de Macau, no litoral setentrional.

Alguns trabalhos já pontuaram a existência e caracterização dos recifes no Rio Grande do Norte como Guimarães de Lima e Amaral (2001) que realizaram o mapeamento dos Recifes de Corais de Maracajaú/RN. Diniz (2003) e Silva e Nascimento (2016) destacaram a presença de tais elementos em municípios como Natal, capital potiguar.

Outros setores do litoral potiguar foram contemplados, como as pesquisas de Santos *et al*., (2007) que descreveram os recifes submersos na plataforma continental de Maxaranguape a Macau.

Figura 1 - Localização dos recifes emersos e submersos no litoral potiguar

Fonte: Adaptado de Saraiva Junior, 2021.

Bezerra *et al*., (2003) e Ferreira Junior (2005) realizaram um mapeamento dos recifes no litoral do município de Nísia Floresta. No entanto, embora diversos trabalhos tenham sido publicados sobre os ambientes recifais do RN, os serviços da geodiversidade ainda não foram apresentados. Nesse sentido, cabe indagar: quais seriam os serviços ecossistêmicos da geodiversidade prestados pelos recifes?

Dito isto, o objetivo deste artigo é identificar os serviços ecossistêmicos da geodiversidade dos recifes do Rio Grande do Norte. Os objetivos específicos buscaram descrever as condições geoambientais nas quais os recifes estão inseridos e classificar os serviços da geodiversidade para a biodiversidade e para a sociedade.

Este artigo encontra-se estruturado em seções que apresentam os conceitos que sustentam esta pesquisa, apresentação da metodologia e resultados obtidos.

Materiais e métodos

A metodologia executada para alcance dos objetivos é baseada no método indutivo, amplamente utilizado nas geociências (Carneiro; Misuzaki; Almeida, 2005; Vitte, 2007). Tal perspectiva, analisa situações particulares para alcance de premissas gerais, com limites no

tempo e no espaço (Suertegaray, 2005; Diniz; Silva, 2018). Assim, os recortes espaciais de ambientes recifais do RN foram investigados, segundo os dados disponíveis na literatura e nos trabalhos de campo.

O percurso metodológico foi dividido em etapas: Pré campo, campo e etapa de gabinete. No Pré-campo, foi realizado um levantamento da literatura científica que discutisse aspectos ambientais dos recifes. Os dados foram coletados em periódicos, teses, dissertações, notícias de jornais e informações disponíveis no sítio eletrônico do Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA), órgão estadual que realiza o monitoramento e a fiscalização dos diversos ambientes potiguares.

Na fase de campo, foram realizadas visitas para registro das condições ambientais e das formas de uso em todos os pontos demonstrados na figura 01. No caso dos recifes emersos, os trabalhos foram realizados em contexto de baixamar e, em ambientes recifais submersos, o acesso ocorreu por meio de barcos, associados aos passeios turísticos. Tal contexto, contribuiu na compreensão das formas de uso relacionados ao geoturismo. Os trabalhos de campo ocorreram entre julho de 2019 a de outubro de 2022.

Na etapa de gabinete, foi realizada a síntese e interpretação dos dados obtidos. A sistematização dos serviços ecossistêmicos da geodiversidade ocorreu a partir dos dados coletados na etapa de pré-campo e na etapa de campo, por meio de um *check list* dos benefícios identificados de acordo com a proposta de Gray (2013) e indicados por Silva e Nascimento (2016) para os recifes do município de Natal/RN.

Condições geoambientais dos ambientes recifais do RN

Os ambientes recifais do Rio Grande do Norte estão presentes em vários pontos do litoral setentrional, onde predominam os recifes submersos e no litoral oriental, com maior ocorrência de recifes emersos. Todos os corpos de recifes, são evidências das mudanças de antigas linhas de costa e, por esse motivo, se encontram relativamente paralelos à orientação de cada setor do litoral.

Tais morfologias são sustentadas por arenitos, típicos de ambientes de deposição praial. No caso dos recifes submersos, particularmente no litoral setentrional, a deposição pode ter ocorrido no Pleistoceno, embora possam estar associadas a substrato de idade Paleógena/Neógena (Santos *et al*., 2007). Já em relação aos emersos, tais processos genéticos são de idade holocênica.

Os recifes emersos exibem estruturas deposicionais horizontais e sub-horizontais, fortemente afetadas por fraturas. Nesse contexto, as intempéries climáticas associadas a abrasão marinha, elaboraram morfologias como as marmitas marinhas e grutas de abrasão

(Figura 02). Além disso, há alta ocorrência de tombamento de blocos que reconfiguram a orientação dos corpos recifais.

Figura 02- Marmitas marinhas (A e B) e fratura no corpo recifal (C) na praia de Barreta em Nísia Floresta.

Fonte: Os autores, 2022.

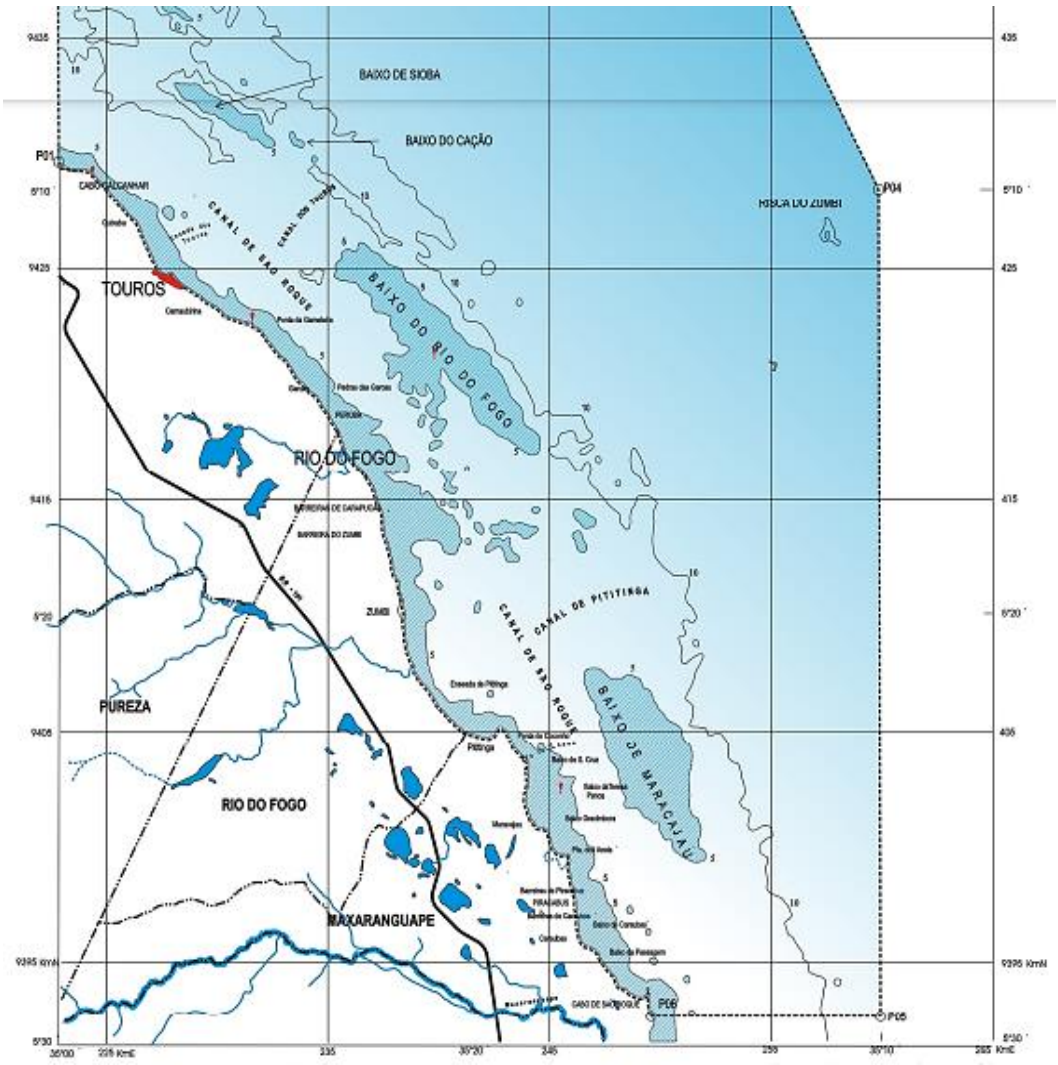
No caso dos recifes submersos, o substrato rochoso é recoberto por diversos organismos, como esponjas, ouriços, algas calcárias e corais. Por esse motivo, muitos corpos recifais são classificados denominados recifes de corais, por apresentarem grande ocorrência desses seres marinhos. No entanto, cabe destacar que os corais estão assentados sobre uma base rochosa, tipicamente sedimentar.

Os dois segmentos de litoral são categorizados como área de influência de clima tropical. No entanto, no litoral oriental as precipitações anuais apresentam média de 1.300mm e no litoral setentrional, não ultrapassam os 700mm (Diniz; Silva, 2015). O mesmo ocorre com as temperaturas anuais, sendo o litoral oriental o de maior amplitude térmica.

A interconectividade entre a atmosfera-continente-ambiente aquático é evidenciada na transferência das massas líquidas continentais para o ambiente marinho. De acordo com pesquisadores da Rede Oceânica (2020), os recifes do litoral setentrional recebem menor aporte de águas continentais, ao contrário do ambiente recifal do litoral oriental que é influenciado por maior descarga fluvial.

Destes ambientes recifais, a Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Corais (APARC) que abrange os municípios de Maxaranguape, Rio do Fogo e Touros é uma Unidade Conservação estadual que tem como propósito proteger a região marinha que abrange a faixa costeira de tais entes federativos.

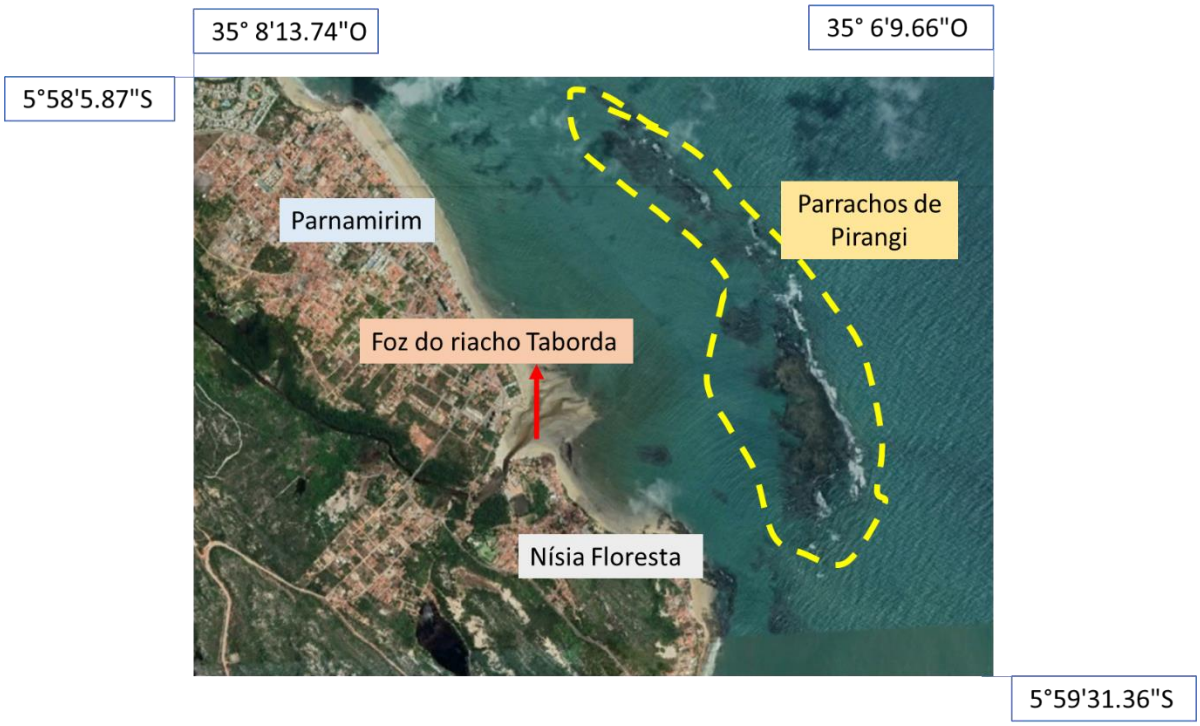
Figura 03- Localização da APARC



Fonte: IDEMA, 2023.

No caso do litoral oriental, está em andamento a elaboração de uma proposta de criação da Área de Proteção Ambiental dos Recifes de Pirangi, que abrange os municípios de Parnamirim e Nísia Floresta. Embora o recorte espacial da proposta da APA do Pirangi seja bem mais abrangente, os recifes submersos são os elementos de maior destaque da geodiversidade local (Figura 04).

Figura 4- Localização dos Parrachos de Pirangi



Fonte: Adaptado do Google Earth

Caso seja aprovada a delimitação dessa APA, não apenas os parrachos estarão incluídos, mas outros ecossistemas da plataforma continental.

Serviços ecossistêmicos da geodiversidade dos recifes do Rio Grande do Norte

Por serviços ecossistêmicos compreende-se todos os benefícios obtidos direta ou indiretamente da natureza (Saraiva Junior *et al*., 2022). Tais serviços são proporcionados pelas biodiversidade ou seja, conjunto dos seres vivos e pela geodiversidade, que, segundo o Serviço Geológico do Brasil (SGB), 2008, p. 2:

> "é a natureza abiótica (meio físico) constituída por uma variedade de ambientes, fenômenos e processos geológicos que dão origem às paisagens, rochas, minerais, águas, solos, fósseis e outros depósitos superficiais que propiciam o desenvolvimento da vida na terra, tendo como valores intrínsecos a cultura, o estético, o econômico, o científico, o educativo e o turístico."

No caso específico deste trabalho, serão destacados os serviços ecossistêmicos da geodiversidade. Como forma de analisar o conjunto de benefícios, Murray Gray (2013), apresentou as diversas possibilidades de mensuração e descrição dos benefícios abióticos.

Para Gray (2013), a geodiversidade apresenta 1 valor intrínseco, 5 serviços e 25 bens e processos que suprem as demandas dos ecossistemas. O valor intrínseco se refere ao valor de existência. Ainda que tal valor não seja consenso entre os pesquisadores por ser muito subjetivo, Gray (2013) defende que esse seja o valor primordial. Se não existisse o valor

intrínseco, a singularidade do elemento da Geodiversidade, os demais benefícios não existiriam.

O serviço de regulação, se refere ao papel preponderantemente regulador dos elementos da Geodiversidade no controle das condições naturais do ar, água e solo, sendo considerado um serviço fundamental na manutenção dos demais, por exemplo, os ciclos biogeoquímicos e ciclo hidrológico (Saraiva Junior *et al*., 2022).

O serviço de suporte diz respeito aos recursos disponibilizados pela Geodiversidade para o desenvolvimento de diversas atividades sociais e da própria natureza. Processos pedogenéticos, sepultamento e habitat são alguns exemplos de aplicação desse serviço (Gray, 2013; Nascimento, Nobre; Moura-Fé, 2020) .

O serviço de provisão faz referência aos materiais disponibilizados pelas rochas e minerais. Energia, material para construção, minerais metálicos e gemas são alguns exemplos das tipologias de recursos utilizados pela sociedade (Gray, 2013).

Os serviços de conhecimento estão relacionados à divulgação das pesquisas que fazem referência à história e evolução do planeta. Monitoramento ambiental em ambientes costeiros, investigação dos processos pretéritos de elaboração da paisagem e criação de postos de emprego voltados para a Educação Ambiental podem ser apontados como exemplos dos bens e processos relacionados ao serviço de conhecimento (Gray, 2013; Silva, Mansur; Nascimento, 2018).

O serviço cultural proporcionado pela Geodiversidade está relacionado ao significado cultural, espiritual e histórico que aqueles recursos apresentam para a sociedade, por exemplo, o geoturismo, toponímia e locais sagrados.

A divulgação dos serviços, bens e processos da Geodiversidade contribuem na sensibilização da sociedade na preservação do seu patrimônio natural. No Brasil, o artigo 216 da Constituição de 1988 ressalta que por patrimônio compreende-se os bens de natureza material e imaterial. Entre eles estão os sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico (Mansur, 2018). Nesse sentido, destacam-se os serviços oferecidos pelos recifes, a saber:

Serviços de regulação

Os recifes emersos desempenham um papel fundamental na amenização do impacto da energia das ondas no litoral. A localização desses relevos, paralelos à linha de costa atual, são importantes na atual configuração do sistema praial que permite a formação das “piscinas naturais”, amplamente utilizadas pela população. A abrasão marinha, no *front* dos recifes ocorre de maneira constante, independente do contexto de preamar e baixa mar.

Nesse sentido, a configuração da linha de costa atual, nos ambientes praiais marcados por recifes emersos como as praias de Barreta e Camurupim em Nísia Floresta e praias do Meio e do Forte em Natal, teria outra configuração se não fosse a existência dos recifes. No caso da praia do Forte, em Natal, foi possível identificar os efeitos do ataque direto das ondas no setor dos recifes que colapsou. O recuo da linha de costa é provocado pela ação direta das ondas que se formam na antepraia e atingem o setor arenoso frequentado pelos banhistas (Figura 05).

Figura 05- Recuo da linha de costa no setor colapsado dos recifes na praia do Forte em Natal (seta vermelha) e preservação da linha de costa (seta amarela).

Fonte: Adaptado do Google Earth,2020.

A regulação ofertada pelos recifes emersos adquire grande importância na organização social quanto ao uso dos ambientes praiais. No caso de Natal, em particular, Silva e Nascimento (2016), já haviam destacado a importância dessas feições na mitigação da invasão das águas marinhas.

Serviços de conhecimento

Os principais benefícios proporcionados pelos recifes emersos e submersos são baseados na possibilidade de compreensão da história natural da Terra. Os recifes são geoindicadores de mudanças climáticas que afetaram de maneira irreversível o litoral potiguar.

Pesquisadores das diversas áreas das Geociências podem desenvolver estudos sobre a gênese, classificação e tipos de ambientes para a biodiversidade que estas construções recifais proporcionam (Santos, Vital; Amaral, 2007).

Os tipos de sedimentos que sustentam tais corpos, a disposição das fraturas, a evolução das marmitas marinhas e movimentos de massa (tombamento de blocos) são evidências da evolução do meio físico. As características geológicas e geomorfológicas dos ambientes recifais podem ser exploradas por várias áreas do conhecimento (Saraiva Junior *et al.,* 2022). Trabalhos de campo, documentários e demais produções científicas podem ser realizadas fazendo referência aos recifes.

Diversos pesquisadores das área de Ecologia e Biologia produzem dados acerca do ciclo de vida dos organismos que se desenvolvem nos recifes, utilizando a geodiversidade como base para manutenção do ciclo de vida.

Outro bem relacionado ao serviço de conhecimento é o monitoramento ambiental. Em 2022 foi inaugurado na APARC o Museu dos Corais em Maracajaú (G1 RN, 2022). Tal equipamento de difusão do conhecimento foi feito por meio da parceria entre o IDEMA e pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Embora a temática central sejam os organismos , em particular , os corais, há referências diretas e indiretas sobre a importância da geodiversidade, pois, sem ela, tais formas de vida ficaram impossibilitadas de realização do ciclo de vida. Nesse sentido, a expansão da exploração *offshore* petrolífera na Bacia Potiguar, necessita de dados sobre os ecossistemas recifais para que os danos sejam minimizados.

Em Pirangi, a frequência de visitantes é tão alta, que exigiu do IDEMA a formulação de um termo Termos de ajustamento de conduta para o uso de área recifal, que proíbem a ancoragem de barcos nos recifes (Tribuna do Norte, 2010).

Serviços culturais

Diversos serviços culturais são encontrados nesses ambientes. Inicialmente, pode ser destacada a formação de espaços destinados ao lazer, por se apresentarem como ambientes de águas tranquilas, apropriadas para a realização de banhos para diversas idades. A formação das “piscinas naturais” atrai visitantes que buscam locais de menor ataque das ondas

No caso da praia de Camurupim, em Nísia Floresta, a elaboração da “Pedra Furada” ou ainda “Pedra Oca” como resultado da abrasão marinha no *front* dos recifes, permitiu a formação de um cenário peculiar. Durante a preamar, o aporte de águas marinhas adentra as cavidades e acelera o tombamento de blocos potencializado pelas fraturas. Nesse sentido, tal feição merece destaque pela peculiaridade, mas também representa um setor de risco, pois

as camadas superiores podem colapsar a qualquer momento. Porém, existem várias “pedras furadas” ainda pouco divulgadas. Ainda em Camurupim, restaurantes fazem menção a esse elemento da geodiversidade (Figura 06). Outras praias como a praia do Forte e do Meio em Natal possuem configuração geomorfológica semelhante.

Corroborando o que aponta Gray (2013), tais elementos da geodiversidade proporcionam os benefícios relacionados ao Geoturismo e lazer, significado histórico e desenvolvimento social. Este último, é marcado pela manutenção de uma gama de atividades do setor terciário como venda de alimentos e bebidas que geram renda para os trabalhadores.

Figura 06- Destaque para os elementos da geodiversidade da praia de Barreta (A) piscinas naturais (B)Restaurante Pedra Oca (C)Placa instalada pelo poder público para indicar a localização da Pedra Oca

Fonte: Os autores, 2022.

No caso dos recifes submersos, há um incremento no tipo de atividade desenvolvida. Nos “parrachos” de Maracajaú (Figura 07) e de Pirangi, além da existência de barracas de praia, há ainda os passeios de barco com opções de realização de mergulho com cilindro para alcance de maiores profundidades e observação do ecossistema, e ainda o mergulho superficial, com o auxílio do *snorkel*. Uma fonte de renda é gerada a partir da cobrança de ingressos para utilização dos barcos e de equipamentos para mergulho nas duas modalidades.

Figura 07-Serviços de transporte e aluguel de equipamentos na APARC (Maracajaú)

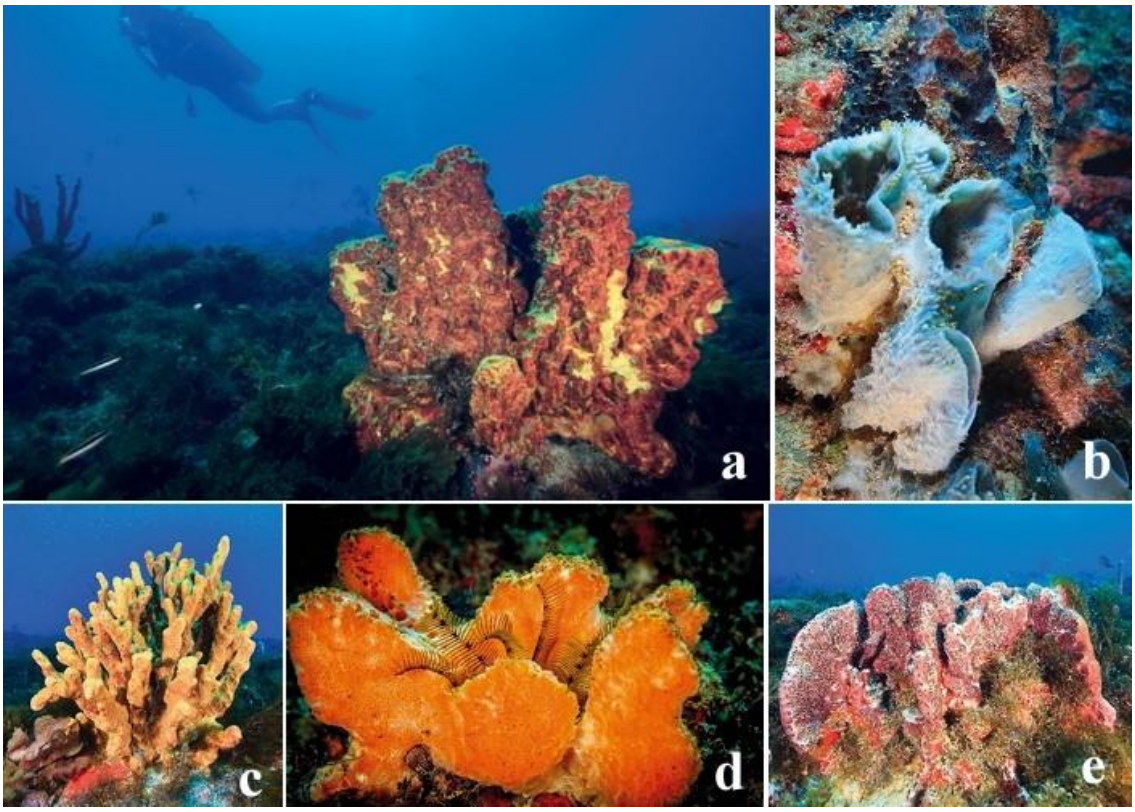
Fonte : IDEMA, 2023

Serviços de suporte

O habitat é o principal benefício relacionado ao suporte. Trata-se de um ambiente caracterizado como berçário, particularmente para peixes. Garcia Junior (2006) destacou a presença de diversos peixes que utilizam os recifes no RN. Souza, Mendes e Angelini (2013) descreveram as espécies de peixes que têm seu ciclo de vida associados aos recifes, totalizando cerca de 47 tipologias. No caso específico dos Parrachos de Pirangi, entre recifes rasos e profundos, foram registradas cerca de 180 espécies de peixes que utilizam os recifes como habitat (Oceânica, 2020).

No entanto, tal elemento da geodiversidade é importante não apenas para os peixes. De acordo com Oceânica (2020), os recifes mais profundos em Pirangi, apresentam biodiversidade marcada por esponjas (Figura 08), moluscos e estrelas do mar, que são típicas de ambientes bentônicos, ou seja, profundos (Oceânica, 2020).

Figura 08- Ocorrência e diversidade de esponjas nas formações recifais da região de Pirangi: a) Aplysina fistularis, b) Callyspongia vaginalis; c) Aplysina fulva; d) Clathria nicoleae e e) Ircinia felix.



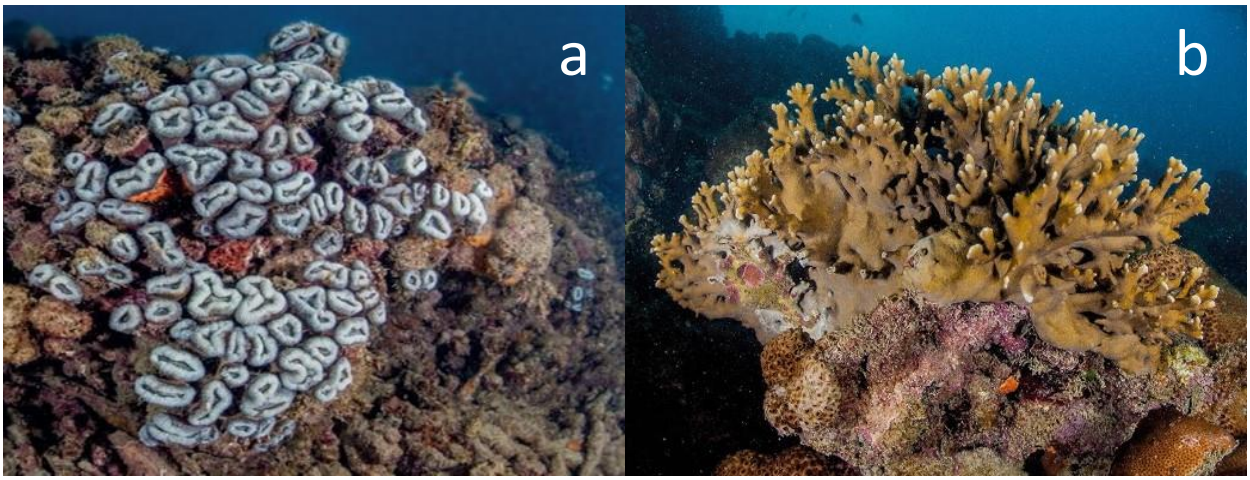
Fonte: Registro feito por Áthila Bertoncini e publicado pela Oceânica (2020).

Outro destaque é em relação aos corais que colonizam as feições recifais e desenvolvem seu ciclo de vida de maneira ininterrupta. De acordo com Souza e Mendes (2020)

> Embora os corais não sejam os principais bioconstrutores da maioria dos recifes encontrados no litoral sul potiguar, a presença desses organismos é importante ampliando a composição, estrutura e contribuindo na dinâmica desses ambientes, entre outras coisas, por fornecerem importantes parâmetros da qualidade ambiental (Souza e Mendes, 2020, p. 44).

Nos parrachos de Maracajaú e do Pirangi (Figura 09) são encontradas diversas tipologias de corais que utilizam o substrato rochoso.

Figura 09-Ocorrências de coral-vela (*Mussismilia harttii*) e coral-fogo (*Millepora alcicornis*) nos recifes submersos de Pirangi.



Fonte: Registro feito por Áthila Bertoncini e publicado pela Oceânica (2020).

No caso do município de Natal, especificamente na praia do Forte, segundo Silva e Nascimento (2016)

> "os arrecifes serviram de plataforma sólida para a construção do Forte dos Reis Magos(figura 4), erguido no início do século XVII e principal monumento histórico da cidade. Também é possível identificar nas demais praias, pois os recursos abióticos, como rochas e solos, são utilizados como habitat de espécimes de bivalves, crustáceos, entre outros invertebrados"(SILVA e NASCIMENTO, 2016, p. 347).

Os serviços de provisão não foram identificados no decorrer da pesquisa, pois, a retirada dos materiais rochosos e depósitos sedimentares implica em destruição dos recifes. Nesse sentido, é importante destacar que os recifes devem ser utilizados, apenas, em contexto de visitação para que as características morfológicas sejam minimamente preservadas.

Nesse contexto, os recifes se constituem como elementos fundamentais para a compreensão da formação territorial do Rio Grande do Norte, pois o Forte dos Reis Magos foi erigido em um local estratégico que permitiu a visualização de ataques aos portugueses vindo do oceano e do continente.

Considerações Finais

Os recifes são ecossistemas importantes e que possuem alto potencial no provimento de benefícios não apenas para a sociedade, mas também como um ambiente com bastante potencial educativo, apresentando uma Geodiversidade rica para quem busca aprender e para quem busca se divertir através do geoturismo local.

Dos quatro(04) tipos de bens e processos associados aos recifes, destacam-se os de suporte que exerce a função primordial de abrigar a biodiversidade marinha e os serviços culturais que permitem a promoção da qualidade de vida e geração de renda a partir da realização de passeios.

Descrever as condições geoambientais nas quais os recifes estão inseridos e classificar os serviços da geodiversidade para a biodiversidade e para a sociedade de acordo com os estudos de Gray (2013), comprova através de um olhar descritivo e científico o quão importante essa formação geomorfológica. Todos os serviços identificados são essenciais para o organismos do ecossistema marinho e para as populações que fazem uso dessas áreas.

É, por fim, indispensável manter e preservar os recifes através de ações educativas e incentivos privados e governamentais para que tais serviços descritos, no decorrer desse trabalho, continuem existindo para a sociedade.

Agradecimentos

Agradecemos a Diretoria de Pesquisa do Campus CNAT do IFRN pela concessão da bolsa de Iniciação Científica, em 2022, que permitiu a realização da pesquisa.

Referências

BEZERRA,F.H.R.; BARRETO.A.M.F.; SUGUIO,K. Holocene sea level history on the Rio Grande do Norte state coast, Brasil. Marine Geology, 2003.

CARNEIRO, C. D. R.; MIZUSAKI, A. M.; ALMEIDA, F. F. M. A determinação da idade das rochas. Terræ Didática. 1(1):6-35, 2005. Disponível em < https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8637442. Acesso em 09 de fevereiro de 2020.

DINIZ, M. T. M.; SILVA, S. D. R. O Método Indutivo e a pesquisa em Geografia: aplicação no mapeamento de unidades da Paisagem. Caderno de Geografia, v.28, n.54, 2018.

DINIZ, M. T. P.; PEREIRA, H. V.C. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: sistemas atmosféricos atuantes e mapeamento de tipos de clima. Boletim Goiano De Geografia, 35(3), 488-506. (2015).

FERREIRA JUNIOR,A.V. Mapeamento da zona costeira protegida por arenitos de praia (*beachrocks*) em Nísia Floresta-RN. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2005.

G1 RN. Museu dos Corais é inaugurado em Maracajaú, no RN. 05/03/2022. Disponível em https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2022/03/05/museu-dos-corais-e-inaugurado-em-maracajau-no-rn.ghtml. Acesso em 15 de agosto de 2023.

GARCIA JUNIOR, J. Inventário das espécies de peixes da costa do Estado do Rio Grande do Norte e aspectos zoogeográficos da ictiofauna recifal do Oceano Atlântico. Dissertação em Bioecologia Aquática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2006.

GRAY, M. 2013. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. 2nd edition. Chichester, John Wiley & Sons, 495 p

GUIMARÃES DE LIMA, W. D. S., & DO AMARAL, R. F. (2001). Mapeamento dos Recifes de Corais de Maracajaú/RN com o uso de Fotografias Aéreas de Pequeno Formato. *Pesquisas Em Geociências*, *28*(2), 417–425. https://doi.org/10.22456/1807-9806.20316

MAIA, R. P.; AMARAL, R. F.; GURGEL, S. P. P. Geomorfologia do Rio Grande do Norte. In: Capítulos de Geografia do Rio Grande do Norte. ALBANO, G. P.; FERREIRA, L.; ALVES, A. M. Natal: Fundação José Augusto, 2013.

MANSUR,K.L. Patrimônio geológico, geoturismo e geoconservação: uma abordagem da geodiversidade pela vertente geológica. In: GUERRA,A.J.T.;JORGE,M.C.O. Geoturismo, geodiversidade, geoconservação: aborgagens geográficas e geológicas. São Paulo: Oficina de Textos, 2018.

OCEÂNICA. Biodiversidade de Ambientes Recifais Costeiros: Importância, riscos e desafios. YouTube, 2020. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=jYRGrMmgxHM&t=1169s. Acesso em 01 de agosto de 2023.

OCEÂNICA. APA Recifes de Pirangi - A Importância de Uma Nova Área Protegida Costeiro Marinha No RN. YouTube, 2020. Disponível em https://www.youtube.com/watch?v=IL7bWJHb9So. Acesso em 02 de agosto de 2023.

OCEÂNICA. APA recifes de Pirangi: proposta de criação de área protegida costeiro-marinha no Rio Grande do Norte. Parnamirim: Oceânica, 2020.

SANTOS,C. L.A.; VITAL,H; AMARO,V.E. Mapeamento de recifes submersos na costa do Rio Grande do Norte, NE do Brasil: Macau a Maracajau Revista Brasileira de Geofísica, 2007.

SGB. Serviço Geológico do Brasil. Geodiversidade do Brasil: conhecer o passado para entender o presente e prever o futuro.Rio de Janeiro: SGB, 2008.

SILVA, M. L. N. da.; MANSUR, K. L. e NASCIMENTO, M. A. L. do. Serviços ecossistêmicos da natureza e sua aplicação nos estudos da geodiversidade: uma revisão. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ. Vol. 41 – 2. 2018.

SOUZA,T.A.; MENDES,L.F.; ANGELINI,R. A Diversidade de peixes recifais na praia de Barra de Tabatinga,Rio Grande do Norte. Bioikos, Campinas, 2013.

SOUZA, I.M.M.; MENDES,L.F. Corais construtores de recifes. In: OCEÂNICA. APA recifes de Pirangi: proposta de criação de área protegida costeiro-marinha no Rio Grande do Norte. Parnamirim: Oceânica, 2020.

SUERTEGARAY, D. M. Notas Sobre Epistemologia em Geografia. Florianópolis: UFSC, 2005.

TRIBUNA DO NORTE. Assinado Termo de Ajustamento que deve reger passeios aos parrachos 10/02/2010. Disponível em http://www.tribunadonorte.com.br/noticia/assinado-termo-de-ajustamento-que-deve-reger-passeios-aos-parrachos/140151.

VITTE, A. C. Os fundamentos metodológicos da geomorfologia e a sua influência no desenvolvimento das ciências da Terra. In: VITTE, A.C. e GUERRA, A.J.T. (orgs.) Reflexões sobre a geografia física no Brasil. RJ: Bertrand Brasil, 2007.

O Valor Turístico dos Geomorfossítios do Geopark Araripe, Ceará: Uma Avaliação Quantitativa

The Tourist Value of the Geomorphosites of the Araripe Geopark, Ceará: A Quantitative Assessment

André Henrique de Souza
Instituto Federal do Ceará
https://orcid.org/0009-0001-7105-9072
andre.henrique.souza04@aluno.ifce.edu.br

João Bandeira da Silva
Instituto Federal do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-9935-8285
joao.bandeira.silva05@aluno.ifce.edu.br

Francisco Nataniel Batista de Albuquerque
Instituto Federal do Ceará
https://orcid.org/0000-0001-8588-2740
nataniel.albuquerque@ifce.edu.br

RESUMO: A geodiversidade é uma das grandes promotoras do turismo nos geoparques e uma importante estratégia para a valoração e geoconservação dos geossítios. Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho é quantificar o valor turístico dos geossítios Colina do Horto, Pontal da Santa Cruz e Ponte de Pedra do GeoPark Araripe. Do ponto de vista metodológico, os geossítios foram classificados segundo o interesse principal da geodiversidade como geomorfossítio, a partir da metodologia de valoração de mirantes. Como resultado, os geossítios obtiveram 22, 20 e 14 pontos, respectivamente. A valoração ratifica as informações de que a Colina é o geossítio de maior fluxo turístico, seguido do Pontal, sendo este último inserido na mesma rota do geossítio Ponte de Pedra e, principalmente, do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens, na cidade de Santana do Cariri, evidenciando a importância da integração da geodiversidade ex situ e in situ.

Palavras-chave: Geodiversidade. Geoturismo. Geoconservação. Método de valoração.

ABSTRACT: Geodiversity is one of the great promoters of tourism in geoparks and an important strategy for the valuation and geoconservation of geosites. Given the above, the objective of this work is to quantify the tourist value of the geosites Colina do Horto, Pontal da Santa Cruz and Ponte de Pedra of Araripe GeoPark. From the methodological point of view, the geosites were classified according to the main interest of geodiversity as a geomorphosite, based on the methodology for valuing viewpoints. As a result, the geosites obtained 22, 20 and 14 points, respectively. The valuation ratifies the information that Colina is the geosite with the highest tourist flow, followed by Pontal, the latter being inserted in the same route as the Ponte de Pedra geosite and, mainly, the Paleontology Museum Plácido Cidade Nuvens, in the city of Santana do Cariri, highlighting the importance of integrating ex situ and in situ geodiversity.

Keywords: Geodiversity. Geotourism. Geoconservation. Valuation method.

Introdução

O conceito de geodiversidade, de acordo com Gray (2004) ”é a diversidade dos aspectos abióticos, como os geológicos e geomorfológicos, que se integram na paisagem”. O entendimento dessa temática é aprofundado por Brilha (2005), ressaltando que os componentes físicos naturais “podem compreender também os testemunhos provenientes de

um passado geológico (minerais, rochas, fósseis) podendo determinar a evolução da civilização, através do condicionamento humano". Dessa forma, subtende-se que a geodiversidade abarca a compreensão de todas as unidades abióticas da natureza de maneira sistêmica, resultando na multiplicidade desses fatores.

Assim, pode-se levar o ato de preservar e conservar algum aspecto ou forma que estejam diretamente relacionados ao uso ou atribuir algum valor. Nasce nessa perspectiva a ideia da conservação, que para este, se dá a definição de geoconservação, evidenciando o patrimônio geológico ou geopatrimônio (NASCIMENTO, RUCHKYS, MANTESSO-NETO, 2008). Nesse contexto, as feições e os processos geomórficos podem configurar-se como patrimônio geomorfológico passível de ser valorado pelos mais diversos serviços prestados, dentre eles o turístico.

No que diz respeito ao geoparque, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) o abordam como "áreas geográficas únicas e unificadas onde locais e paisagens de importância geológica internacional são geridos com um conceito holístico de proteção, educação e desenvolvimento sustentável." (UNESCO, 2015). Nessa perspectiva, para que os geoparques sejam criados, é necessário que devam conter geossítios, que tenham em especial relevância científica ou estética (BRILHA, 2005).

Entretanto, devemos antes nos apropriarmos do conceito de patrimônio geológico que, de acordo com brilha (2005, p. 52), é "definido como o conjunto dos geossítios inventariados e caracterizados numa dada área ou região", correspondendo à apenas a uma parcela pequena da geodiversidade e que apresenta características específicas, sendo necessário à sua conservação.

Nesse contexto, os geossítios são os locais delimitados geograficamente e que apresentam vários valores, do ponto de vista turístico, cultural, pedagógico, científico e entre outros. Entre os geomorfossítios estão aqueles classificados como mirantes ou viewpoints (REYNARD, 2009; DINIZ; ARAÚJO, 2022), pois permitem a visão panorâmica a partir de um ponto de observação, além de uma área a ser observada.

Diante das demais abordagens, a definição de turismo, segundo a Organização Mundial do Turismo (OMT), corresponde a um fenômeno de aspecto social, cultural e econômico diretamente relacionado com o deslocamento de pessoas para lugares fora do seu ambiente pessoal, seja uma localidade próxima, seja até mesmo outro país.

Nesse contexto, a prática do geoturismo ganha espaço como um segmento turístico que visa a sustentabilidade a partir da contemplação dos aspectos naturais da geodiversidade, possibilitando "a visitação turística a ambientes geológicos, geomorfológico ou paleontológicos dotados de uma qualidade estética ou não, como grutas, formações

rochosas, afloramentos de rocha, feições superficiais, conjunto de serras, dentre outros". (MANOSSO, 2010)

Dessa forma, o presente trabalho objetiva a avaliação quantitativa do valor turístico dos geomorfossítios Colina do Horto, Pontal da Santa Cruz e Ponte de Pedra do Geopark Araripe, Ceará, conforme a proposta metodológica de valoração da geodiversidade de mirantes de Diniz e Araújo (2022).

Metodologia

Os geossítios Pontal da Santa Cruz, Ponte de Pedra e Colina do Horto foram selecionados por se tratar de geomorfossítios do tipo mirante (REYNARD, 2009; FUERTES-GUTIERREZ; FERNANDEZ-MARTINEZ, 2010) com forte dinâmica turística (GEOPARK ARARIPE, 2006).

Os geomorfossítios foram valorados quantitativamente a partir da metodologia de Diniz e Araújo (2022), a qual classifica a geodiversidade dos mirantes a partir de três categorias de valoração: valor científico, valor estético e valores adicionais, sendo estes últimos, os valores cultural, didático e turístico. O presente trabalho analisará apenas a relevância do Valor Turístico dos geomorfossítios a partir dos critérios: acessibilidade, categoria de turismo, existência de uso em andamento, conveniência, sinalização e segurança (Quadro 1).

Quadro 1. Critérios do Valor Turístico de acordo com a metodologia de Diniz e Araújo (2022).

Parâmetro (Definição)	Pontuação			
	1	2	3	4
Acessibilidade (Indicativo de dificuldades de acesso ao sítio)	Somente por pedestres preparados (por exemplo, no caso de pontes suspensas).	Apenas por pedestres.	De carros com estradas de terra.	De carros com estradas pavimentadas.
Categoria de Turismo As finalidades turísticas existentes na zona (sol e praia, geoturismo, ecoturismo, aventura, estudos, desporto, pesca, cultural, religioso, etc.)	0–1 tipo de turismo	2 tipos de turismo	3 tipos de turismo	4 ou mais tipos de turismo
Existência de Uso em andamento Indica as condições atuais de uso turístico do local.	Sitio sem qualquer uso atual ou site com algum taxa de visitação, mas ainda incipiente.	Local com índice médio de visitação e presença de alojamento.	Sitio com alto índice de visitação, mas sem mecanismo de controle de visitantes e com presença de acomodação	Local com alto índice de visitação e equipado com medidas e presença de alojamento instalações a menos de 3 km de distância
Conveniência Ambiente construído agradável com presença de bares, restaurantes, pousadas, internet, bancos, entre outros.	0–1 elemento de conveniência.	2 elementos de conveniência.	3–4 elementos de conveniência.	≥5 elementos de conveniência.
Sinalização Sinais como meio de comunicação para turistas	Ausência de sinalização.	Presença de placas de identificação, indicativas e placas informativas sobre os riscos do local	Presença de sinais indicativos da relevância abiótica	Painéis interpretativos da área.
Segurança Condição de estar seguro no local. Presença de cercas, guarda-costas, sinais de alerta sobre a exposição perigos, entre outros.	Um ponto de vista íngreme ou não íngreme sem proteção ao visitante.	Um mirante com 1 elemento de proteção para o visitante	Miradouro com mais de 1 elemento de proteção para o visitante	Ponto de vista íngreme (menor ou maior que 45°) com mais de 3 elementos de proteção ao visitante.

Fonte: Diniz e Araújo (2022).

Em visita a campo foram analisadas as condições dos fatores que contribuem para a funcionalidade dos geossítios como a infraestrutura, a situação dos acessos, a dinâmica da visitação e entre outros fatores que são atribuídos ao geossítio enquanto elemento da geodiversidade que buscam proporcionar recursos necessários para ampliar o conhecimento dos visitantes sobre a geodiversidade e a importância da geoconservação dos geossítios na região.

Após a valoração quantitativa, os geossítios Ponte de Pedra, Pontal da Santa cruz e Colina do Horto foram classificados quanto ao nível de importância do valor turístico (Tabela 2).

Tabela 1 – Classificação quanto ao nível de valoração.

Classificação	
Muito baixo	1-6
Baixo	7-12
Médio	13-18
Alto	19-24

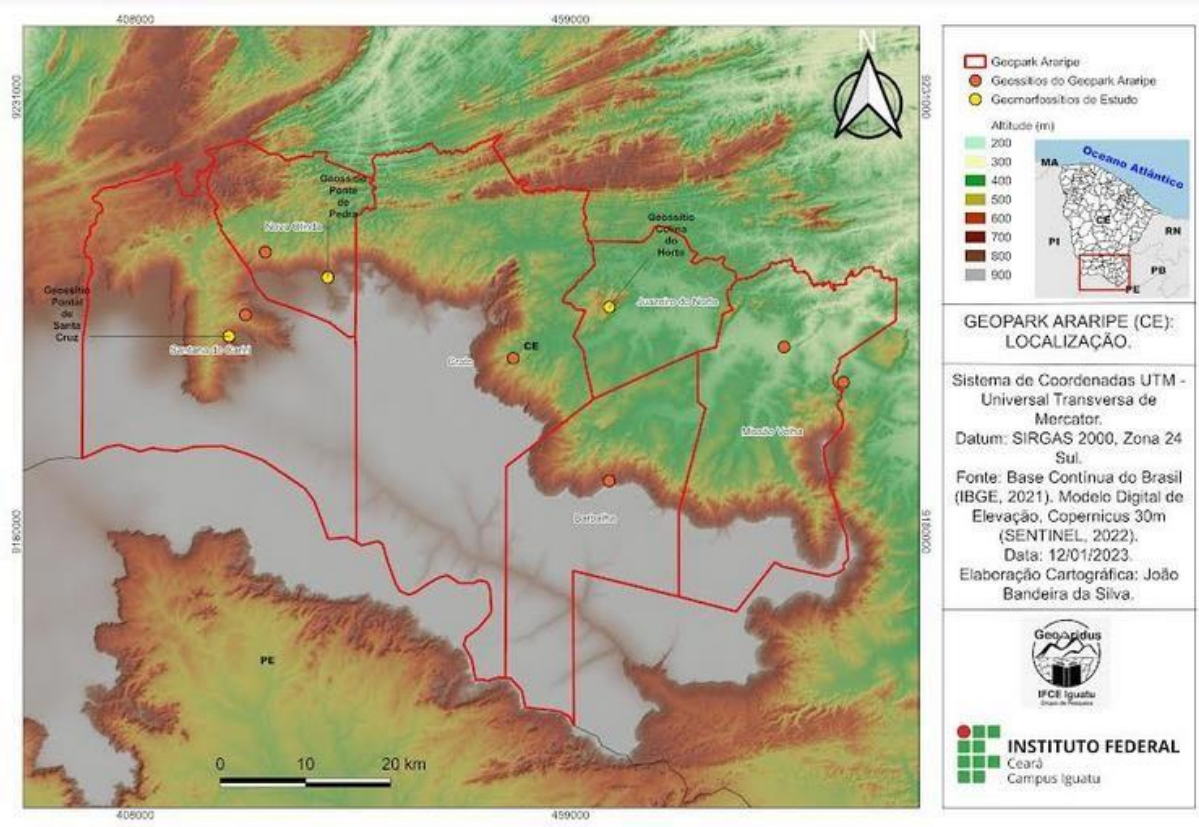
Fonte: Elaboração dos autores (2023).

A classificação do valor turístico foi definida a partir do enquadramento em quatro categorias qualitativas, desde muito baixo, baixo, médio e alto.

Resultados e Discussões

O Geopark Araripe, chancelado em 2006 pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (Unesco), está localizado no extremo sul do estado do Ceará, mais precisamente na divisa com o estado de Pernambuco, entre as coordenadas geográficas 39° 08' a 39° 44' de longitude Oeste e 07° 05' a 07° 18' de latitude Sul. O geoparque é composto por nove geossítios que compreende os municípios de Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri com destaque para os geossítios do tipo geomorfossítios Colina do Horto, Pontal da Santa Cruz e Ponte de Pedra (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização dos Geossítios Pontal da Santa Cruz, Ponte de Pedra e Colina do Horto.



Fonte: Autores (2023).

Nas coordenadas 07°10′ 47″ S e 39° 19′ 48″ W está situado o geossítio Colina do Horto, um inselbergue de composição granítica no início da depressão sertaneja que bordeja a Chapada do Araripe no município de Juazeiro do Norte. No seu topo se encontra o monumento em homenagem a Padre Cícero, uma das grandes personalidades que marcou a história do Ceará. É um dos principais pontos turísticos do Nordeste, onde milhares de romeiros prestigiam a estátua de Padre Cícero e pagam suas promessas.

O Geossítio Pontal da Santa Cruz, por sua vez, está localizado na cidade de Santana do Cariri/CE, nas coordenadas 07°12' 37” S e 39° 44' 02" W próximo ao distrito de Vila do Pontal, a 6 km da sede municipal. O geossítio de interesse geomorfológico é caracterizado por um dos principais pontos de observação panorâmica na borda norte da Chapada do Araripe através de seu mirante modelado em arenitos coesos e avermelhados da Formação Exu a 760 metros de altitude permitindo aos visitantes a observação da cidade de Santana do Cariri situada na depressão Sertaneja.

Por fim, o Geossítio Ponte de Pedra localizado nas coordenadas 7° 8 '53,48" S e 39° 37' 44,50" O, está situado as margens da rodovia CE-494, no município de Nova Olinda – CE. A Ponte corresponde a uma geoforma homônima originado a partir de processos erosivos

fluviais em rochas areníticas pertencentes a Formação Exu, formado no período cretáceo a aproximadamente 96 milhões de anos.

Parâmetros de avaliação

Acessibilidade

Partindo de uma análise quantitativa, os geomorfossítios analisados obtiveram pontuações satisfatórias, ou seja, entre 3 e 4 pontos devido à facilidade dos acessos que permitem o tráfego de automóveis até os locais de visitação (Figura 2).

Figura 2 – Acessibilidade dos geomorfossítios: acesso por via pavimentada (A) e trilha (B) no geossítio Pontal da Santa Cruz; acesso às margens da rodovia CE-292 no geossítio Ponte de Pedra; Teleférico, uma das possibilidades de acesso do geossítio Colina do Horto (D).

Fonte: Autores (nov./2022).

O geomorfossítio Ponte de Pedra dispõe de dois acessos (4 pts.) que os visitantes utilizam para contemplar a geoforma. O primeiro acesso é junto a rodovia, a partir da qual o visitante faz o trajeto a pé percorrendo uma distância de 50 m por uma pequena trilha que leva ao local. O segundo acesso, por sua vez, é caracterizado por uma via vicinal de aproximadamente 400 m, sendo que os 40 m iniciais são asfaltados. No entanto, a via vicinal

pode sofrer deterioração no período chuvoso, implicando a frequência dos visitantes ao geossítio.

Recebendo a mesma pontuação, o geossítio Colina do Horto (4 pts.) contém infraestrutura mais ampla onde os visitantes fazem o trajeto até o topo da colina por vias consideradas as mais importantes da cidade, sendo todas pavimentadas e bem sinalizadas, proporcionando aos visitantes uma fácil orientação no trajeto. As condições da subida à colina não contêm obstáculos, mesmo sendo bastante íngreme em alguns trechos.

Outra alternativa disponibilizada aos turistas é o teleférico que parte do centro da cidade até o topo do inselbergue, propiciando uma vista privilegiada da paisagem sertaneja com a Chapada do Araripe ao fundo.

O geossítio Pontal da Santa Cruz, por sua vez, apesar de possuir dois acessos, recebeu pontuação inferior (3 pts.). O acesso principal entre a sede municipal e o geossítio é a rodovia CE-166, porém em condições precárias de conservação, devido a sua falta de pavimentação, inviabilizando o tráfego de veículos maiores no período chuvoso. O outro acesso ocorre por uma trilha íngreme de 300 metros que liga o distrito de Cancão até o topo, próximo à capela existente no Pontal.

Categoria Turística

No tocante à categoria turística, esse parâmetro busca analisar os segmentos turísticos que são evidentes nos geossítios, a partir da relação com as características físicos naturais dos geomorfossítios em questão.

Figura 3 – Categorias turísticas dos geomorfossítios: turismo religioso associado à figura de Pe. Cícero (A) e as formações geológicas e vegetação da trilha do Santo Sepulcro (B), no geossítio Colina do Horto; Geoturismo na paisagem vista a partir do mirante (C) e ecoturismo na trilha que liga a Vila do Pontal ao mirante (D), no geossítio Pontal da Santa Cruz (D).

Fonte: Autores (nov./2022).

Apesar de apresentar um mirante no local, a principal categoria de turismo do geossítio Ponte de Pedra é o geoturismo (1 pt.), que envolve a contemplação de aspectos geológicos/geomorfológicos da ponte esculpida no arenito por conta dos processos erosivos fluviais, vinculada diretamente à raridade da feição, além da necessidade de conservação e à promoção da geodiversidade e do patrimônio geomorfológico.

Sobre o Pontal da Santa Cruz, o geossítio possui 3 categorias turísticas (3 pts.) que se destacam: o geoturismo, ecoturismo e o turismo religioso. As diferentes categorias estão associadas, respectivamente, à contemplação da natureza, a existência da trilha ecológica e uma capela que foi erguida pelo povoado, onde se fazem casamentos e batizados.

Por fim, a Colina do Horto recebe a mesma valoração (3 pts.) em relação ao Pontal, destacando outros 3 tipos de turismo: religioso, cultural e ecoturismo. Dentre eles, o religioso é o de maior destaque por conta da afetividade que envolve não somente os turistas, mas também o sentimento de pertencimento da população entorno da figura de Padre Cícero.

As outras duas tipologias vão agregar valor, tanto na expressão religiosa, como no geossítio em geral. O ecoturismo está associado a uma trilha denominada “Trilha do Santo Sepulcro”, onde os romeiros percorrem um trajeto de aproximadamente 2,6 km passando por feições e processos típicos da geodiversidade local, como depósito de Tálus, grandes matacões e, por fim, atravessando a fenda de uma grande rocha batizada de “Pedra do Pecado”.

Existência de uso em andamento

A existência de uso em andamento é um indicativo de visitação ao local que objetiva analisar a dinâmica da visitação e as condições em que é submetido a atividade turística de cada geossítio (Figura 4).

Figura 4 – Existência de uso em andamento dos geomorfossítios: romeiros e turistas em visita ao geossítio Colina do Horto (A); estudantes em aula de campo no geossítio Ponte de Pedra (B), no Museu de Paleontologia (C) e em horário de almoço no geossítio Pontal da Santa Cruz (D).

Fonte: Autores (nov./2022); Foto C (https://objetivojuazeiro.com.br/2022/04/aula-de-campo-estudantes-visitam-museu-de-paleontologia/).

Em se tratando do geossítio Ponte de Pedra (1 pt.), o espaço possui baixa taxa de visitação, atendendo principalmente estudantes com escolaridade de nível básico (Fundamental e Médio) sem qualquer tipo de controle no número de visitantes.

Ainda nesse parâmetro de análise, os geossítios Pontal da Santa Cruz e Colina do Horto apresentam uma elevada taxa de visitação frequentado por diferentes públicos, mas não possuem nenhum tipo de controle no número de visitantes no local.

O Pontal é visitado, com mais frequência, por famílias e estudantes do ensino básico, enquanto o Horto recebe também turistas religiosos e romeiros, visto que ambos não possuem alojamento no local, mas considerando que o Horto possui alojamentos a menos de 3 km por se tratar de um espaço urbano. Vale ressaltar que o Pontal, mesmo não possuindo alojamento no entorno foi valorado com 3 pontos, pois a pontuação inferior (2 pts.) exige a presença de alojamento, mas enquadrando geossítios com menor taxa de visitação, gerando problema na validação da metodologia neste item.

Conveniência

No que diz respeito à conveniência, os geossítios atingiram pontuações diferenciadas variando entre 1 e 4. Nesse critério, foram observados a infraestrutura físicas presentes nos geomorfossítios que objetivam servir de apoio aos frequentadores (Figura 5).

Figura 5 – Conveniência dos geomorfossítios: restaurante no geossítio Pontal da Santa Cruz (A) e estacionamento para ônibus no geossítio Colina do Horto (B).

Fonte: Autores (nov./2022).

O geossítio Ponte de Pedra não dispõe de recursos de apoio ao visitante como banheiros, guias turísticos, hospedagem e restaurantes (1 pts.). Em contrapartida, o geossítio Pontal da Santa Cruz já dispõe de bons recursos de apoio ao visitante (3 pts.) como restaurante, banheiros, estacionamento, além de uma plataforma para vista panorâmica da depressão. Vale ressaltar que o restaurante é o principal equipamento, pois a sua gerência também garante a segurança e manutenção do geossítio.

Se sobressaindo aos demais, o geossítio Colina do Horto apresenta amplo aparato de apoio ao visitante, dotado de infraestrutura superior a 5 elementos de conveniência (4 pts.), partindo de um grande estacionamento, restaurantes, lanchonetes, banheiros, hospedagem e entre outros que podem ser listados como acesso à internet, tudo sob a vista panorâmica da paisagem junto a borda do inselbergue.

O Pontal é frequentado por famílias e estudantes do ensino básico, enquanto o Horto recebe também turistas religiosos e romeiros, visto que o Horto possui alojamentos a menos de 3 km por se tratar de um espaço urbano (3 pts.).

Sinalização

Nesse critério, os três geomorfossítios são valorados com pontuação máxima (4 pts.) por fornecerem sinalização com informações básicas ao visitante, somado a presença de

placas com interpretações das características abióticas e culturais dos geossítios, dados de riscos das áreas, porém, com a necessidade de manutenção dos painéis deteriorados por conta da exposição ao tempo (Figura 6).

Figura 6 – Sinalização dos geomorfossítios: totem com mapa turístico (A) e placa interpretativa da trilha do Santo Sepulcro (B), geossítio Colina do Horto; totem de pedra Cariri com informações geológicas no geossítio Ponte de Pedra (C); placa de madeira com os principais pontos do mirante (D) e placa interpretativa da extensão e altitude da trilha (E), geossítio Pontal da Santa Cruz.

Fonte: Autores (nov./2022).

Além do mais, é importante destacar o geossítio Colina do Horto por conter recursos diversificados, pois além de disponibilizar informações interpretativas dos aspectos abióticos e culturais da área, oferece aos visitantes orientações de segurança sobre a ecotrilha junto de um perfil topográfico de seu trajeto nos painéis.

Segurança

No que se refere ao quesito segurança, o geomorfossítio Ponte de Pedra vai atingir pontuação inferior, ao contrário do Pontal e Colina do Horto que vão apresentar uma infraestrutura diversificada em suas respectivas localidades (Figura 7).

Figura 7 – Segurança dos geomorfossítios: estrutura metálica de suporte da ponte (A) e placa informativa da capacidade de carga de suporte de duas pessoas por vez (B), no geossítio Ponte de Pedra; grade metálica de proteção na borda do mirante (C) e plataforma metálica para observação panorâmica (D), no geossítio Pontal da Santa Cruz.

Fonte: Autores (nov./2022).

Nessa categoria de análise, tanto o geossítio Pontal da Santa Cruz e Colina do Horto apresentam pontuação máxima (4 pts.) sendo que o Pontal da Santa Cruz contém proteção lateral para os visitantes junto à borda da chapada, a plataforma panorâmica em estrutura de aço e a trilha ecológica com seu trajeto assegurado com corrimão rústico de troncos e correntes, garantindo a segurança na subida da vertente, além de informações de risco da área.

No geossítio Colina do Horto, por sua vez, os aparatos de segurança são diversos como barras laterais junto à borda do inselberg, um acesso seguro nas plataformas tanto da estátua e do teleférico e um número razoável de vigilantes que garantem a normalidade do alto fluxo de turistas no local.

No entanto, o geossítio Ponte de Pedra, apesar de não ser um mirante, possui uma estrutura metálica de suporte a estrutura da ponte e placa informativa sobre a capacidade de carga da mesma (3 pts.). Contudo, a geoforma não possui barramento lateral expondo os turistas a possíveis acidentes devido aos fatores dimensionais da ponte (altura e largura).

Valor turístico dos geomorfossítios

Após a valoração quantitativa, os geossítios foram classificados entre os níveis médio e alto com relação ao valor turístico da geodiversidade.

A Ponte de Pedra registrou o menor valor em relação aos outros geomorfossítios obtendo 14 pontos na escala de 1 a 24, alcançando nível médio na classificação (Tabela 1). Apesar de o geossítio apresentar um elemento bastante peculiar na paisagem, obteve pontuação baixa em metade dos parâmetros, categoria turística, existência de uso em progresso e conveniência, ambos com a menor pontuação.

Tabela 2 – Valoração dos geomorfossítios Colina do Horto, Pontal da Santa Cruz e Ponte de Pedra.

Parâmetros do Valor Turístico	Colina do Horto	Pontal da Santa Cruz	Ponte de Pedra
Acessibilidade	4	3	4
Categoria turística	3	3	1
Existência de uso e progresso	3	3	1
Conveniência	4	3	1
Sinalização	4	4	4
Segurança	4	4	3
TOTAL	**22**	**20**	**14**

Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Mesmo a ponte não se configurando em mirante, a sua valoração não foi comprometida, pois mesmo no parâmetro segurança que trata diretamente dos mirantes, foram considerados as particularidades da geoforma.

Obtendo 20 pontos, o Pontal da Santa Cruz, configura-se em um geossítio com alto valor turístico conforme proposta de Diniz e Araújo (2022). O referido geossítio é o segundo mais visitado com 32.000 visitantes/ano em média (GUIMARÃES et al., 2022), atrás apenas da Colina do Horto, confirmando seu potencial turístico numa rota importante associado a geodiversidade ex situ do Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens o principal museu do segmento no estado do Ceará, também em Santana do Cariri.

Da mesma forma, apresentando um elevado potencial turístico, o geomorfossítio Colina do Horto foi valorado com 22 pontos, recebendo pontuações máximas em praticamente todos os quesitos, ratificando-se como local classificado com alto valor turístico, o que confirma sua grande relevância no Cariri e em todo Nordeste.

Dentre os quesitos que mais pontuaram se destacam a acessibilidade, devido todas as suas vias estarem pavimentadas e em ótimo estado de conservação; a conveniência, por conta do local dispor de diversos aparatos que servem de apoio ao visitante; a segurança, por apresentar uma ampla estrutura que fornece proteção aos frequentadores e, por último, a sinalização informativa e interpretativa em todo o geossítio.

Conclusão

Apesar do geossítio Ponte de Pedra apresentar um elemento bastante peculiar, o local obteve pontuação baixa em 5 dos 6 critérios, e mesmo estando inserido em umas das rotas mais visitadas do Geopark Araripe, o ambiente em que está inserido não possuem itens de segurança nas laterais da ponte, somado a condição de não dispor de nenhuma variedade de aparatos de apoio ao visitante, sendo fatores relevantes que pesaram negativamente na valoração do geossítio

Embora apresente um mirante no local, a estrutura não permite contemplar a beleza cênica da paisagem devido a vegetação que impede a visualização. Nesse caso, a geoforma de arenito se projeta como a principal atração turística onde o visitante mais se destina a conhecer devido a sua peculiaridade na paisagem e único na região como um todo, dando grande significância ao geossítio.

No que diz respeito ao geossítio Pontal da Santa Cruz, em Santana do Cariri, é o principal mirante da borda norte do Cariri Oeste com elevado potencial turístico confirmado pela valoração quantitativa e pelo expressivo fluxo de turistas em relação aos demais geossítios do Geopark Araripe, Ceará.

Constitui-se o último ponto de visitação da principal rota da porção oeste do Geopark juntamente com o geossítio Ponte de Pedra (Nova Olinda) e, principalmente, o Museu de Paleontologia Plácido Cidade Nuvens (Santana do Cariri), evidenciando a importância da integração entre a geodiversidade in situ e ex situ. O geossítio possui boa segurança e sinalização, além de atender diferentes segmentos turísticos.

Por fim, o geossítio Colina do Horto é um local que possui um elevado potencial turístico, o que permitiu ser valorado com 22 pontos, sendo o geossítio mais visitado da região do Cariri, com grande relevância em escala Estadual e Nacional, o que pontos corrobora com os dados da pesquisa. Além do monumento em homenagem a Padre Cicero e a trilha do

Santo Sepulcro, considerados um dos pontos de visitação mais conhecidos e frequentados pelos mais variados tipos turistas no Cariri, o geomorfossítio Colina do Horto traz uma ampla visão panorâmica junto a borda do inselberg contemplando a Chapada do Araripe e o seu Vale na paisagem.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece a bolsa de iniciação científica da Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Funcap).

Referências

BRILHA, J. Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage Editores, 2005.

DINIZ, M. T. M.; ARAÚJO, I. G. D. de. Proposal of a Quantitative Assessment Method for Viewpoint Geosites. Resources. 11, 115. 2022.

FUERTES-GUTIÉRREZ, I; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Geosites inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): a tool to introduce geoheritage into regional environmental management. Geoheritage. 2:57–75. 2010.

GEOPARK ARARIPE. Geopark Araripe Mundial da UNESCO. 2006. Disponível em:<http://geoparkararipe.urca.br/?page id=1734. Acesso em: 29/05/2023.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. John Wiley & sons ltd., Londres/ Inglaterra. 2004. 434p.

LEITE DO NASCIMENTO, M. A. L. do; RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo - trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. 82 p.

MANOSSO, F. C. Geodiversidade e Geoturismo: o potencial da Serra do Cadeado-PR. 2010. Disponível em: <https://www.ucs.br/ucs/eventos/seminarios_semintur/semin_tur_6/arquivos/06/Geodiversidade%20e%20Geoturismo%20o%20potencial%20da.pdf>. Acessado em: 15/08/23.

REYNARD, E. Geomorphosites: definitions and characteristics. In: REYNARD, E; CORATZA, P; REGOLINI-BISSIG, G. (eds.). Geomorphosites. München: Verlag Dr. Friedrich Pfeil. 2009. p. 09-20.

UNESCO. UNESCO Global Geoparks (UGGp). 2015. Disponível em: <https://en.unesco.org/global-geoparks>. Acesso em: 10 nov. 2022.

Análise geoambiental dos afloramentos rochosos no município de Esperança, Paraíba

Geoenvironmental analysis of rocky outcrops in the municipality of Esperança, Paraíba

Bianca Feliciano de Melo
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0002-3916-9597
bianca.feliciano@estudante.ufcg.edu.br

Ailson de Lima Marques
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-6838-275X
marques.ailsonl@gmail.com

Eva Maria Pereira Francisco
Universidade Federal de Campina Grande
https://://orcid.org/.0000-000202804-1053
evamariaufcg@gmail.com

Damião Ferreira Júnior
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0009-0009-8539-2894
damiaoferreirajunior@gmail.com

Débora Coelho Moura
Universidade Federal de Campina Grande
https://://orcid.org/.0000-0003-2663-2308
debygeo@hotmail.com

Resumo: Nesta pesquisa foi executada análises geoambientais dos afloramentos rochosos na Paraíba. Estes ambientes ocorrem em todo o Brasil, e na região Nordeste em áreas de Clima Tropical Quente e Seco, que são submetidos ao intemperismo físico e principalmente ao desgaste erosivo das rochas graníticas e gnáissicas. Estes afloramentos foram intemperizados ao longo da história paleoclimática da região. Este tipo de ambiente, apresenta pequenos fragmentos com vegetação rupestre, que estão adaptadas aos extremos ambientais. Para a realização desta análise ambiental foi necessário aferir medidas dos elementos ecológicos como: temperatura do solo e ar, umidade do ar, radiação solar. Além de realizar uma análise das variáveis bioclimáticas e índices pluviométricos ocorridas no município de Esperança- PB correlacionado com os meses de coleta, ou seja, a aferição e relação dos dados no período de 10 meses, das 08 às 15h, enfatizando o processo de devastação e regeneração deste ecossistema. Neste sentido, a formação morfológica e o clima influenciam diretamente nas variações quando relacionadas às temperaturas da Rocha, da espécie analisada e do substrato, ocasionando assim, uma diferenciação na vegetação do município analisado.

Palavras-chave: Sustentabilidade Ambiental. Variáveis Edafoclimáticas, Bioclimatologia da caatinga.

Abstract: n this research, geoenvironmental analyzes of rocky outcrops in Paraíba were performed. These environments occur throughout Brazil, and in the Northeast region in areas of Tropical Hot and Dry Climate, which are subjected to physical weathering and mainly to the erosive wear of granitic and gneissic rocks. These outcrops were weathered throughout the paleoclimatic history of the region. This type of environment presents small fragments with rocky vegetation, which are adapted to environmental extremes. To carry out this environmental analysis, it was necessary to measure measures of ecological elements such as: soil and air temperature, air humidity, solar radiation. In addition to carrying out an analysis of the bioclimatic variables and rainfall indices that occurred in the municipalities of Esperança and Olivedos, correlated with the months of collection, that is, the measurement and relationship of data in the period of 10 months, from 8 am to 3 pm, emphasizing the process of devastation and regeneration of this ecosystem. In this sense, the morphological formation, and the climate directly influence the

variations when related to the temperatures of the Rock, the analyzed species and the substrate, thus causing a differentiation in the vegetation of these analyzed municipalities.

Keywords: Environmental Sustainability. Edaphoclimatic variables, bioclimatology of the caatinga.

Introdução

Os estudos sobre a biodiversidade e conservação dos ecossistemas existentes nos biomas vêm crescendo acentuadamente. O bioma Caatinga, caracteriza-se como um mosaico vegetacional, que contempla paisagens distintas, cada uma com suas particularidades e evidências inerentes.

Entre os ecossistemas, que fazem parte da Caatinga são os afloramentos rochosos, o qual apresenta uma dinâmica biótica do Brasil. Este destaca-se, por apresentar uma relação entre a flora específica e os fatores edafoclimáticos. Estes ambientes ou microclimas estão localizados, entre a rocha e as plantas rupestres (POREMBSKI, 2007).

Diante da importância destes ecossistemas, faz-se necessário uma análise geoambiental dos afloramentos no estado da Paraíba, tendo ênfase o município de Esperança, destacando suas variáveis fisiográficas, tais como: formações morfológicas, geológicas, climáticas, biogeográficas e bioclimáticas.

Estas áreas apresentam atividades econômicas de extração mineral de granito-gnáissico, que na maioria das vezes é feita a partir da remoção da cobertura vegetal e do solo, que ao atingir a rocha, o material é retirado e logo após, as áreas exploradas são abandonadas. Com isso, dificulta o processo de regeneração natural da flora, acelera o processo de extinção de algumas espécies da flora e da fauna (PEREIRA et al, 2012).

Assim, este trabalho tem por objetivo realizar uma análise geoambiental dos afloramentos rochosos da Paraíba, tendo ênfase no município de Esperança, em relação aos estudos bioclimatológicos, tendo em vista a vegetação dominante é o processo adaptativo nos afloramentos estudados.

Materiais de métodos

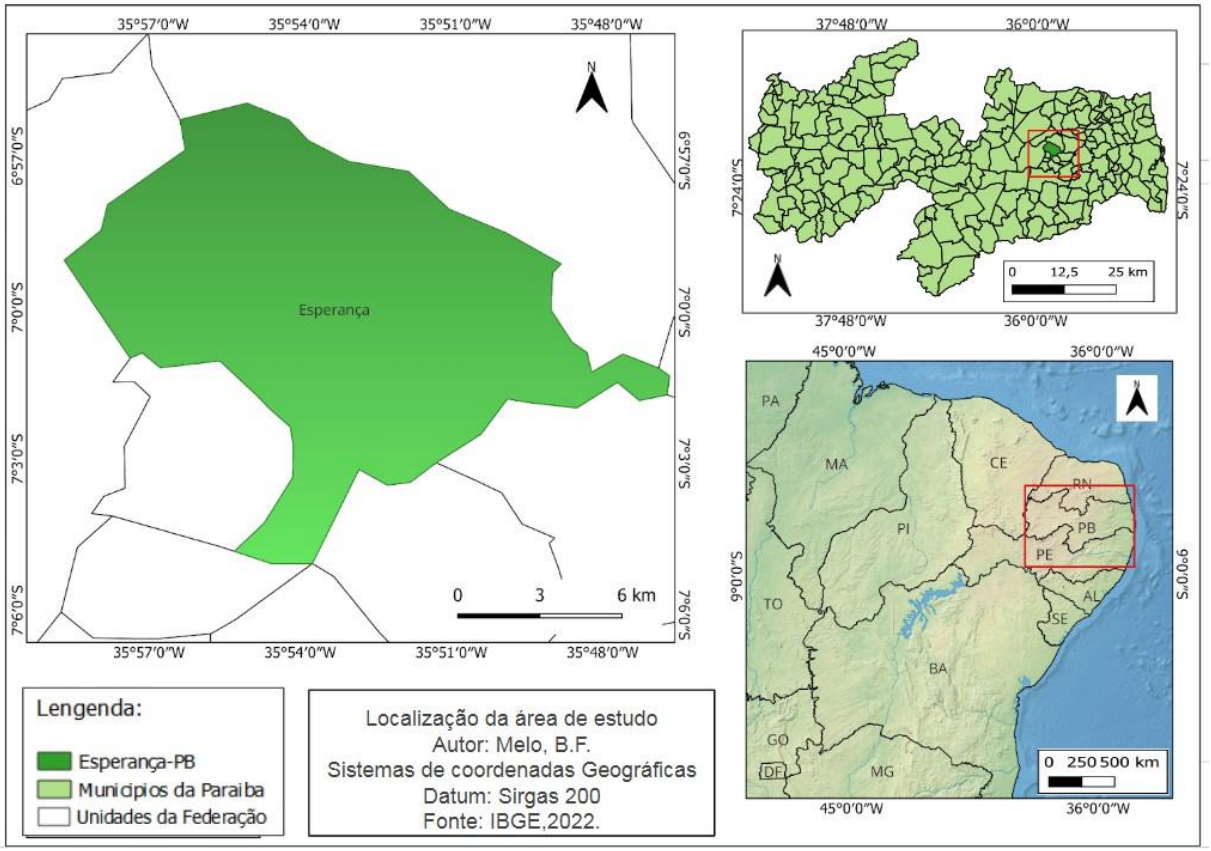
As estratégias metodológicas foram analisadas através da interligação bioclimática do meio e as correlações entre a vegetação rupestre. Foi realizado um levantamento teórico, baseado em estudos biogeográficos acerca das teorias de Geossistema e Cladística.

A partir dos dados bioclimáticos foram acrescentados os elementos antropogênicos, como a intervenção da exploração mineral de rochas ornamentais, de Granito e Gnaisse, nos afloramentos estudados. Esta junção de conhecimento, proporciona uma análise da abordagem interdisciplinar nos estudos ambientais, que resultará na avaliação da qualidade

ambiental, essencial para o planejamento ou ordenação territorial (MONTEIRO, 2001; ALVES et al, 2018).

Entretanto, obedecendo o contexto metodológico, foi desenvolvido uma análise geoambiental de caráter quantitativo, agregado aos aspectos bioclimáticos, na qual se aplica os conhecimentos do Clima (Climatologia) e às relações com os seres vivos (GALVANI, 2006). A partir da análise da bioclimatologia vegetal, foram realizados levantamentos com interpolação de dados, de ações obtidas em campo. Este levantamento foi realizado nos meses de setembro a dezembro de 2018 a junho de 2019, no horário das 09 às 15h, com intervalos de uma hora.Para a efetivação deste trabalho foram delimitadas as respectivas áreas de estudo (Figura 1), nos afloramentos rochosos dos municípios de Esperança, na Paraíba.

Figura 1. Mapa de localização dos municípios de Esperança, referente a Análise Geoambiental dos Afloramentos Rochosos na Paraíba.

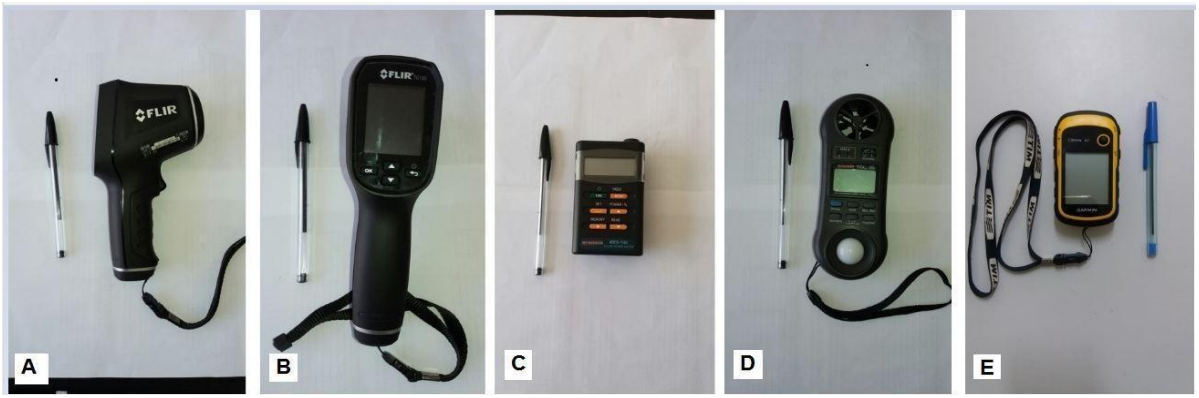


Para realização do estudo proposto foram utilizados os processos de análise meteorológicos, pelo qual se utilizou instrumentos (Figura 2) para os métodos de aferição das temperaturas “in loco”, quantificando as médias mensais das temperaturas de espécies em maior abundância. Também foi realizado no local de campo, registros fotográficos da espécie

dominante. Para a escolha destas espécies foram analisadas a frequência e dominância, foi usado o método de hierarquização das espécies. Do qual, para cada área foi obtida o valor de importância, calculado mediante os valores relativos de dominância de indivíduos por espécie (m2 ha 1) e frequência (percentagem de unidade amostral, que ocorreu na espécie), considerando as 25 parcelas classificadas (ARAÚJO et al, 2010).

Estas espécies, por serem bem adaptadas a estas localidades, foi realizado assim, um comparativo com as duas regiões estudadas.

Figura 2. Instrumentos utilizados para a aferição dos dados endafoclimáticos: A e B: Câmera térmica pontual FLIR TG165; C: Medidor de Energia Solar Mod. MES-100 – instrutherm; D: termo-higro-anemometro-luxímetro digital portátil Mod. THAL-300; E: GPS portátil Garmin Mod. etrex 10x, Referente a Análise geoambiental dos afloramentos rochosos na Paraíba.

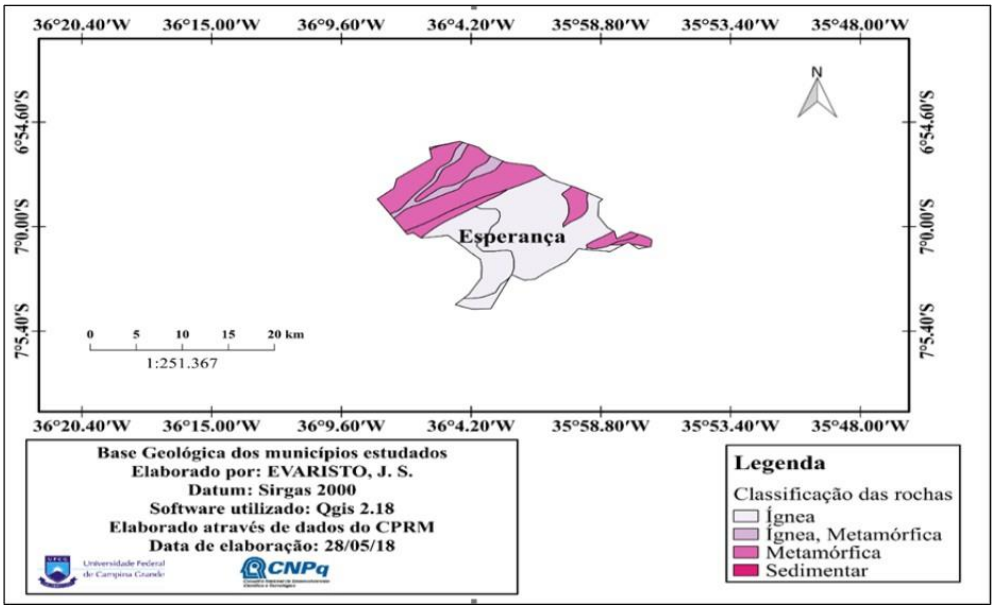


Fonte: Os autores, 2018.

Análises Geoambientais dos municípios estudados

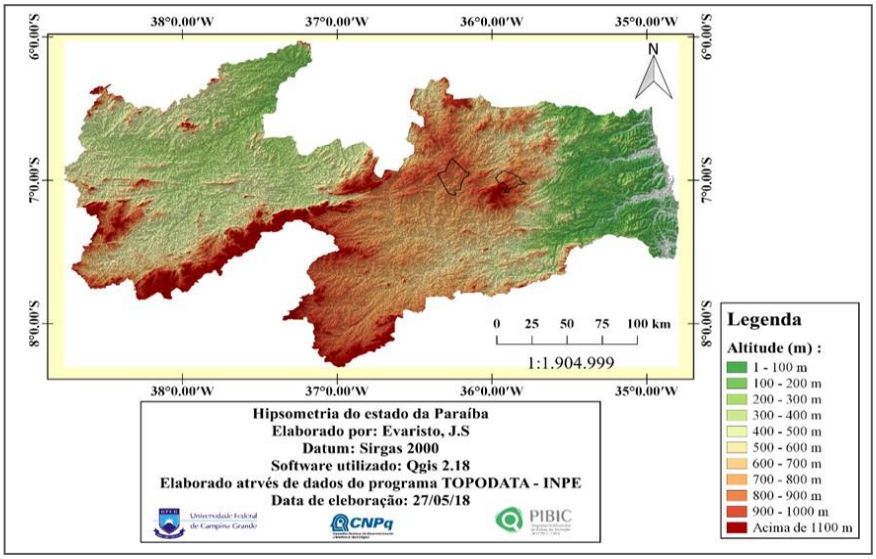
A pesquisa foi realizada entre os meses de setembro a dezembro de 2017, nos municípios de Esperança (S: - 07° 00' 38,9" e W: - 035° 53' 59,1"), localizado na região intermediária e imediata de Campina Grande-PB (BRASIL, 2017). A base geológica, segundo SANTOS, et al, 2002, MARQUES et al, 2017 são formados principalmente por rochas de idade arqueana e paleoproterozóica, com uma pequena relíquia neoproterozóica, com idade mínima de 600 milhões de anos. Estas são rochas do Complexo Granitóide, decorrentes do Embasamento Cristalino, fazem parte desse sistema estrutural, as rochas de origem migmatitos e ortognaisses, granodioríticos e ortognaisses, graníticos e tonalíticos (Figura 3) (SANTOS & NEVES, 1984; FREIRE, 2006; CORRÊA, et al, 2010).

Figura 3. Mapa geológico dos municípios de Esperança e Olivedos, referente a Análise geoambiental dos afloramentos rochosos na Paraíba.



A morfologia dos municípios de Esperança, compreende uma particularidade ao ambiente do Planalto da Borborema do Nordeste brasileiro, uma área típica dessa porção do Semiárido Nordestino. As áreas fazem parte da Província Estrutural da Borborema, no extremo norte do Nordeste brasileiro, onde essas áreas apresentam formações suave ondulados e as áreas mais íngremes variam de 511m a 1.171m, em terrenos ondulados a escarpados dos Cariris Velhos (MARQUES et al, 2017). Todavia, Esperança na região submontana do Planalto da Borborema, com altitude acima de 600m (Figura 4) (SOUSA, et al, 2015).

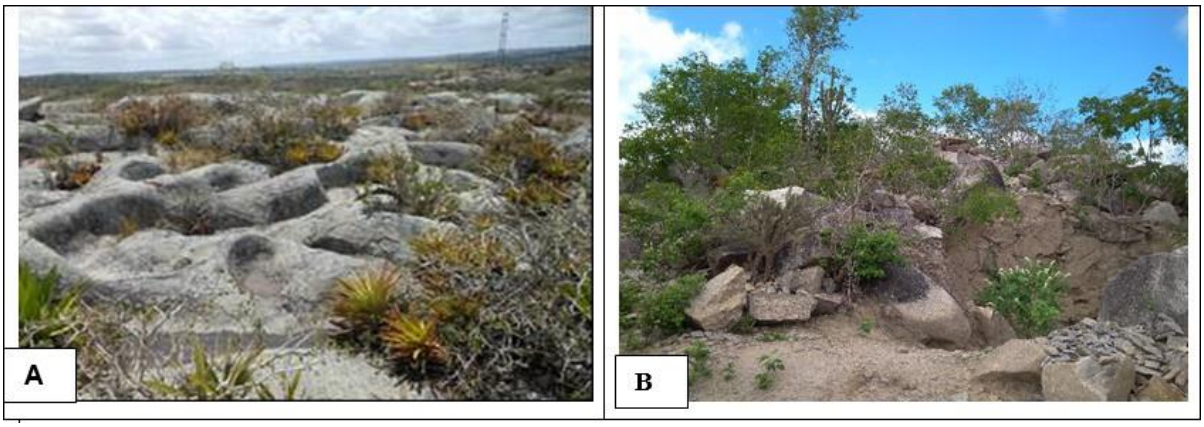
Figura 5. Mapa hipsométrico do estado da Paraíba, onde se observa os índices altimétricos dos municípios estudados, referente a Análise geoambiental dos afloramentos rochosos na Paraíba.



Climatologia dos municípios estudados

O município de Esperança, (Figura 5 A e B), que de acordo com a classificação de Köppen (1918) possui o clima “As” - o Tropical quente e úmido. Contudo, em virtude das características fisiográficas dos ambientes rochosos, nesses tendem a ter verões mais secos e invernos bem chuvosos, com valores de temperatura podem variar de 20ºC à 35ºC (GROGER & BARTHLOTT, 1996; SARTHOU & VILLIERS, 1998, FRANCISCO et al, 2015).

Figura 5: Feições dos Afloramentos rochosos do município de Esperança, Neossolos Litólicos.



Fonte: Os autores, 2023.

Análises Bioclimática

Para analisar os dados do saldo de radiação, foi utilizado o medidor portátil (referente a Figura 2 C). Foi coletada a variação da radiação solar. O saldo de radiação (Rn) foi calculado de acordo com a proposta de Allen et al., (1998), sendo descrito como a diferença entre da radiação de ondas curtas e a radiação de ondas longas, a partir da estimativa da radiação solar pela equação de Angström, adotando os coeficientes “a” e “b” de 0,25 e 0,50 respectivamente, e um albedo de 0,23. O valor da constante psicrométrica média determinada foi de 0.0668 kPa, em função da altitude local e o fluxo de calor no solo (G) foram determinados conforme descrito por Allen et al, (1998).

No referente às linhas de atuação, foi dedicada aos índices bioclimáticos (Graus-dia), índices fototérmicos e evapotranspiração, onde foram utilizados métodos estatísticos para apuração dos resultados obtidos em campo (CAMARONI, 2006; GALVANI, 2005). Nesse caso, foi realizada essa análise bioclimatologia da vegetação em Esperança foram coletados das 9:00 às 15:00 horas, a cada hora em um período de dez meses, o registro das temperaturas e umidade média do ar. Além das informações climáticas, foram aferidos os dados da espécie dominante, de cada área. Esses dados de temperaturas foram verificados

também na rocha e no substrato (neste caso dos afloramentos), pelo termômetro de infravermelho (Figura 2 A e B).

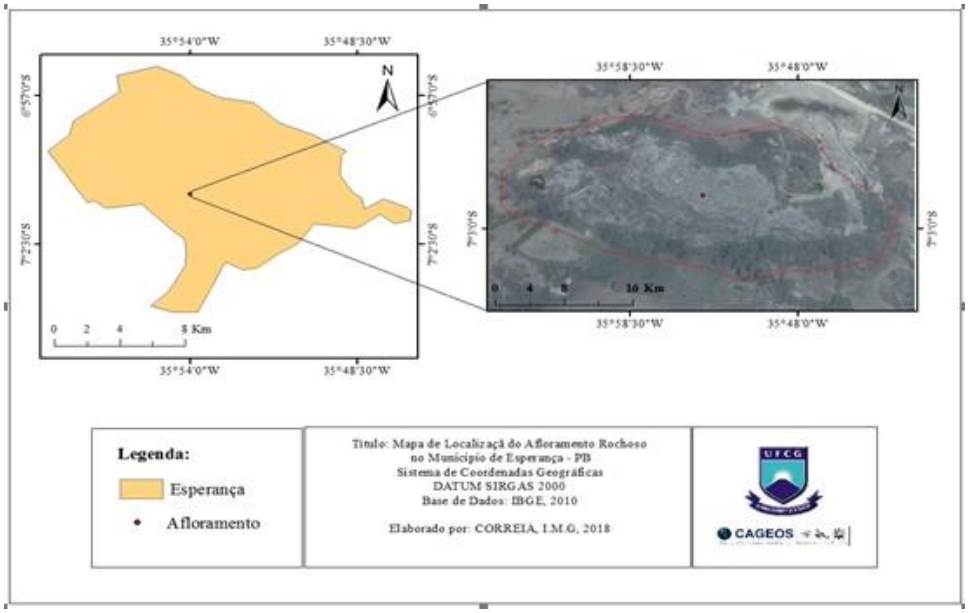
Esses dados foram mensurados e processados em uma planilha no Excel (2013), onde se calculou as médias mensais durante esse período, isto contribuiu para uma análise detalhada de como cada espécie se comporta, e suas formas de adaptação a esses ambientes.

Resultados e discussões

Análises das áreas de estudo

Para a análise geoambiental foram delimitados dois afloramentos rochosos de Esperança. Assim, foi confeccionado um mapeamento espectral e quantificação da área dos afloramentos rochosos. O afloramento de Esperança possui uma área de 5,33 hectares e Raio de 130,23 Metros e o de Olivedos com 2,17 hectares em um raio de aproximadamente de 82,87 Metros (Figura 6).

Figura 6. Mapa de localização da área de estudo referente a análise geoambiental dos afloramentos rochosos na Paraíba.



Autor: CORREIA, 2017.

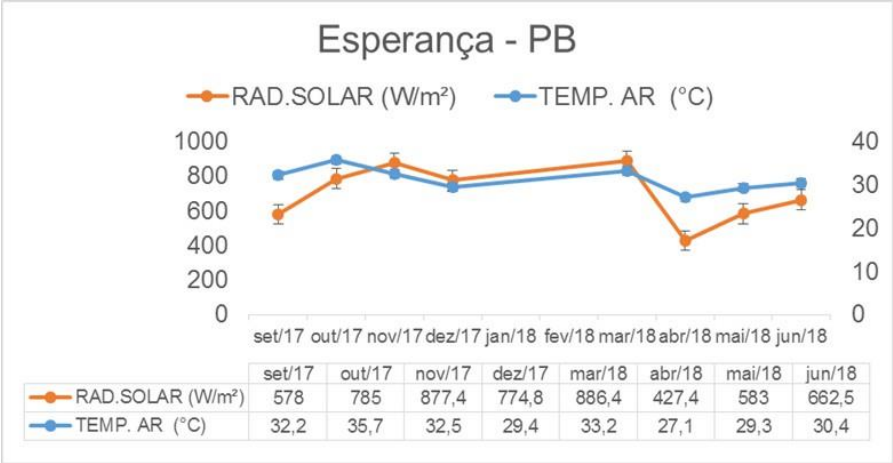
Características climáticas

Um fator primordial na adaptação fisiológica da vegetação ao habitat é a temperatura local, pois cada espécie possui uma temperatura que varia de mínima a máxima, para realizar suas atividades vitais. É na temperatura média onde se ocorre melhor desenvolvimento (SOUZA et al, 2016). Desse modo, com a aferição das temperaturas em campo foi possível

saber quais as espécies que melhor se adaptam, às condições favoráveis dos ambientes de cada município estudado.

Ao analisar as variáveis climáticas, verificou-se que o mês de março de 2017 foi o que registrou maior radiação com 886,4 (W/m2) para Esperança (Figura 7), por consequência disso obteve-se maior temperatura (33,2°C).

Figura 7. Análise de médias mensais de radiação solar (W/m²) e Temperatura do Ar (°C) no Município de Esperança – PB.



	set/17	out/17	nov/17	dez/17	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18
RAD.SOLAR (W/m²)	578	785	877,4	774,8	886,4	427,4	583	662,5
TEMP. AR (°C)	32,2	35,7	32,5	29,4	33,2	27,1	29,3	30,4

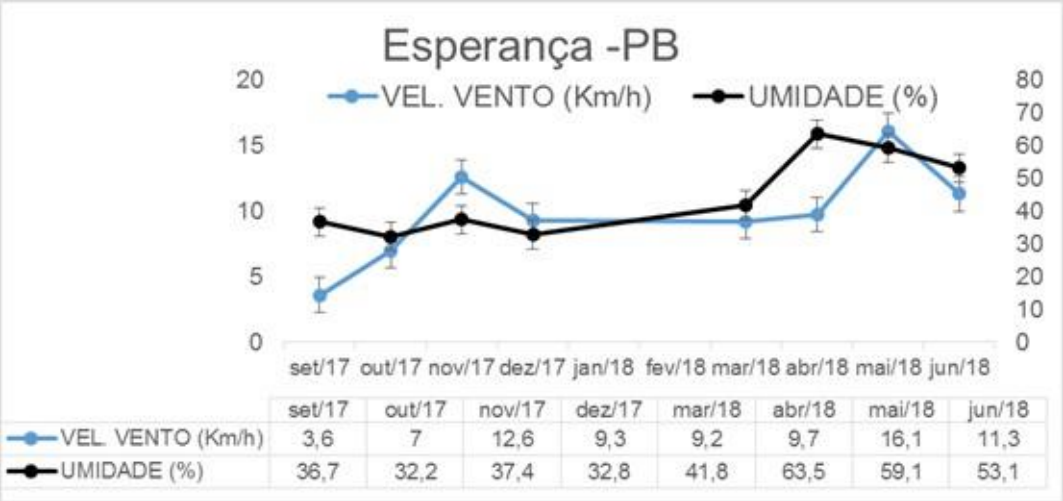
Autor: EVARISTO,2018.

Outros elementos de grande destaque na composição paisagística da caatinga são: a Umidade relativa do ar e a Velocidade dos Ventos, onde este primeiro encontra-se vigente no ar e é o responsável de uma das fases do ciclo da água, o processo pelo qual ocorre a evaporação da água; enquanto o segundo é responsável pelo processo de dispersão (levando ao ponto de vista Fitogeográfico).

Os valores de umidade relativa do ar são medidos em porcentagem, e quanto mais próximo de 100 (%), maior o conforto bioclimático e, por conseguinte, mais suscetível à precipitação, enquanto a velocidade dos ventos é aferida por metros Km/h.

Nesse sentido, a velocidade do vento registrada em Esperança maior foi verificada no mês de maio de 2018 16,1 Km/h e umidade de 63,5% no mês de abril de 2018 (Figura 8).

Figura 8. Análise de médias mensais: Velocidade do Vento (km/h) e Umidade Relativa do Ar (%) no Município de Esperança.



	set/17	out/17	nov/17	dez/17	mar/18	abr/18	mai/18	jun/18
VEL. VENTO (Km/h)	3,6	7	12,6	9,3	9,2	9,7	16,1	11,3
UMIDADE (%)	36,7	32,2	37,4	32,8	41,8	63,5	59,1	53,1

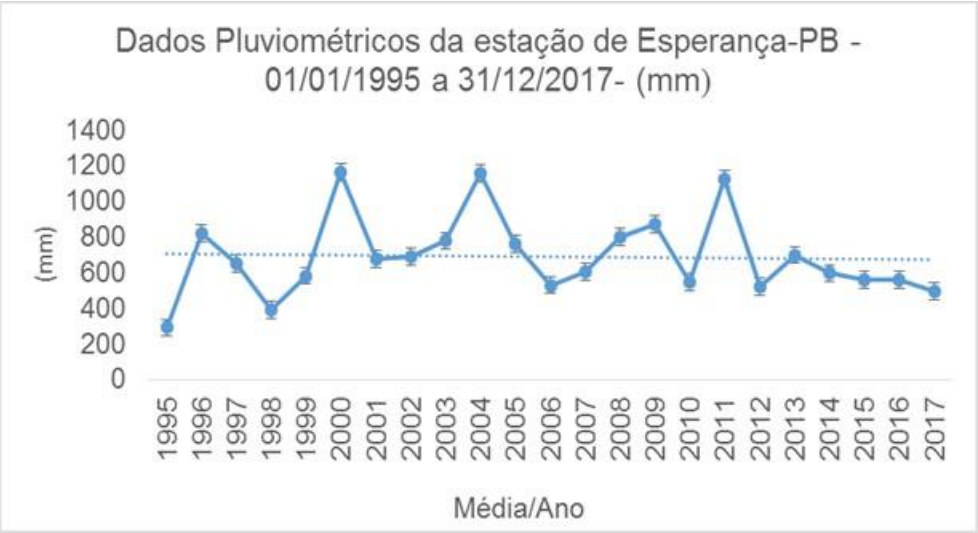
Autor: EVARISTO,2018.

Dados pluviométricos

Através da análise de séries de 22 anos (1994 a 2017) pluviométricas das áreas de estudo, registrou que houve mais períodos secos de (El Niño), que úmidos de (La Niña) (Figura 9). Também foi observado, que o relevo do município influenciou diretamente no balanço climático. Atrelando a isso, foi constatado, que Esperança está localizado a barlavento nos Brejos de altitude, a 600m, e apresenta uma maior umidade oriunda do Oceano. Isso também foi observado por Machado & Silva (2017), ao analisar as unidades topoclimáticas em áreas estacionais de Minas Gerais.

A partir desses dados os índices pluviométricos verifica-se que essa é uma constante em áreas de Clima Tropical Quente e Seco, pois em áreas subúmidas como Esperança, a precipitação manteve-se com médias de 600mm, abaixo da Normal Climática, de 800mm. Entretanto, a distribuição da precipitação pluvial para o Nordeste do Brasil não é uniforme e varia sensivelmente de acordo com a localização geográfica, principalmente em áreas de extremos climáticos, como Santa Cruz do Capibaribe-PE (SILVA et al. 2010; CAVALCANTI, 2018).

Figura 9. Análise de médias pluviométricas no período de 22 anos no Município de Esperança.



Autor: EVARISTO,2018.

Também foi analisada a transição de um fenômeno “El Niño “para o “La Niña”, período este de Normais climáticas, em que nos primeiros meses de 2018 houve um acréscimo da pluviometria, no município. Entretanto, de acordo com Rayonil G. Carneiro et al. (2014), O regime pluviométrico exerce grande influência na ocorrência de radiação solar à superfície sendo, portanto, um fator de grande contribuição para a variabilidade da temperatura do solo no decorrer do ano.

Conclusão

Foi possível, observar também, a diferença entre o período chuvoso e o seco, demonstrando que em períodos chuvosos o fluxo de calor no solo tem intensidade menor e que no período seco, devido ao maior nível de radiação disponível aumenta-se a temperatura do solo, ar atmosférico, proporcionado pelo fluxo de energia de ondas longas e em solos com cobertura vegetal, verificou-se uma média temperatura de 24º para os níveis inferiores do solo, enquanto em áreas de afloramento 36º.

Agradecimentos

A presente pesquisa foi realizada com o apoio do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil) pelo financiamento para a realização deste estudo. Também vai o agradecimento às pessoas que autorizaram as respectivas áreas de estudo, justamente com todos que indireta ou diretamente ajudaram no campo.

Referências

ARAÚJO, F. S.; OLIVEIRA, R. F.; LIMA-VERDE, L. W. Composição, Espectro Biológico e Síndromes de Dispersão da Vegetação de um Inselbergue no Domínio da Caatinga, CEARÁ. Departamento de Biologia, Bloco 906, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, C.P. Fortaleza, CE. Rodriguésia, 2008.

ARAÚJO, L. V. C. Composição florística, fitossociologia e influência dos solos na estrutura da vegetação em uma área de Caatinga no semiárido paraibano. Areia: UFPB, 2007.p.121.

ARAUJO, M. M.; CHAMI, L.; LONGHI, S. J.; AVILA, A. L.; BRENA, D. A. Análise de agrupamento em remanescente de floresta ombrófila mista. Revista Ciência Florestal. v.20. n.1. Santa Maria: 2010, p. 1-18. <Disponível em: http://www.redalyc.org/html/534/53413093001/> Acesso em: 21 de out 2017.

BRASIL, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisão Regional do Brasil. <Disponível em: https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/default_div_int. shtm> .Acesso em 09/02/2018.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional, 2005. <Disponível em http://www.integracao.gov.br/>. Acesso em 15 de maio de 2016.

CAVALCANTI, E. J.; Extremos climáticos na bacia do rio Capibaribe: estudo de caso no município de Santa Cruz do Capibaribe-PE. Trabalho de conclusão de curso (curso de geografia), UAG-UFCG. 2018.

CORRÊA, A. C. de B.; TAVARES, B. de A. C.; MONTEIRO, K. de A.; CAVALCANTI, L. C. de

S.; LIRA, D. R. de. Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 31 (1/2), 35-52, 2010. <Disponível em: http://igeologico.sp.gov.br/files/2012/03/31_3.pdf> Acesso em: 21 de out. 2017.

FRANCISCO, P. R. M.; Medeiros, R. M. de; Santos, D.; Matos, R. M. de, Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Geografia Física. V. 08 N. 04 (2015) 1006-1016.

FREIRE. R, C. Técnicas de aquisição de dados geológicos com a tecnologia Lidar. Dissertação de Mestrado. Centro de Ciências Exatas e da Terra. UFRN, Natal – RN. 2006.

GALVANI, E., LIMA, N.G.B. A ocorrência inversões térmicas no perfil topoclimático do Pico das Agulhas Negras – RJ. IN: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 7, 2006. Rondonópolis. Anais... Rondonópolis: UFMT, 2006.

GROGER, A; BATTHLOTT, W. 1996. Biogegraphy and Diversity of the Insebergs (Laja) Vegetacion of Southern Venezuela. Biodivers, lett. 3: 165-179.

KÖPPEN, W.; Geiger, R. 1928. Klimate der Erde. Gotha: Verlagcondicionadas. Justus Perthes. n.p.

MARQUES, L. A; SILVA, B. J; MOURA, C. D; SILVA, G. D. Caracterização Morfoestrutural e Morfoescultural do Cariri Paraibano. ACTA Geográfica, Boa Vista, v.11, n.27, pp.231-242, Setembro/Dezembro de 2017.

MONTEIRO, CARLOS. A. F. . Geossistemas - História de uma procura. São Paulo: Editora Contexto, 2001. v. 01. 154 p

PEREIRA, Júnior L. R; ANDRADE, A. P. de; ARAÚJO, K. D. Composição florística e fitossociológica de um fragmento de caatinga em Monteiro-PB.HOLOS. Ano28.vol 6. p.73-87, 2012.

PEREIRA, T.M.S. Riqueza e diversidade de vegetações em afloramentos rochosos no Município de Esperança-PB. 2016. UFCG. Monografia. – Campina Grande, 2016.

POREMBSKI, S. Tropical inselbergs: habitat types, adaptive strategies and diversity patterns. Revista Brasil. Bot., V.30, n.4, p.579-586, out.-dez. 2007.

SALES-RODRIGUES, J.; BRASILEIRO, J.C.B.; MELO, J.I.M. Flora de um Inselberg na Mesorregião Agreste do Estado da Paraíba-Brasil. Polibotánica. Núm. 37, pp. 47-61, ISSN 1405-2768; México, 2014.

SANTOS, E. J. dos; FERREIRA, C. A; SILVA, J.M.F.J. Geologia e Recursos Minerais do Estado da Paraíba. Recife: CPRM, 2002 p.142.

SANTOS. E, J; NEVES. B, B, B. Província Borborema. ALMEIDA. F, M; HASUI. Y (Orgs). O Pré-cambriano. Ed. Edgard Blücher, São Paulo. 1984.

SARTHOU, C.; VILLIERS, J. –F. Epilithic plant communities on Inselbergs in French Guiana. J. Applierd Vegetacion Science, Knivsta, v.9, p. 847-869, 1998.

SOUZA, B. I., ARTIGAS, R. C., LIMA, E. R. V. Caatinga e Desertificação. Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131-150, 2015.

SOUZA, H. T. R. de; GOIS, D. V.; ARAÚJO, W. S.; SOUSA, M. R. Análise Geoambiental do Parque Natural Municipal Lagoa do Frio – Canidé de São Francisco- Sergipe, Espaço Aberto, PPGG - UFRJ, V. 6, N.2, p. 29-49, 2016.

Aplicação Adaptada do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa para Identificação de Processos Erosivos em Falésias do litoral norte de Alagoas
Adapted Application of Escarpment Front Sinuosity Index for Identification of Erosional Processes in Cliffs along the Northern Coast of Alagoas

José Gomes dos Santos Leal Neto
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0001-1165-948X
jose.leal@igdema.ufal.br

Diva Cristina B. Suruagy
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0002-8292-915X
divasuruagy@hotmail.com

Jonas Herisson Santos de Melo
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-3508-6433
jonas.melo@ufpe.br

Bruno Ferreira
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0003-1237-1805
brunge2005@gmail.com

Mikael Eduardo Silva Ferreira
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0003-1280-8744
mikael.ferreira@igdema.ufal.br

Resumo: Escarpas interiores e falésias compartilham semelhanças em relação à sua morfologia, onde muitos autores fazem correlações morfológicas e processuais entre ambas, tendo em vista tais semelhanças o presente trabalho tem como foco a realização de um experimento fazendo uso de índice de sinuosidade de frente de escarpa, aplicando-o em setores de falésia do Litoral Norte de Alagoas. Foram individualizados cinco setores que apresentam características de ação de processos erosivos, visando classificar a intensidade dos processos erosivos. Com base nos valores alcançados, observou-se índices elevados para todos os setores analisados, derivados de processos naturais da área, intensificados por processos de uso e ocupação das terras.

Palavras-chave: Geomorfologia; Encosta; Estabilidade; Zona Costeira.

Abstract: Interior escarpments and cliffs share similarities in relation to their morphology, where many authors make morphological and procedural correlations between both, in view of such similarities the present work focuses on carrying out an experiment using the sinuosity index of the escarpment front, applying it in sectors of cliffs on the North Coast of Alagoas. Five sectors that present characteristics of action of erosive processes were individualized, aiming to classify the intensity of processes. Based on the values achieved, high rates were observed for all sectors, derived from natural processes in the area, intensified by land use and occupation processes.

Keywords: Geomorphology; Slope; Stability; Coastal Zone.

Introdução

O presente estudo trata-se da análise da adaptação do índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa para falésias da praia de Carro Quebrado, situadas entre os municípios de

Barra de Santo Antônio e Passo de Camaragibe, Litoral Norte de Alagoas. A área de estudo consiste, geologicamente e geomorfologicamente, em um trecho composto por falésias e paleofalésias, estruturadas sobre os arenitos e conglomerados da Formação Barreiras, com idade plio-plestocênica.

As falésias e as escarpas são feições geomorfológicas presentes em paisagens costeiras em todo o Mundo, constituindo atrativo cênico para atividades ligadas ao turismo e lazer. São o resultado de processos geológicos e geomorfológicos complexos que se desenrolaram ao longo de milhões e milhares de anos, respectivamente. As falésias, em sua maioria, são modeladas sobre rochas sedimentares depositadas em bacias submarinas durante extensos períodos geológicos (COMPTON, 2018). Essas camadas de sedimentos, como arenito, calcário ou argilito, acumulam-se ao longo do tempo, sendo expostas por retrogradação marinha e/ou arqueamentos de borda continental.

A ação marinha, traduzida na forma de abrasão, desempenha um papel fundamental no processo de formação das falésias, pois causam erosão e desgaste gradativo das rochas, esculpindo as bases das encostas expostas a sua ação e dando origem as formas íngremes. O constante impacto das ondas, vento e correntes marinhas contribui para a remoção de sedimentos das falésias, tornando-as ainda mais retrabalhadas, podendo desencadear escalonamentos e cavas ao longo do perfil (COOPER, 2004).

Devido ao constante retrabalhamento marinho, as falésias se constituem também em áreas fontes para a retroalimentação de areias no ambiente praial, exercendo função ambiental na manutenção e mudanças da linha de costa, no abastecimento dos aquíferos subterrâneos, na conservação da vegetação e, ainda, possuindo um apelo paisagístico que atrai visitantes para atividades turísticas (CÂMARA e SILVA, 2021).

As falésias podem ser originadas não apenas por processos de erosão costeira, mas também por movimentos crustais, como dobramentos e/ou falhas geológicas. Similarmente, as escarpas de recuo, em relevos cuestiformes, são encontradas em áreas elevadas, como cadeias montanhosas, tendo suas origens estão estreitamente ligadas a processos tectônicos, como dobramentos e falhas geológicas (HUGGET, 2019). Quando forças tectônicas comprimem as rochas, ocorre a deformação da crosta terrestre, resultando na formação de escarpas. Isso também ocorre em áreas tectonicamente mais estáveis, como pode ser verificado no interior do Nordeste Brasileiro, onde diversos planaltos cuestiformes se erguem, com suas escarpas íngremes bordeando e reversos suaves em direção ao centro.

A ação de agentes erosivos, como rios que fluem através de terrenos elevados, também pode contribuir para a formação de escarpas, pois escavam o solo e a rocha, criando bordas íngremes ao longo de suas margens. Apesar de suas diferenças de localização e origem, as falésias e as escarpas compartilham notáveis semelhanças, ambas são resultantes

de processos geológicos e geomorfológicos, ação de agentes naturais como água, vento e movimentos tectônicos, que contribuem para a sua formação (SUERTEGARAY, 2003). Esses processos expõem camadas rochosas de diferentes litologias e resistências, resultando em paredes íngremes e imponentes. A topografia íngreme é uma das características mais marcantes tanto das falésias quanto das escarpas mais interiores, apresentando vertentes abruptas que se elevam acima do terreno circundante (CHRISTOFOLETTI, 1980, p. 133).

Suertegaray (2003), define as falésias como sendo escarpas costeiras abruptas não cobertas por vegetação, localizadas na linha de contato entre terra e mar, enquanto Christofoletti (1980, p. 133) define falésias como um ressalto não coberto pela vegetação, com declividades acentuadas e alturas variadas, localizado na linha de contato entre terra e mar. Os autores apresentam definições bastante convergentes, ressaltando aspectos morfológicos e de cobertura vegetal, mas sem falar em níveis diferentes de estabilidade morfodinâmica.

Suguio (1998) define as falésias como acantilados de faces abruptas formados pela ação erosiva das ondas sobre as rochas, fazendo a ressalva de que os termos "falésia" e "precipício" não estando necessariamente relacionados a regiões costeiras. Segundo Suguio (1998), falésias podem ser consideradas marinhas ativas (vivas) quando estão em processo contínuo de erosão e inativas (mortas) quando a erosão cessa. A divisão em falésias vivas e mortas, ativas e inativas, aponta um aspecto importante na análise geomorfológica, o grau de estabilidade morfodinâmica, contribuindo para análises de maior temporalidade e tendência dos processos geomorfológicos.

O objetivo do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa é o de avaliar setores de escarpas, identificando as diferenças entre aqueles que apresentam alto valor de erodibilidade, escarpas erosivas, e as que possuem baixo valor, escarpas tectônicas. Dadas as semelhanças desses conjuntos morfológicos com as escarpas costeiras, falésias, surgiu a proposta do presente estudo, cujo objetivo foi tentar adaptar e testar a resposta do referido índice as áreas costeiras. Em uma tentativa de identificação e compreensão dos setores de maior recuo morfológico nas falésias da praia de Carro Quebrado.

Metodologia

O conjunto metodológico do estudo está segmentado em duas partes, a caracterização da área de estudo e os procedimentos metodológicos. Na caracterização da área de estudo buscou-se realizar uma descrição geral, já os procedimentos metodológicos incluíram levantamento de dados, uso de SIGs, processamento de dados, aplicação do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa, elaboração de modelos cartográficos e análises e procedimentos de campo. Essa abordagem sistemática possibilitou a obtenção dos resultados para a posterior discussão.

Caracterização da área de estudo

A área de estudo está localizada na praia de Carro Quebrado, entre o limite municipal dos municípios de Barra de Santo Antônio e Passo de Camaragibe (figura 1). Distante, aproximadamente, 51,28 km de Maceió, no Litoral Norte de Alagoas, esses municípios estão inseridos na Região Intermediária de Maceió, e na Região Imediata de Porto Calvo - São Luís do Quitunde, segundo a divisão administrativa estadual.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: autores (2023).

A área de estudo consiste em um trecho composto por falésias, com cerca de 3,8km de extensão com forte apelo a atividades de visitação e lazer, frente a sua geodiversidade, traduzida em suas belezas naturais e águas claras e mornas de suas extensas praias. Essas morfologias apresentam processos erosivos de longo, médio e curto prazo, evidenciados em diversos estágios de escalonamento, voçorocamento, cavas basais e terraceamentos, desencadeados por sua esculturação.

Na região predomina um clima úmido, do tipo AMS', tropical chuvoso, conforme a classificação de Köppen, apresentando um período seco no verão, e temperaturas variando entre 23° a 28°C ao longo do ano (Araújo et al., 2006.). Essas condições climáticas contribuem

ora para uma maior instabilidade dos taludes, frente a intensa morfodinâmica, ora para a estabilização dos mesmos com a fixação derivada da colonização vegetal pioneira.

As falésias analisadas possuem diferentes estágios de desenvolvimento e estabilidade geomorfológica, muito relacionadas com as características morfoestruturais e morfológicas da Formação Barreiras, leques de arenitos e conglomerados, intercalados e com presença de espessas lentes argilosas. A maior parte dessas falésias pode considerada como "vivas", já que sofrem a influência da abrasão marinha na base, pelo menos em longos períodos ao longo do ano, especialmente nos eventos de ventos fortes. Entre as escarpas e o mar, por vezes, desenvolvem-se estreitas faixas arenosas, pequenas bermas, pouco acima dos níveis de preamar. Esses depósitos inconsolidados apresentam diferentes larguras e graus de estabilização, alguns sendo colonizados por vegetação pioneira.

O pós-praia, unidade que tem seu início logo após a faixa de praia, faz-se raro na paisagem, estando restrito a pequenos trechos de inatividade da abrasão marinha frente as encostas, paleofalésias. Possui sedimentos que são transportados pelo vento na faixa de praia, durante as marés baixas e também material coluvial derivado dos processos superficiais atuantes sobre as encostas vegetadas e topos, nesse segundo, com contribuições de canais de drenagem artificiais, ligados a atividade canavieira.

Procedimentos metodológicos

Durante o desenvolvimento da pesquisa, foi realizado um levantamento bibliográfico e cartográfico, em busca de informações, dados e mapeamentos já realizados referentes à processos erosivos em Escarpas e em falésias na Formação Barreiras, em Alagoas e outros estados brasileiros. Nessa etapa, objetivou-se reunir informações que pudessem ser correlacionadas aquelas obtidas e adaptá-las a área proposta para o estudo.

Em seguida, por meio do processamento de dados espaciais e a aplicação do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa, foi realizada a espacialização e a verificação dos setores nas falésias. Posteriormente, os dados analisados foram verificados in loco, a partir da realização de trabalhos de campo. A etapa de campo compreendeu um percurso de aproximadamente 3,0 km, onde foi realizado o reconhecimento da área e a realização de procedimentos para a calibragem dos modelos cartográficos elaborados.

A aplicação do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa

O principal objetivo do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa é identificar os setores de uma escarpa que demonstrem maior atividade dos processos erosivos, bem como destacar processos tectônicos ou de controles estruturais em estágio intermediário. De forma adaptada, esse índice foi aplicado aos setores de falésias que exibem características erosivas

acentuadas, visíveis em imagens de satélite, devido a semelhanças morfológicas entre falésias e escarpas. A aplicação desse índice visa identificar feições lineares e associá-las tanto a processos estruturais quanto a processos tectônicos. Desse modo, o índice é aplicado para evidenciar a atuação desses processos ao longo de uma escarpa.

As classes estabelecidas por Bull e McFaden (1977) indicam a intensidade dos processos erosivos nos setores de escarpas: valores do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa (SMF) iguais ou superiores a 3 apontam para alta intensidade de processos erosivos, valores próximos a 2 indicam intensidade intermediária e valores iguais ou menores que 1 estão relacionados a processos tectônicos.

Dentro da adaptação proposta neste trabalho, tendo como base a as classes estabelecidas por Bull e McFaden (1977), estabeleceu-se 3 classes: valores próximos ou superiores a 3 indicam processos erosivos de alta intensidade, valores próximos a 2 representam intensidade intermediária e valores próximos a 1 denotam processos erosivos de baixa intensidade.

No caso da adaptação proposta neste trabalho, devido à morfologia da falésia analisada, a qual possui predominantemente baixa sinuosidade, a análise concentrou-se nos setores com reentrâncias associadas aos processos erosivos. O objetivo foi analisar esses setores de acordo com adaptação proposta, enfocando a intensidade dos processos erosivos.

O cálculo do Índice SMF é realizado com a seguinte fórmula:

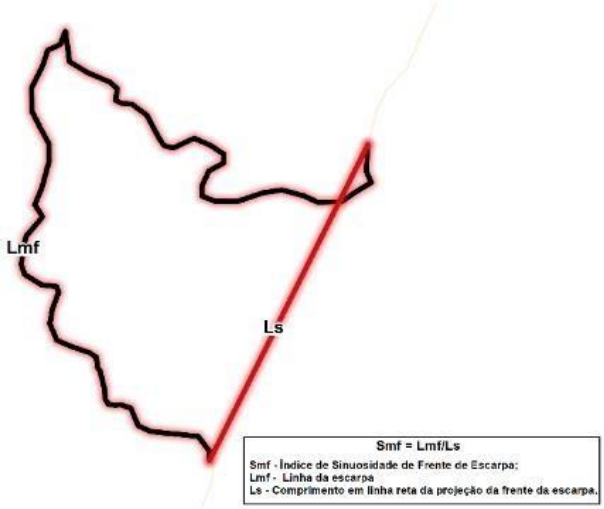
$$Smf = Lmf / Ls$$

No qual:

Smf é o Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa; Lmf é a linha da escarpa;

Ls é o comprimento em linha reta da projeção da frente da escarpa (figura 2).

Figura 2 – Representação visual do Índice Smf.



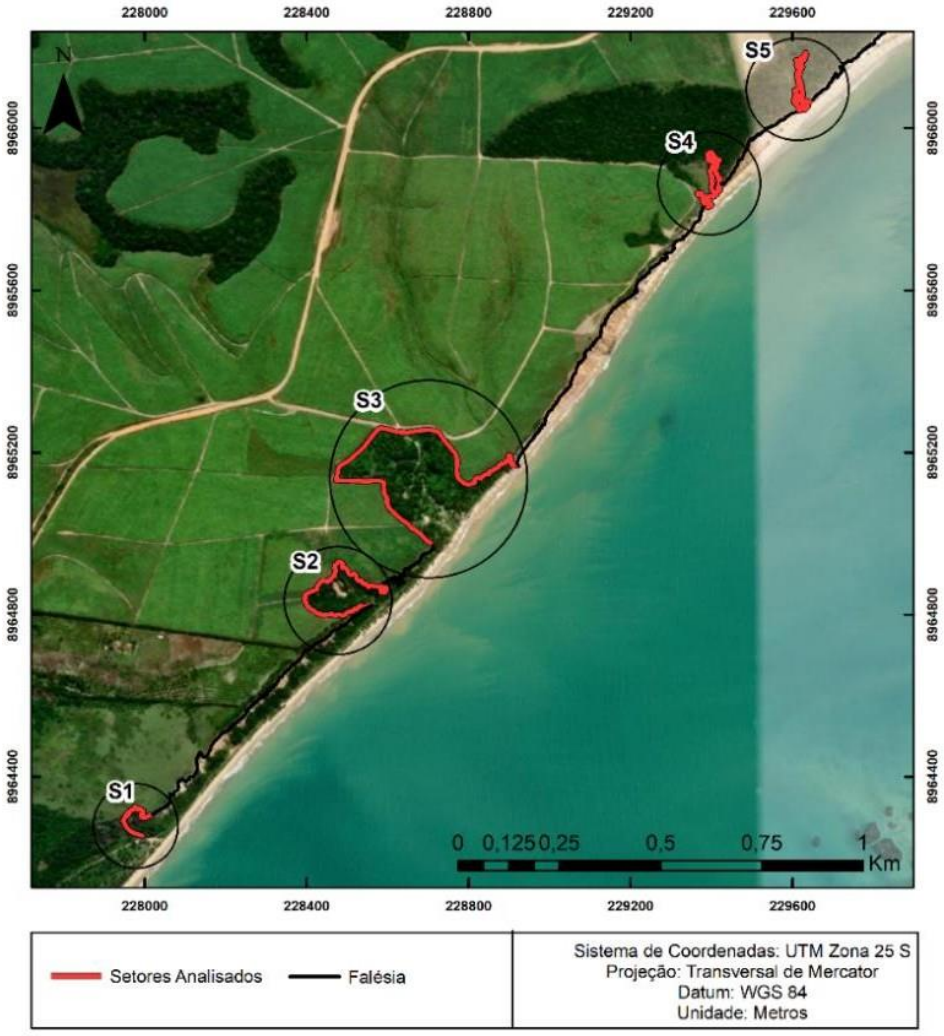
Fonte: autores (2023).

Resultados e discussão

Com a aplicação do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa, sobre imagens de satélite, foi possível identificar cinco setores distintos que apresentam características erosivas acentuadas: S1; S2; S3; S4 e; S5 (figura 3). Os S1 e S2 estão presentes em áreas de paleofalésias e os S3, S4 e S5 em trechos de falésias ativas.

Para explicar os processos erosivos costeiro, Silva et al (2020) apresentou uma proposta de modelo para o recuo das falésias no litoral sul do RN, também estruturadas na Formação Barreiras, considera que as falésias estão submetidas a processos marinhos e continentais. No processo marinho destaca-se a ação das águas na base das falésias e nos processos continentais a ação do escoamento superficial e da infiltração de águas de chuva no talude. As características presentes nas falésias do RN são, em parte, compatíveis com as aqui analisadas.

Figura 3 – Setores Analisados nas Falésias da Praia de Carro Quebrado, Alagoas.



Fonte: autores (2023).

Os resultados alcançados para os cinco setores analisados apresentaram valores elevados (tabela 1), indicando processos erosivos intensos. Tais valores podem estar relacionados a ausência de blocos de lateritas nos setores analisados, processos marinhos, como também pelo escoamento superficial e da infiltração de águas de chuva no talude, processos continentais, associados a cana-de-açúcar no topo do tabuleiro, que também podem intensificar tais processos, quando da canalização dos fluxos superficiais.

Tabela 1 – Valores de SMF

Setores	SMF	Intensidade de processos erosivos
S1	3,681211	Alto
S2	9,448855	Alto
S3	3,50263	Alto
S4	9,291906	Alto
S5	9,376726	Alto

Fonte: autores (2023).

Quando se trata da intensidade de processos erosivos mais interiores as falésias ativas, os processos marinhos não devem ser descartados, pois a ação do mar incide diretamente sobre sua base, gerando principalmente cavas, mesmo que, muitas vezes, atuando de forma sazonal (figura 4). Desta forma, analisando os setores S3, 34 E S5, os valores podem ter sido influenciados pela abrasão marinha, uma evidência dessa atuação constitui ausência de blocos de laterizados, demonstrando, nestes setores, o potencial de abrasão marinha, influenciando os valores de alto do índice.

Figura 4 – Processos marinhos e continentais atuando no trecho S4.

Fonte: autores (2023).

A erosão marinha não favorece a consolidação de grandes rampas de colúvio e de depósitos de talus, sua presença foi encontrada apenas em pontos específicos, o que, por sua vez, intensifica a ação da abrasão marinha na base das falésias. A ausência de blocos de lateritas se deve, provavelmente, pela ação marinha no período de preamar, que removem rapidamente esses depósitos, e mantem o ângulo abrupto nas escarpas (PROJETO FALÉSIAS, 2021, p. 97). Em oposição ao que apresenta o Projeto Falésias (2021, p. 79), o recuo da falésia resulta na formação de depósitos de talus que são gerados a partir dos colapsos de blocos de lateritas. Esses elementos dispersam parte da energia das ondas e diminuem os efeitos da abrasão marinha na base da falésia. As ondas tem parte de sua energia normalmente dissipada em blocos de arenitos cimentados por óxido de Fe (Ferricretes), depósitos de talus, distribuídos ao longo da zona de arrebentação, como provável resultado do recuo das falésias (MAIA E AMORIM, 2022, p. 2002).

Com relação aos setores S1 e S2, a erodibilidade marinha parece não ter sido relevante para o grau alto de intensidade encontrado na aplicação do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa, visto que, os trechos S1 e S2 estão localizados em trechos de paleofalésias. Nesse setor, fatores morfoestruturais parecem ser bem mais marcantes, favorecendo a canalização dos fluxos superficiais a montante e promovendo o rebaixamento do relevo, dando origem a cabeceiras de drenagem.

Já a erosão pluvial no topo do tabuleiro incide diretamente sobre a falésia, causando o desgaste desta e afetando a sua estabilidade, quando incide sobre uma reentrância suave, cabeceira de drenagem, apresenta velocidades e aprofundamentos atenuados pela cobertura vegetal. Em oposição, quando alçada diretamente sobre a encosta ou próximo a borda do tabuleiro, tende a causar processos acelerados, desencadeando variados níveis de ravinamento e voçorocamento. Para Guerra (1996), essas formas erosivas ocorrem a partir do escoamento superficial e subsuperficial e são causadoras de uma série de impactos ambientais, como, por exemplo, o empobrecimento do solo e sua degradação, além de potencial risco, frente aos altos gradientes de declividade e instabilidade que produzem nas cicatrizes erosivas.

Em campo foi possível identificar trechos onde as atividades de uso e ocupação vem produzindo maior impacto ambiental, atividade de turismo e lazer. A abertura de trilhas e cainhos, sem a devida mensuração de suas capacidades de carga, bem como, ausência de estruturas de escoamento superficial, vem intensificando a ação pluvial e levando a produção de sulcos, ravinas e voçorocas (figura 5). Em conjunto, esses processos de erosão podem ter efeitos significativos na paisagem e na dinâmica dos ecossistemas, causando riscos ambientais potenciais e, por vezes, expondo os visitantes a riscos.

Figura 5 – Ravinamento em acesso à praia de Carra Quebrado.

Fonte: autores (2023).

De acordo com Silva et al (2020), a ação antrópica pode alterar a dinâmica natural nas falésias, principalmente quando correlacionada a intervenções que alteram a drenagem natural das águas de chuva e concentram o fluxo em determinados pontos. O que promove a concentração de energia das águas que facilitam a ocorrência de erosão acelerada, produzindo cicatrizes erosivas, acelerando o recuo das encostas. Tais características justificam os altos índices calculados para essa área.

Conclusões

A adaptação do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa a falésias do Litoral Norte de Alagoas concentrou-se nos setores com reentrâncias associadas aos processos erosivos. Os setores analisados foram classificados como possuindo alto nível de Intensidade de processos erosivos, tais valores estão relacionados aos processos erosivos marinhos e a montante nas encostadas.

A abrasão marinha, na área de estudo, parece não ser determinante para o grau alto de intensidade dos processos erosivos nos setores com reentrâncias associadas aos processos erosivos analisados, visto que, todos os setores apresentaram alto nível de intensidade processos erosivos, independentemente de localizados em setores de falésias ativas ou paleofalésias.

No entanto, não se pode descartar a influência da ação marinha nos valores elevados nas falésias ativas, onde os processos marinhos erosivos ainda estão ativos. Para além das características supracitadas fatores voltados a direção dos ventos e a direção de indecência das marés sobre as falésias, sobretudo nos períodos de maré altas e ressacas, podem ser relacionados com índice aplicado no presente trabalho.

A aplicação de novas metodologias à análise geomorfológica em ambientes costeiros constitui desafio estimulante e desafiador. Tais ações são iniciativas no sentido de compreender espaços de alta complexidade geológica e geomorfológica, como o que foi analisado no presente estudo. Dessa forma, os resultados apresentados não constituem um produto finalizado ou com maior profundidade, mas sim um ensaio no intuito de estimular a difusão da importância da temática no Estado de Alagoas.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pelo apoio financeiro, ao Programa pós-graduação em Geografia (PPGG) da Universidade Federal de Alagoas - Ufal, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGeo) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE - e ao Laboratório de Geologia da Universidade Federal de Alagoas.

Referências

AMORIM, R. F.; MAIA, R. P. Diagnóstico e apontamentos de medidas mitigadoras para o contexto de riscos nas falésias de Pipa e Barra de Tabatinga - RN / Relatório Técnico Projeto Falésias, UFRN-UFC-MDR, Natal, 2021.

ARAÚJO, T. C. M. Erosão e progradação do litoral brasileiro | Alagoas. In: MUEHE, Dieter. (org.). Erosão e progradação no litoral brasileiro. Brasília: MMA, 2006. p. 197-212.

BULL, W.; MCFADDEN, L. Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. In: Proceedings Vol. of 8th Annual Geomorph. Symp. (Edited by Doering, D.O.) State University of New York at Binghamton, Binghamton, NY. 1977, 116-138. 1977.

CÂMARA, I. F.; SILVA, R. R. Mapeamento e evolução da ocupação irregular em falésias do litoral leste cearense, nordeste do Brasil. Revista Geociências. São Paulo, v. 40, n. 4, p. 1033-1046, fev. 2021.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo, Edgar Blücher, 2ª edição, 1980.

COMPTON, J. S.; FAVARA, R. Geomorphological Analysis of Cliffs and Scarps on Mars. Journal of Geophysical Research: Planets, 123(3), 646-666, (2018).

COOPER, A. G. Coastal Erosion and Protection. Routledge, (2004).

GUERRA, A. J. T.; BOTELHO, R. G. M. Características e propriedades dos solos relevantes para os estudos pedológicos e análise dos processos erosivos. Anuário do Instituto de Geociênciês. v. 19, p. 93-114. 1996.

HUGGETT, R. J. Fundamentals of Geomorphology (5th ed.). Routledge, (2019).

MAIA, R. P.; AMORIM, R. F. Aspectos morfoestruturais e fatores erosivos em Falésias. O caso de Pipa – RN. Revista Brasileira de Geomorfologia. v. 23, n. 4, p. 2000 – 2009, out./dez. 2022.

MARSH, W. M. Landscape Planning: Environmental Applications. Wiley, (1996).

SILVA, B. M. F. da; SANTOS JÚNIOR, O. F. dos; FREITAS NETO, O. de; SCUDELARI, A. C.

Erosão em falésias costeiras e movimentos de massa no Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil. Revista Geociências. São Paulo, v. 39, n. 2, p. 447-461, 2020.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes (org.). Terra: feições ilustradas. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2003.

SUGUIO, Kenitiro. Dicionário de geologia sedimentar e áreas afins. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 1998.

WOOD, R. Cliffs, Nests, and Incubation Periods of Seabirds. The Auk, 129(1), 141-145, (2012).

Conflito entre urbanização e conservação: Estudo de caso do Rio Ingá

Conflict between urbanization and conservation: A case study of the Ingá River

Deyvison Pierry Silva
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
https://orcid.org/0009-0006-6065-6134
Deyvison.pierry@gmail.com

Eva Maria Pereira Francisco
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
https://orcid.org/0000-0002-2804-1053
evamariaufcg@gmail.com

Italo Monteiro de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
https://orcid.org/0009-0005-8014-1042
Italo.monteiro@estudante.ufcg.edu.br

Debora Coelho Moura
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
https://orcid.org/0000-0003-2663-2308
debygeo@hotmail.com

Resumo: A migração desenfreada para os centros urbanos, implica em diversos problemas socioambientais, como a incipiência do tratamento do esgoto, que influi diretamente na poluição de diversos rios. Esta lógica ocorre não só nas grandes metrópoles, mas também nas pequenas cidades, como é o caso da cidade do Ingá, que mesmo com pouco mais de 17 mil habitantes, enfrenta os problemas ambientais gerados pelo crescimento urbano exponencial. A metodologia utilizada para a elaboração desta pesquisa foi através da revisão de literatura, observação in loco, e análises das bases de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e da Agencia nacional das águas. A partir desta tem-se o fato de o crescimento urbano ocorrer de forma acelerada e o acesso ao saneamento não acompanhar tal evolução. Espera-se que esta pesquisa sirva como instrumento de preservação do Rio Ingá através da revisão do atual destino dos dejetos da cidade.

Palavras-chave: Rio; Esgoto, Pequenas Cidades.

Abstract: The unbridled migration to urban centers implies several socio-environmental problems, such as the incipience of sewage treatment, which directly influences the pollution of several rivers. This logic occurs not only in large metropolises, but also in small towns, as is the case of the city of Ingá, which, even with just over 17,000 inhabitants, faces the environmental problems generated by exponential urban growth. The methodology used for the elaboration of this research was through a literature review, observation in loco, and analysis of the databases of the Brazilian Institute of Geography and Statistics and the National Water Agency. As a result, urban growth occurs at an accelerated pace and access to sanitation does not follow such evolution. It is hoped that this research will serve as an instrument for the preservation of the Ingá River by reviewing the current destination of the city's waste.

Keywords: River; Sewer, Small Cities.

Introdução

O aumento da taxa de urbanização é um fato que vem se desenhando históricamente no Brasil desde a década de 1940, presenciou-se então uma inversão no lugar de residência da população brasileira, saindo do rural e se aglutinando cada vez mais nas cidades. Na

ausência do planejamento urbano, tal crescimento culminou em inúmeros problemas ambientais que ficam evidentes na relação entre homem e espaço (SANTOS, 2013).

A partir do conceito geográfico de paisagem natural, tem-se a área geográfica inalterada ou pouco alterada pelas forças antrópicas. Caracterizando-se pelos seus elementos naturais, como os recursos biológicos da fauna e flora e a preservação de características geográficas como o relevo e corpos hídricos. Deste modo tem-se a importância ecológica, humana e histórica do resguardo das paisagens, afim de assegurar a biodiversidade, sustentabilidade e a qualidade de vida dos seres. (TROL,1997; RIBEIRO, 2013). Todavia as inter-relações estabelecidas entre o homem e o espaço geográfico após o largo processo de urbanização, causam afeitos danosos a paisagem natural, sendo este processo resultado da visão humanística de compreender e se relacionar com o espaço natural, sendo o homem seu principal agente transformador (MELO,2005; FREIRE, 2010).

Os impactos ambientais causados aos recursos hídricos têm sido questão de grande preocupação, visto que, todas as formas de organizações naturais e sociais dependem deste recurso para realizarem suas atividades. Ao longo da história do homem, os rios se tornaram espinhas dorsais das cidades por onde passam, estruturando o tecido urbano próximo a eles e tornando-se muitas vezes eixos de desenvolvimento do desenho estrutural da cidade. Os rios urbanos são parte da paisagem de muitas cidades e apresentam grande importância tanto do ponto de vista ambiental, com social. Mas, esses mananciais acabam sofrendo grandes impactos por meio da população que reside próximo a suas margens, por causa da falta de infraestrutura e planejamento voltado a esta questão (SANTOS, 2015).

Evitar a disseminação de doenças veiculadas por detritos na forma de esgotos e lixo é uma das principais funções do saneamento básico. Os profissionais que atuam área, são também responsáveis pelo fornecimento e qualidade das águas que abastecem as populações. Mesmo sendo um direito básico e questão de saúde pública, a partir de dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, tem-se que 34,1 milhões de domicílios não contam com esgotamento sanitário no país, sendo 74,6% do total na região nordeste, representando 13,6 milhões de domicílios nordestinos nessa situação. A partir disto, tem-se um grande abismo estrutural no Brasil, sendo um flagelo ambiental para os rios brasileiros que acabam sendo destino da maioria destes dejetos. (CAVINATTO, 1992; IBGE,2019).

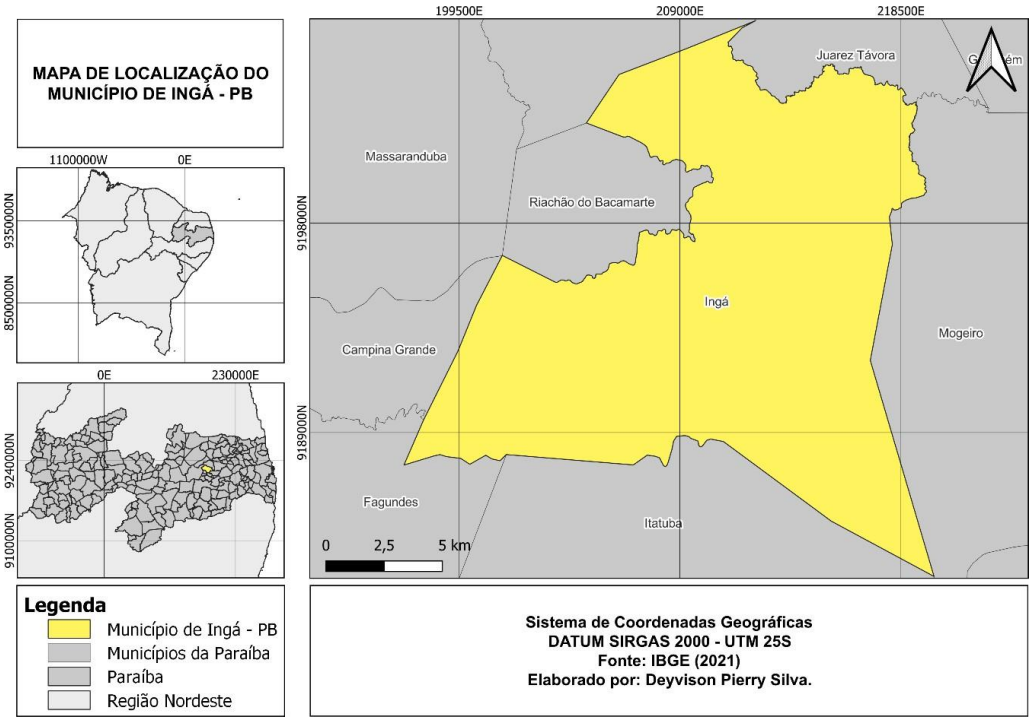
Deste modo, se justifica a necessidade de um estudo como este, vanguardista no município, voltado a área socioambiental. Tendo como objetivo a análise do aumento histórico da população urbana da cidade do Ingá-PB e os impactos ambientais sofridos pelo principal caudal da cidade.

Caracterização da área estudada

O estudo foi realizado no município de Ingá, Paraíba, Brasil. Localiza-se na região intermediária de Campina Grande, climaticamente o município apresenta um clima Tropical Quente Seco, sendo parte do semiárido brasileiro, pedologicamente na cidade se tem a predominância dos Luvissolos, onde as unidades geológicas no Ingá são quatro, Itaporanga (suíte intrusiva), Cabaceiras (complexo), floresta (complexo) e Sertânia (complexo). (CAMPOS E QUEIROZ, 2006; FRANCISCO, 2015; IBGE,2022).

Ademais o município possui 17.692 habitantes e uma densidade demográfica de 67,48 hab/km², distribuída entre zona rural e urbana. Segundo o IBGE (2022) Ingá tem um IDH de 0,592, tido como abaixo da média estadual de 0,698. A área municipal abrange 262,179 km² onde limita-se com os municípios de Mogeiro, Itatuba, Fagundes, Riachão do Bacamarte, Serra Redonda, Juarez Távora e Campina Grande (Figura 1).

Figura 1 – Cidade do Ingá.



Fonte: Os autores (2023).

O centro desta pesquisa é o Rio Ingá, que possui 60km de extensão, nasce no município de Campina Grande e percorre o município de Riachão do Bacamarte, Ingá, Mogeiro e Salgado de São Félix onde em médio curso desagua no Rio Paraíba (BARBOSA,2008). Assim, este rio intermitente é um importante símbolo na caracterização da paisagem do município, sendo por décadas fonte de água para a população e atualmente

configura como importante elemento paisagístico que compõe o Parque Itacoatiara pedra do Ingá.

Materiais e Métodos

Caracterização do esgotamento da cidade

Nesta etapa foram analisados dados do IBGE (Instituto Brasileiro de geografia e estatística) e da Ana (Agencia Nacional de Águas e Saneamento Básico) a afim de compreender o acesso da população ingaense ao saneamento básico e ao tratamento de esgoto, e inferir sobre o destino possível dos rejeitos não tratados.

Análise em campo

A situação do esgotamento sanitário da cidade do Ingá foi observada in loco, a fim de que fosse possível compreender como se dá a poluição no rio Ingá e quais os sujeitos sociais desta problemática. Assim, foram delimitados quatro pontos de análise do curso do Rio ao longo do perímetro urbano da cidade a fim de compreender a urbanização em volta do rio e seu impacto direto na poluição.

A análise da paisagem contempla dois bairros da cidade, Centro e Senzala, pois estes são entrecortados pelo Rio Ingá, e fazem parte da dinâmica de urbanização que margeia o rio. Nas visitas técnicas foi observado o estado do rio e seu entorno, se havia edificações margeando o rio, se existia o despejo irregular de esgoto, se encontrava-se presença do descarte irregular de lixo ou alguma outra característica que indicasse população.

Neste estudo, foi levado em consideração a situação do rio no perímetro urbano, analisando a cidade do Ingá, seu aumento das taxas de urbanização e o potencial nível de poluição que este evento geográfico causou.

Resultados

Aumento da taxa de urbanização da cidade do ingá

O Brasil a partir do século XX experimentou um acelerado processo de urbanização, deixando de ser um país de base agrícola e passando a adotar moldes de um país altamente urbanizado. Porém, este fenômeno não ocorreu de forma ordeira, isto posto, tem-se que inúmeras questões surgiram com esta transição populacional. (MARTINE; MCGRANAHAN, 2010).

No contexto estadual, em função das políticas urbanas do governo federal a paraíba experimenta na década de 1960 uma elevada ascensão da população das zonas urbanas, em decorrência da especulação imobiliária, tem-se a transformação do cenário migratório paraibano, propiciando migrações do campo para a cidade. Porém, visto os incipientes

investimentos em infraestrutura urbana, tem-se também o alargamento de problemas urbanos como a falta de saneamento e esgotamento sanitário (SILVA, 2004).

Deste modo, o processo de expansão da urbanização da cidade do Ingá ocorre concomitante ao do estado e a do país a partir da década de 1970 tal como expresso na tabela 01.

Tabela 1 – Taxa de urbanização da cidade do Ingá

Ano	Percentual de Urbanização
1970	34,1
1980	41,1
1991	56,6
2000	60,9
2010	63

Fonte: Os autores (2023).

A série histórica demonstra a partir de dados demográficos do IBGE um aumento significativo da população urbana da cidade do Ingá, isto se deve ao constante processo de êxodo rural e expansão dos serviços urbanos. Outrossim, à medida que a malha urbana se expande desordenada e demasiadamente existe a necessidade do crescimento concomitante da infraestrutura, que busque atender demandas básicas, como o processamento do esgoto (CASSILHA,2009).

No Brasil, onde um em cada quatro municípios não tem serviço de esgoto, e 62,8% dos municípios não o tratam, tem-se um grave problema de cunho ambiental, onde boa parte destes dejetos são canalizados aos mananciais de forma irregular. Tal problemática se aplica ao município do Ingá, onde apenas 5,1% dos domicílios detém um adequado serviço de esgoto. Tal questão é refletida nas atuais condições ambientais do Rio Ingá.

Rio Ingá e Situação Ambiental

No país como um todo, rios urbanos são por vezes sinônimo de degradação e desvalorização, isto expõe a vulnerabilidade ambiental que os rios Brasileiros figuram ante ao processo de rápida urbanização e falta de planejamento (ALMEIDA,2010).

A cidade do Ingá reproduz este processo de não proteção dos rios urbanos, o rio Ingá já foi tido como fundamental para a sobrevivência de parte da população, como pequenos

agricultores e pescadores locais. Todavia as alterações registradas a partir do processo de expansão urbana da cidade culminaram na poluição e desuso do rio, A partir da figura 02 é possível ver que a paisagem outrora natural assume um caráter de paisagem degradada e antropizada.

Figura 2 – Antropização do Rio Ingá.

Fonte: Os autores (2023).

O processo de crescimento da cidade é histórico, o loteamento das áreas que margeiam o Rio Ingá e a expansão da malha urbana da cidade, ocorrem impulsionadas pela inversão das últimas décadas que atraiu moradores para a cidade em detrimento do campo. Tal fixação se deu pelas classes populares ente á década de 1970 e 2010, em sua maioria instituíram famílias e dão continuidade ao processo de urbanização e crescimento da região que margeia o rio Ingá.

Com isto, tem-se que a população cresceu, porém não houve expansão da rede de esgotamento sanitário, explicando o dado de 94,9% dos domicílios ingaenses não contarem com um esgotamento adequado (IBGE,2022). Isto é, o destino dos dejetos da maioria da população é canalizado ao Rio, como expresso na figura 3.

Figura 3 – Canalização do esgoto ao Rio Ingá.

Fonte: Os autores (2023).

A partir disto, tem-se que o problema do esgotamento sanitário é uma questão, já inclusa na paisagem ingaense, sendo o rio ultilizado como canal para despejo do esgoto, onde cada familia canaliza seus dejetos diretamente para o rio, causando assim um amplo impacto ambiental.

Para além deste o processo desenfreado da urbanização da cidade do Ingá atrelado aos problemas ambientais do Rio, tem-se a importante questão da preservação do patrimônio histórico da cidade, uma vez que o manancial passa pelas Itaquatiaras do Ingá, tombada como monumento nacional de pelo IPHAN, sendo o principal atrativo turístico da cidade.

Considerações Finais

Com esta pesquisa foi possível discutir o crescimento urbano do ingá e seu impacto direto no principal afluente da cidade, o Rio Ingá. Atualmente caudal é visto como a maioria dos rios urbanos Brasileiros, fétido e sem diversidade expressa em fauna e flora. Sua riqueza social e ambiental, foi suprimida pela lógica urbanística do Brasil, que se expande sem controle e planejamento.

O rio no presente momento encontra-se fazendo o papel de uma imensa canaleta de esgotos fétida que diariamente recebe o rejeito urbano dos esgotos sanitários, fazendo parte de sua paisagem a presença de animais carniceiros se alimentando dos dejetos despejados no Rio Ingá, sendo hoje um rio quase morto biologicamente.

Espera-se com este estudo que a calamidade descrita seja revista, e que o rio possa passar por um processo de despoluição a partir do tratamento das águas canalizadas ao rio,

possibilitando assim o cuidado com a população ingaense e a salvaguarda deste importante patrimônio natural da cidade do Ingá.

Referências

ALMEIDA, Lutiane Queiroz de. Vulnerabilidades Socioambientais de Rios Urbanos. 2010. 310 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010. Disponível em: . Acesso em: 10 jul. 2023.

ANDRADE.aparecido¹ ribeiro de. e FLECAK² Ivo Marcelo A poluição urbana e o impacto na qualidade da água dos rios das antas Irati /PR.

BARBOSA, Rui da Silva. Município de Ingá. Ingá-PB. Ingá. 21 de set. de 2008. Disponível em:<http://ruidasilvabarbosa.blogspot.com/2008/09/municpio-de-ing.html?m=1>. Acesso em: 07 de jul. De 2019.

BARBOSA, Rui da Silva. Relevo e Hidrografia. Ingá-PB. Ingá. 10 de jan. de 2009. Disponível em:<http://ruidasilvabarbosa.blogspot.com/2009/01/domnio-geomorfolgico-da-cidade-do-ing.html?m=1>. Acesso em: 15 de jul. De 2023.

CASSILHA, Gilda Amaral Cassilha Simone Amaral. Planejamento urbano e meio ambiente. IESDE BRASIL SA, 2009.

CAVINATTO, V. M. Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar. São Paulo: Ed. Moderna, 1992.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna et al. Classificação climática de Köppen e Thornthwaite para o estado da Paraíba. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 8, n. 4, p. 1006-1016, 2015.

FREIRE, Simone Cortezao. Cartografia da paisagem alterada. 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua de 2019. Brasília: IBGE, 2019. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 jul. 2023.

IBGE -Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE-Cidades. Brasília: IBGE,2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/inga/panorama. Acesso em: 07 jul.2023.

IBGE. Estimativas da População. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103- estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads. Acesso em: 9 jul. 2023.

LEAL, F. C. T. Juiz de Fora. 2008. Sistemas de saneamento ambiental. Faculdade de Engenharia da UFJF. Departamento de Hidráulica e Saneamento. Curso de Especialização em análise Ambiental. 4 ed. 2008. Notas de Aula.

MARTINE, George; MCGRANAHAN, Gordon. A transição urbana brasileira: trajetória, dificuldades e lições aprendidas. População e Cidades: subsídios para o planejamento e para as políticas sociais. Brasília: UNFPA, p. 11-24, 2010.

MELLO, Leonardo Freire de ; HOGAN, D. J. População, consumo e meio ambiente. In: Daniel Joseph Hogan. (Org.). Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro. 1 ed. Campinas: Nepo/Unfpa, v. 1, p. 26-40, 2007.

MELO, Vera Mayrinck. Dinâmica das paisagens de rios urbanos. Anais do XI Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional–ANPUR. Salvador, Bahia, 2005.

RIBEIRO, Simone Cardoso. Dinâmica da paisagem: relação entre os elementos naturais e o uso do solo no município do Crato/CE (1960 – 1997). 1997. 65 f. Dissertação (VI Curso de Especialização: Geografia do Nordeste) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 1997.

RIBEIRO, Maurício Andrés et al. Gestão da água e paisagem natural. Revista da Universidade Federal de Minas Gerais, v. 20, n. 2, p. 44-67, 2013.

ROSS, Jurando L. Sanches. Geografia do Brasil. 6 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, Milton. Pensando o espaço do Homem.4. ed São Paulo: Hucitec,1997. Santos, André bezerra dos. Avaliação técnica dos sistemas tratamento de esgotos, Fortaleza: banco do nordeste do brasil .2007

SANTOS, André bezerra dos. Avaliação técnica dos sistemas tratamento de esgotos, Fortaleza: banco do nordeste do brasil .2007

SANTOS, Pedro Henrique Gomes dos. A percepção ambiental em rios urbanos: O caso do Rio Capibaribe em São Lourenço da Mata-PE. 2015. 90 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015. Disponível em: Acesso em: 27 jul. 2023.

TROLL, Carl. A paisagem geográfica e sua investigação. Espaço e cultura, n. 4, p. 1-7, 1997.

Propostas de Roteiros Geoturísticos à Geodiversidade e ao Geopatrimônio Piauiense: Uma Análise a partir de Produções Científicas

Proposals for Geotourism Itineraries to the Geodiversity and Geopatrimony of Piauí: An Analysis Based on Scientific Productions

Jaelson Silva Lopes
Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGEO da UFPI
https://orcid.org/0000-0003-3084-3984
jaelsongeoufpi@outlook.com

Maria da Paz da Cruz Vitorio de Oliveira
Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGEO da UFPI
https://orcid.org/0000-0001-7144-263X
pazoliveira23@gmail.com

Gabriel Cunha Linhares Fagundes
Mestrando pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGGEO da UFPI
https://orcid.org/0000-0003-1436-2320.
gabrielfagundes@ufpi.edu.br

Cláudia Maria Sabóia de Aquino
Docente do Curso de Geografia (graduação e pós-graduação) pela UFPI
https://orcid.org/0000-0002-3350-7452
cmsaboia@gmail.com

Resumo: O presente trabalho objetiva analisar as produções científicas realizadas no estado do Piauí acerca das propostas de roteiros geoturísticos à geodiversidade e à geopatrimônios e/ou Locais de Relevante Interesse Geológico/Geomorfológico (LRIGs), produzidas para as respectivas áreas de estudo (das obras revisadas). A metodologia utilizada reuniu revisão bibliográfica de pesquisas científicas realizadas sobre a temática, análise dos trabalhos escolhidos e elaboração de quadro-síntese sobre o estado da arte. O levantamento realizado possibilitou deduzir que os estudos sobre geodiversidade e geopatrimônio, sobretudo os que apresentam proposições de roteiros geoturísticos (como estratégia de divulgação do patrimônio natural), são incipientes no estado do Piauí. Além de escassos, estes estudos distribuem-se de forma desigual sobre o território piauiense, mesmo este apresentando uma diversidade de potencialidades naturais. Assim, é notável a necessidade de ampliação das pesquisas sobre geodiversidade no Estado do Piauí, tendo em vista a relevância do conhecimento da história evolutiva do planeta e a divulgação da existência de elementos físico-naturais de valoração significativa nos sentidos científico, educativo, cultural, de lazer, etc. Destaca-se ainda que, através da divulgação da geodiversidade é possível alcançar a geoconservação aliada ao uso sustentável, via desenvolvimento social das comunidades locais.

Palavras-chave: Revisão de literatura. Geodiversidade e geopatrimônios inventariados. Propostas de roteiros geoturísticos. Estado do Piauí.

Abstract: The present work aims to analyze the scientific productions carried out in the state of Piauí regarding proposals for geotourism itineraries to geodiversity and geopatrimonies and/or Sites of Relevant Geological/Geomorphological Interest (SRGIs), produced for their respective study areas (of the reviewed works). The methodology used involved a bibliographic review of scientific research conducted on the subject, analysis of the selected works, and the creation of a synthesis table on the state of the art. The conducted survey enabled the deduction that studies on geodiversity and geopatrimony, especially those presenting proposals for geotourism itineraries (as a strategy for promoting natural heritage), are in their early stages in the state of Piauí. In addition to being scarce, these studies are unevenly distributed across the Piauí territory, despite its diversity of natural potentialities. Thus, there is a noticeable need for an expansion of research on geodiversity in the State of Piauí, considering the relevance of knowledge about the planet's evolutionary history and the dissemination of the existence of physically and naturally significant elements in scientific, educational,

cultural, leisure, and other senses. It is also noteworthy that through the dissemination of geodiversity, it is possible to achieve geoconservation combined with sustainable use, through the social development of local communities.

Keywords: Literature Review. Inventoried Geodiversity and Geopatrimonies. Geotourism Itinerary Proposals. State of Piauí.

Introdução

Apesar de ser relativamente recente (década de 1990) a discussão científica em torno da temática da geodiversidade, tem-se uma vasta literatura que a vem discutindo teórica e empiricamente em âmbito não só internacional, mas também nacionalmente, a citar os estudos de caso (Silva, 2020). Porém, o debate quanto a biodiversidade ainda se apresenta como prioridade, em detrimento da geodiversidade, “principalmente devido à falsa impressão que se tem de que os elementos geológicos não são degradados” (Lopes; Araújo, 2011, p. 77).

Partindo desse pressuposto, entende-se que a geodiversidade, como recurso natural, é possuidora de valores, e, como tal, está subordinada aos eventos naturais, sobretudo a influência antrópica, por esse motivo, é pertinente e necessário a adoção de medidas que promovam e incentivem o uso sustentável desses locais (Lopes; Araújo, 2011).

Conforme Ferreira, Silva e Aquino (2021), o Piauí - exemplificando o restante do Brasil - mesmo possuindo valiosos recursos abióticos, apresenta deficiência no conhecimento e divulgação desses locais. Assim, ações de educação e interpretação ambiental direcionadas à conservação da geodiversidade são ferramentas importantes à geoeducação.

O geoturismo enquanto segmento turístico pode apresentar benefícios como a conservação do patrimônio geológico e geomorfológico, geração de renda direta e indireta e educação ambiental por parte dos turistas e da população local (Moreira, 2014).

Nessa perspectiva, os roteiros geoturísticos além de disporem de potenciais à geoconservação, também podem ser uma fonte de renda às comunidades locais, quando implantados e coordenados de forma adequada considerando os princípios conservacionistas ao patrimônio natural e à permanência das atividades. “Além de difundir os conceitos, os roteiros geoturísticos salientam a importância dos elementos do geopatrimônio para a conservação ambiental e enquanto locus para o desenvolvimento do turismo” (Meira, Nascimento; Silva, 2020, p. 23).

Nesse sentido, o estado do Piauí apesar de ainda apresentar uma carência de estudos científicos sobre a geodiversidade, boa parte dos trabalhos já realizados apontam as principais potencialidades da natureza abiótica da área estudada bem como alguns indicam propostas de roteiros geoturísticos como estratégia de geoconservação e fonte de renda à população local (Silva et al., 2022).

Assim, o trabalho se justifica pela necessidade do conhecimento das produções científicas desenvolvidas sobre geodiversidade, geopatrimônio, geoconservação e geoturismo no Piauí - especialmente àquelas que propõem roteiros geoturísticos como incentivo ao desenvolvimento socioeconômico local -, podendo as mesmas serem fontes bibliográficas às futuras pesquisas no estado referente à temática.

Diante da incipiente e escassa produção científica quanto à geodiversidade e seus temas correlatos (patrimônio geológico, patrimônio geomorfológico, geoconservação, geoeducação, geoturismo e geoparques), é necessária a ampliação dos estudos além da porção Centro-Norte do Estado (Silva et al., 2022) bem como nas proposições direcionadas à geoconservação e ao beneficiamento, no sentido socioeconômico, dos municípios e comunidades locais.

Deste modo, a pesquisa objetiva analisar as produções científicas realizadas no estado do Piauí acerca das propostas de roteiros geoturísticos à geodiversidade e à geopatrimônios e/ou Locais de Relevante Interesse Geológico/Geomorfológico (LRIGs), produzidas para as respectivas áreas de estudo (das obras revisadas).

Fundamentos Teóricos

Geodiversidade e geopatrimônio: definições e relevância socioambiental

Alguns autores definem geodiversidade como sendo a “diversidade natural” dos recursos abióticos, a citar os minerais, rochas, fósseis, solos, relevo, recursos hídricos, clima. Esses elementos apresentam-se como possíveis potenciais para a atividade turística.

A geodiversidade é constituída pelos recursos geológicos, hidrológicos, pedológicos, além da interferência dos fatores climáticos, onde por meio destes que temos a sustentação de toda forma de vida. Assim é possível conceituar geodiversidade como a diversidade de elementos naturais, sejam ambientes geológicos, fenômenos ou processos ativos responsáveis pela formação de paisagens, rochas, minerais, solos, fósseis, e outros que são o suporte da vida na Terra.

Segundo Brilha (2005), a geodiversidade compreende apenas elementos não vivos do nosso planeta, sejam provenientes de um passado geológico (rochas, minerais, solo), sejam os processos naturais (clima) que dão origem a novos elementos.

> A geodiversidade manifesta-se ainda como resultado da existência de seres vivos que evoluíram ao longo de milhões de anos e cujas evidências ficaram preservadas nas rochas. Os fósseis essenciais ao conhecimento da biodiversidade do nosso planeta, são também elementos intrínsecos da geodiversidade (Brilha, 2005, p. 25).

A geodiversidade deve ser entendida como o conjunto dos elementos não-vivos do planeta oriundos da formação geológica do mesmo e/ou provenientes de atividades naturais e humanas ocorridas em um passado remoto e/ou distante.

> Resumidamente, pode-se conceituar geodiversidade, com base na maioria de renomados autores, como a variedade de elementos abióticos, ambientes e processos originários do substrato sobre o qual se assenta a vida humana, incluindo suas inter-relações, propriedades, interpretações e sistemas imprescindíveis à sobrevivência humana [...]. É representada por todos os elementos abióticos que constituem o Planeta Terra, que dão o suporte para a vida na terra, paisagens, entre outros. Ela é resultado da interação de diversos fatores, o que possibilita o aparecimento de paisagens distintas em todo o mundo (Silva, 2020, p. 32).

Porém, de forma significativa crescem as intervenções humanas sobre os elementos naturais, nas quais são responsáveis por parte das degradações ambientais, tendo em vista sua inadequada utilização. Provavelmente, o desconhecimento de boa parte da humanidade quanto a importância socioambiental da geodiversidade seja a principal causa da degradação de relevantes recursos abióticos do planeta. A título de exemplificação, temos “Um grande problema que se instala por áreas áridas e semiáridas do planeta é a desertificação, causada pelo uso inadequado do solo” (Pfaltzgraff; Torres, 2010, p. 13).

> O conhecimento da geodiversidade nos leva a identificar, de maneira mais segura, as aptidões e restrições de uso do meio físico de uma área, bem como os impactos advindos de seu uso inadequado. Além disso, ampliam-se as possibilidades de melhor conhecer os recursos minerais, os riscos geológicos e as paisagens naturais inerentes a uma determinada região composta por tipos específicos de rochas, relevo, solos e clima. Dessa forma, obtém-se um diagnóstico do meio físico e de sua capacidade de suporte para subsidiar atividades produtivas sustentáveis (Pfaltzgraff; Torres, 2010, p. 12).

Assim, a geodiversidade apresenta um potencial significativo para a prática do turismo e seus distintos segmentos, tendo em vista sua vasta e diversificada riqueza de recursos abióticos, pouco explorados e conhecidos, com foco direcionado à geoconservação e a educação ambiental (ou geoeducação não formal).

O geopatrimônio, por sua vez, pode ser entendido como sendo os elementos abióticos da geodiversidade que dispõem de alto valor científico, pedagógico, cultural, turístico ou outros.

> Sinônimo de patrimônio geológico, o qual surge diante da necessidade de ampliar o sentido restrito do termo “geológico”, o conceito de geopatrimônio é de caráter mais amplo, estando intimamente relacionado com a definição de sítios geológicos (e suas diversas subdivisões) (Silva, 2020, p. 48).

Diante da diversidade de características físico-naturais do geopatrimônio, destaca-se que o mesmo pode ser classificado quanto sua composição, sendo do tipo geológica (proveniente das dinâmicas internas da Terra) ou geomorfológica (originada dos agentes externos do relevo, como vento e precipitação).

Nascimento, Mansur e Moreira (2015, online), por sua vez, vão mais além na conceituação de patrimônio geológico, reafirmando a estreita relação existente quanto aos conceitos de patrimônio e geodiversidade, porém estes não devem ser considerados como sinônimos. “O patrimônio geológico é apenas uma pequena parcela da geodiversidade, que apresenta características especiais e, por conseguinte, merece/necessita ser conservado”. Em outras palavras, o mesmo designa-se como sendo “ocorrências geológicas que possuem inegável valor científico, pedagógico, cultural, turístico ou outros” (Brilha, 2005, p. 52).

Quanto ao patrimônio geomorfológico, Silva (2020, p. 64 e 65) acredita que sua definição seja:

> [...] um elemento constituinte da paisagem e que interage com todos os outros fatores que a compõem. Ele insere-se na vertente abiótica do patrimônio natural, que serve de suporte à vida animal e vegetal, isto é, à componente biótica do patrimônio natural.

Nesse sentido, por meio dos processos de inventariação e quantificação, é possível identificar os geomorfossítios e os valores da geodiversidade existentes em certos locais de interesse geológico e geomorfológico. Desta forma, torna-se viável o estudo e implantação de ações com vistas ao ordenamento do território e melhoria da qualidade de vida dos habitantes do entorno.

Geoturismo, roteiros geoturísticos e importância socioambiental

Tão recente quanto a discussão da geodiversidade, a prática do geoturismo se apresenta atualmente como um novo segmento turístico de dinâmica sustentável e geoconservacionista com foco na educação ambiental, conforme inúmeros autores. Por definição, o geoturismo consiste em visitas planejadas e organizadas a locais de valor estético, cultural, científico, didático etc. visando o conhecimento socioambiental mais aprofundado da área, indo além da apreciação em si.

> Conceitualmente, o geoturismo é a atividade do turismo com conotação geocientífica, ou seja, a visita organizada e orientada a locais onde ocorrem recursos do meio físico que testemunham uma fase do passado ou da história de origem e evolução do planeta Terra e que, por conseguinte, se notabilizam como uma herança coletiva e que deve ser preservada para as gerações futuras (Moura-Fé, 2015, p. 55).

Além de uma boa alternativa de renda à população local e práticas geoducativas, o geoturismo dispõe de potencial para a geoconservação em curto, médio e longo prazos, como destaca Moura-Fé (2015). Ou seja, “o patrimônio natural, seja onde for, precisa ser protegido antes que se perca, mas isso somente se dará somente através do reconhecimento e da valoração desses recursos” [...] (Moura-Fé, 2015, p. 61).

Apesar de sua clara relevância, a implementação do geoturismo em certa área demanda incentivo público, conhecimento científico adequado (geógrafos, geólogos, geomorfólogos), formação técnica e profissional (e continuada) aos guias (no caso da inserção de cidadãos da comunidade da região). Para tal, são necessárias ações efetivas, como a ampliação das pesquisas no estado do Piauí bem como a divulgação dos resultados científicos alcançados aos órgãos gestores responsáveis pela área de estudo.

Quanto ao conceito de roteiro geoturístico, Mucivuna, Del Lama e Garcia (2016) ressaltam que os mesmos são itinerários que englobam um conjunto de locais que apresentam interesse geocientífico e turístico, podendo contribuir com a divulgação das geociências e como ferramentas primordiais para o desenvolvimento do geoturismo.

> Nesse contexto, é válido a formulação de roteiros temáticos direcionados, por meio da confecção de itinerários, assim, os postulados e os objetivos do geoturismo seriam popularizados, contribuindo para a consolidação dessa atividade enquanto segmento turístico. Esses roteiros geoturísticos devem ter como base os aspectos geológicos do local receptor, trazendo relações com a biodiversidade e a cultura presente, respondendo ao caráter integrador e dinâmico inerente à prática (Meira; Nascimento; Silva, 2020, p. 7).

Após feita a inventariação e a quantificação dos Locais de Relevante Interesse Geológico-Geomorfológico (LRIGs), torna-se viável a prática geoturística baseada em roteiros geoturísticos, organizados previamente segundo a realidade dos locais. Para isso, é necessária uma análise apurada da área com apoio profissional e da gestão pública, bem como incentivo à participação da comunidade do entorno, provavelmente conhecedora dos referidos lugares, mas também vulnerável socialmente.

No que diz respeito à relevância socioambiental dos roteiros geoturísticos, conforme Meira, Nascimento e Silva (2020, p. 23), “Além de difundir os conceitos, os roteiros geoturísticos salientam a importância dos elementos do geopatrimônio para a conservação ambiental e enquanto locus para o desenvolvimento do turismo”.

Desta forma, quando formulados adequadamente - considerando os locais de interesse como patrimônio ambiental a ser conservado, mas também com potencial ao desenvolvimento social à população local vulnerável -, os roteiros geoturísticos apresentam potenciais à melhoria da qualidade de vida de muitas pessoas, bem como um importante fio condutor à educação ambiental.

Material e Métodos

O presente trabalho apresenta o caráter de “estado da arte”. A metodologia empregada foi organizada em três etapas, sendo a primeira a revisão bibliográfica por meio da pesquisa em repositórios acadêmicos de todas as produções científicas realizadas e publicadas (dissertações, teses e artigos publicados em periódicos, anais de eventos e capítulos de livros) no que diz respeito às propostas de roteiros geoturísticos à geodiversidade e geopatrimônio do Estado do Piauí, entre os anos de 2012 a 2022. Foram utilizadas as ferramentas de busca: Google Acadêmico, Periódicos Capes e Plataforma Sucupira.

A segunda etapa centrou-se na análise dos trabalhos bem como na identificação de suas respectivas regiões geográficas de localização no território piauiense. Já a terceira etapa, por sua vez, consistiu na produção de um quadro síntese referente à análise das obras observadas.

Resultados e Discussões

Considerando o levantamento realizado sobre as produções científicas piauienses referente a geodiversidade e geopatrimônio do Estado do Piauí que apresentam propostas de roteiros geoturísticos de suas respectivas áreas de estudo, foi possível identificar as seguintes obras: Silva e Baptista (2014), Silva, Nunes e Aquino (2018), Silva (2019), Silva (2020), Amorim (2022), Chaves (2022), Silva e Baptista (2022) e Sousa et al. (2023). A seguir, apresentamos uma caracterização das propostas de roteiros geoturísticos apresentados nas obras analisadas.

Com o intuito de identificar e caracterizar alguns dos atributos geológico-geomorfológicos da região litorânea do Estado do Piauí, Silva e Baptista (2014, p. 148) produziram o seguinte roteiro geoturístico, então subdivididos em três itinerários, como evidenciado no Quadro 1.

Quadro 1 - Itinerários geoturísticos para os municípios de Cajueiro da Praia, Luís Correia, Parnaíba e Ilha Grande.

Itinerário	Municípios	Locais de interesse
Primeiro itinerário	Cajueiro da Praia	Lagoa do Camelo
		Lagoa do Santana
		Rio Ubatuba
		Praia de Cajueiro da Praia

		Praia Morro Branco
		Praia Barra Grande
		Praia de Barreirinha
Segundo itinerário	Luís Correia	Planície costeira
		Lagoa Sobradinho
		Praia do Coqueiro
		Praia do Itaqui
		Praia Carnaubinha
		Praia do Atalaia
		Praia do Macapá
Terceiro itinerário	Parnaíba e Ilha Grande	Delta do rio Parnaíba
		Dunas do Morro Branco
		Pedra do Sal
		Lagoa do Postinho

Fonte: Silva e Baptista (2014). Elaboração: Os autores, 2023.

Conforme as autoras, a elaboração do roteiro teve como objetivo “contribuir para o conhecimento sobre os atributos identificados, visando valorizar a geologia e geomorfologia do litoral em questão, através da geoconservação como instrumento de sustentabilidade” (Silva; Baptista, 2014, p. 149).

O artigo científico intitulado “Estratégias de valorização e divulgação de geomorfossítios da microrregião de Picos (Piauí), com vistas a sua utilização pelo geoturismo” de autoria de Silva, Nunes e Aquino (2018) apresenta um roteiro simplificado dos geomorfossítios investigados como estratégia de conservação. O roteiro geoturístico envolve os geomorfossítios Morro do Leme (1), Alpes “O Buriti” (2), Furna da Quitéria (3), Sucavão (4) e Afloramento de diabásio (5), e engloba os municípios de Oeiras, Dom Expedito Lopes, Paquetá e Picos, os quais são acessíveis a partir da BR 316. Segundo os autores, a referida

proposta possibilita o desenvolvimento local por meio da dinamização da economia, bem como contribui na interação da população com as atividades geoturísticas, além da ampliação dos conhecimentos do geopatrimônio da área - por parte dos visitantes e da comunidade da área.

A obra “Avaliação do patrimônio geológico-geomorfológico da zona litorânea piauiense para fins de geoconservação” de Silva (2019, p. 192) propõe um roteiro (trilha) nos geossítios do município de Cajueiro da Praia-PI. O roteiro apresenta o seguinte percurso: inicia-se pelo geossítio G1 – Recifes de Arenito/Micro Falésia de Cajueiro da Praia e logo em seguida o G2 - Geossítio – Recifes de Arenito de Morro Branco; continua-se a trilha pelo G3 – Recifes de arenito de Praia da Barrinha (pela Praia de Barrinha), totalizando aproximadamente 11 km de extensão linear pela praia. Segundo a autora, “Estes três geossítios podem ser visitados em um único dia, em, no máximo, 6 horas, sendo que o percurso pode ser realizado a pé ou, uma outra opção é a cavalo, sempre tendo em vista a tábua de marés”.

Para Silva (2019, p. 204), a realização das trilhas promove [...] o “desenvolvimento do geoturismo como uma importante estratégia que se constitui em uma ferramenta para a geoconservação”.

Por meio do trabalho “Geodiversidade e geopatrimônio dos municípios de Juazeiro do piauí, Novo Santo Antônio, São João da Serra e Sigefredo Pacheco, Piauí, Silva (2020) propôs à área de estudo um roteiro geoturístico, a ser descrito a seguir: o mesmo é composto por nove (09) pontos de visitação que estão localizados nos municípios citados (estando localizados na região Centro-Norte do Piauí). O itinerário proposto tem início no município de São João da Serra, percorrendo posteriormente o município de Novo Santo Antônio e Sigefredo Pacheco e concluindo a visitação no município de Juazeiro do Piauí. Todos os pontos foram relacionados em ordem numérica sequencial do itinerário proposto, a serem descritos no quadro a seguir.

Quadro 2 - Geomorfossítios selecionados para a proposta de roteiro geoturístico.

Ponto	Municípios	Geomorfossítios	Conteúdo	Principais Utilizações
01	São João da Serra	Cachoeira do Lau	Geológico/Geomorfológico, Estratigráfico	Turística e Didática
02	São João da Serra	Cachoeira do Quebra Anzol	Geológico/Geomorfológico Estratigráfico	Turística e Didática
03	Novo Santo	Cachoeira dos	Geológico/Geomorfológico,	Turística e Didática

	Antônio	Canudos	Estratigráfico	
04	Novo Santo Antônio	Cachoeira do Rosário	Geológico/Geomorfológico, Estratigráfico	Turística e Didática
05	Novo Santo Antônio	Cachoeira das Corujas	Geológico/Geomorfológico, Estratigráfico	Turística e Didática
06	Sigefredo Pacheco	Cachoeira da Pedra Negra	Geológico/Geomorfológico, Estratigráfico	Turística e Didática
07	Juazeiro do Piauí	Toca do Nego	Geológico/Geomorfológico, Estratigráfico e Arqueológico	Turística, Didática e Cultural
08	Juazeiro do Piauí	Complexo Mini Cânion do Rio Poti	Geológico/Geomorfológico, Estratigráfico e Arqueológico	Turística, Didática/Científica e Cultural
09	Juazeiro do Piauí	Cachoeira do Covão do Jaburu	Geológico/Geomorfológico, Estratigráfico e Arqueológico	Turística, Didática/Científica e Cultural

Fonte: Silva (2020).

Quanto à relevância do roteiro, a autora destaca que “são geomorfossítios de interesse didático/científico, cultural e geoturístico que permitem fácil acesso e possibilitam o entendimento de parte da história geológica e geomorfológica da área de estudo.

Chaves (2022) produziu um roteiro geoturístico referente ao geopatrimônio dos municípios de Boqueirão do Piauí, Campo Maior, Jatobá do Piauí e Nossa Senhora Nazaré, PI / Brasil, onde sugere-se que o trajeto proposto para visitas aos Geomorfossítio e sítios da Geodiversidade e seus respectivos Locais de interesse para visitação geoturística tenha início no município de Campo Maior, seguindo pelo município de Jatobá do Piauí, Nossa Senhora de Nazaré finalizando no município de Boqueirão do Piauí. Nesse sentido, o itinerário é organizado de forma que:

> [...] 1- Geomorfossítio Mirante do Cruzeiro, 2- Geomorfossítio Mirante dos Morros, 3- Geomorfossítio Cachoeiras Morro de Santo Antônio (Cachoeiras do Macaco, Escorrega, Funil, Buraco do Pinga, Manduzinho, Pilões), 4- Geomorfossítio Açude Corredores, 5-Geomorfossítio Cachoeira Cevada I, 6- Geomorfossítio Cachoeira Cevada II no município de Campo Maior, seguidas pelo 7- Geomorfossítio Cachoeira da Bica e 8- Geomorfossítio Cachoeira Furnas no município de Jatobá do Piauí, na sequência 9- Geomorfossítio Piscinas Naturais em Boqueirão do Piauí e finalizado pelo 10- Geomorfossítio Cânions do Funil no município de Nossa Senhora de Nazaré. Neste sentido, recomenda-se o início do percurso pelo município de Campo Maior, sendo, o 1º dia destinado a visitação do 1- Geomorfossítio Mirante do Cruzeiro, 2-

> Geomorfossítio Mirante dos Morros, 3- Geomorfossítio Cachoeiras Morro de Santo Antônio (Cachoeiras do Macaco, Escorrega, Funil, Buraco do Pinga, Manduzinho, Pilões). No 2º dia, continuando no município de Campo Maior o roteiro sugere a visitação ao 4- Geomorfossítio Açude Corredores, 5- Geomorfossítio Cachoeira Cevada I e 6- Geomorfossítio Cachoeira Cevada II. No 3º dia, segue pelo 7- Geomorfossítio Cachoeira da Bica, 8- Geomorfossítio Cachoeira Furnas município de Jatobá-PI, e conclui o roteiro no 4º dia pelo município de Boqueirão do Piauí com os 9- Geomorfossítio Piscinas Naturais e o 10- Geomorfossítio Cânions do Funil no município de Nossa Senhora de Nazaré (Chaves, 2022, p. 235).

Assim, através do roteiro apresentado busca-se a disseminação da temática abordada na pesquisa, o geopatrimônio da área de estudo, o uso sustentável por meio geoturismo e a geoconservação. Almeja-se ainda que os dados da pesquisa possam favorecer a valorização e a promoção da geodiversidade como ferramenta utilizada para o turismo, educação ambiental e geográfica (Chaves, 2022).

Amorim (2022), por sua vez, sugere um roteiro de visitação (ou geoturístico) como forma de divulgação do geopatrimônio do município de Piripiri-PI, contemplando 09 locais relacionados ao geopatrimônio. Conforme o autor, em três/quatro dias o turista conseguirá contemplar todos os Locais de Interesse da Geodiversidade (LIGs) aproveitando tanto o potencial didático quanto o turístico. Quanto ao detalhamento do itinerário, destaca-se que:

> No primeiro dia, a visitação inicia pelo Poço das Cunhãs, seguido pela Pedra Ferrada, Cachoeira do Escorrega, Cachoeira Pingo de Velho Cosmo por conta do acesso pela BR-404. No segundo dia, o percurso inicia pela Pedra do Cantagalo, seguindo para o Complexo Buriti dos Cavalos, Cachoeira das Tuncas por conta do acesso pela BR-327. No terceiro dia, a visitação inicia pelo Poção do Olho d'água grande (por ser mais distante e isolado), seguindo para o Açude Caldeirão, que possui uma oferta de restaurantes onde o turista poderá realizar suas refeições e descansar às margens do açude, contemplando a paisagem (Amorim, 2022, p. 157).

Desse modo, ressalta-se que por meio de planejamento e uso sustentável do geopatrimônio da área de estudo, o geoturismo tem potencial ao seu desenvolvimento no município de Piripiri-PI.

Finalmente, Silva e Baptista (2022) sugerem um roteiro geoturístico para o litoral piauiense como estratégia didática para o ensino e aprendizagem da Geografia Física, bem como contribuição aos (geo) turistas e demais visitantes conhecerem a geodiversidade e geopatrimônio do litoral piauiense. Os geoatrativos localizam-se no sentido oeste-leste, iniciando-se pelo município de Ilha Grande: o Delta do rio Parnaíba; logo depois segue-se ao município de Parnaíba: a praia de Pedra do Sal; no município de Luís Correia, a praia de Itaqui; finalizando no município de Cajueiro da Praia, a praia de Morro Branco, a praia de Barrinha e a praia de Cajueiro da Praia.

A análise do estado da arte sobre a temática aponta uma incipiente produção científica quanto à geodiversidade e temas correlatos no Estado do Piauí, quiçá aos estudos direcionados às proposições de roteiros geoturísticos como estratégia de divulgação do geopatrimônio do território piauiense. Além da escassez dos estudos, entende-se que há uma concentração das produções acadêmicas em uma parcela da região Centro-Norte do Estado.

A seguir apresenta-se um quadro-síntese do estado da arte das produções científicas sobre as propostas de roteiros geoturísticos à geopatrimônios inventariados do Estado do Piauí.

Quadro 3 - Propostas de roteiros geoturísticos à geopatrimônios inventariados do Estado do Piauí (2012-2022).

TÍTULO DA OBRA	AUTOR/ANO	INSTITUIÇÃO DE ENSINO SUPERIOR	MUNICÍPIO/ÁREA DE ESTUDO
Roteiro geológico-geomorfológico litoral piauiense: caminhos para a geoconservação	Silva e Baptista (2014)	UESPI	Litoral piauiense
Estratégias de valorização e divulgação de geomorfossítios da microrregião de Picos (Piauí), com vistas a sua utilização pelo geoturismo	Silva, Nunes e Aquino (2018)	UFPI, UEMA	Microrregião de Picos-PI
Avaliação do patrimônio geológico-geomorfológico da zona litorânea piauiense para fins de conservação	Silva (2019)	UFPI	zona litorânea piauiense
Geodiversidade e geopatrimônio dos municípios de Juazeiro do Piauí, Novo Santo Antônio, São João da Serra e Sigefredo Pacheco, Piauí	Silva (2020)	UFPI	São João da Serra, Novo Santo Antônio, Sigefredo Pacheco e Juazeiro do Piauí
Geopatrimônio e patrimônio cultural do município de Piripiri, Piauí	Amorim (2022)	UFPI	Piripiri-PI
Geopatrimônio dos municípios de Boqueirão do Piauí, Campo Maior, Jatobá do Piauí e Nossa Senhora de Nazaré, PI/Brasil	Chaves (2022)	UFPI	Boqueirão do Piauí, Campo Maior, Jatobá do Piauí e Nossa Senhora de Nazaré, PI
Utilização de roteiro geoturístico do litoral	Silva e Baptista (2022)	UECE, UESPI	Litoral piauiense

piauiense como suporte didático para o ensino da geografia física, bem como para apreciação de geoturistas			

Fonte: Silva et al. (2022). Elaboração: Os autores, 2023.

Considerações Finais

Considerando o estado da arte, compreende-se que os estudos sobre geodiversidade e geopatrimônio, sobretudo os que apresentam proposições de roteiros geoturísticos (como estratégia de divulgação do patrimônio natural) são incipientes no estado do Piauí. Além de escassos, estes estudos distribuem-se de forma desigual sobre o território piauiense, mesmo este apresentando uma diversidade de potencialidades naturais.

A análise sinaliza concentração das produções científicas em uma parcela da região Centro-Norte do Estado. Assim, é notável a necessidade de ampliação das pesquisas sobre geodiversidade no Estado do Piauí, tendo em vista a relevância do conhecimento da história evolutiva do planeta e a divulgação da existência de componentes físico-naturais de valoração significativa nos sentidos científico, educativo, cultural, de lazer, etc. Destaca-se ainda que, através da divulgação da geodiversidade é possível alcançar a geoconservação aliada ao uso sustentável, via desenvolvimento social das comunidades locais.

Referências

AMORIM, João Cassiano Pinto de. Geopatrimônio e patrimônio cultural do município de Piripiri, Piauí. 2022. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2022.

BRILHA, José. Património Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza em sua Vertente Geológica. Braga: Palimage Editores, 2005.

CHAVES, Ana Caroline. Geoconservação para o geopatrimônio dos municípios de Boqueirão do Piauí, Campo Maior, Jatobá do Piauí e Nossa Senhora de Nazaré, Piauí. 2022. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2022.

FERREIRA, Francisca Vanessa Franco; SILVA, Helena Vanessa Maria da; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de. Geoconservação e atividades geoeducativas para a valorização de geomorfossítios nos municípios de Assunção do Piauí e São Miguel do Tapuio-PI. Revista Equador, Teresina, v. 10, n. 1, p. 203 – 221, 2021.

LOPES, Laryssa Sheydder de Oliveira; ARAÚJO, José Luís Lopes. Princípios e estratégias de geoconservação. OBSERVATORIUM: Revista Eletrônica de Geografia, Uberlândia, v.3, n.7, p. 66-78, out. 2011.

MEIRA, Suedio Alves; NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do; SILVA, Edson Vicente da. Geoturismo e roteiros turísticos: propostas para o Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. Geo UERJ, Rio de Janeiro, n. 36, e39943, p. 1-24, 2020.

MOREIRA, Jasmine Cardozo. Geoturismo e interpretação ambiental. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014.

MOURA-FÉ, Marcelo Martins. Geoturismo: uma proposta de turismo sustentável e conservacionista para a região nordeste do Brasil. Sociedade e Natureza, Uberlândia, v. 27, jan./abr., 2015, p. 53-66.

MUCIVUNA, Vanessa Costa; DEL LAMA, Eliane Aparecida; GARCIA, Maria da Glória Motta. Proposta de roteiros geoturísticos para as fortificações do litoral paulista. Geonomos, Belo Horizonte, v. 24, p. 287-292, 2016.

NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do; MANSUR, Kátia Leite; MOREIRA, Jasmine Cardozo. Bases conceituais para entender Geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo. In:SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA: Territórios Brasileiros: Dinâmicas, Potencialidades e Vulnerabilidades, 16., 2015, Teresina. Anais [...]. Teresina: UFPI, 2015, s. p.

PFALTZGRAFF, Pedro Augusto dos Santos; TORRES, Fernanda Soares de Miranda; BRANDÃO, Ricardo de Lima. Geodiversidade do estado do Piauí. Recife: CPRM, 2010.

SILVA, Brenda Rafaele Viana da; BAPTISTA, Elisabeth Mary de Carvalho. Roteiro geológico-geomorfológico litoral piauiense: caminhos para a geoconservação. Revista Geonorte, Manaus, v.10, n.1, p.146-149, 2014.

SILVA, Brenda Rafaele Viana da. Avaliação do patrimônio geológico-geomorfológico da zona litorânea piauiense para fins de geoconservação. 2019. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

SILVA, Brenda Rafaele Viana da; BAPTISTA, Elisabeth Mary de Carvalho. Utilização de roteiro geoturístico do litoral piauiense como suporte didático para o ensino da geografia física, bem como para apreciação de geoturistas. Revista Geográfica Acadêmica, Boa Vista, v. 16, n. 2, p. 5-23, 2022.

SILVA, José Francisco de Araújo; NUNES, Hikaro Kayo de Brito; AQUINO, Cláudia Maria Sabóia de. Estratégias de valorização e divulgação de geomorfossítios da microrregião de Picos (Piauí), com vistas a sua utilização pelo geoturismo. TerraPlural, Ponta Grossa, v.12, n.3, p. 332-345, set./dez. 2018.

SILVA, Helena Vanessa Maria da. Geodiversidade e geopatrimônio dos municípios de Juazeiro do Piauí, Novo Santo Antônio, São João da Serra e Sigefredo Pacheco, Piauí. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2020.

SILVA, Helena Vanessa Maria da. et al. Estudos Aplicados sobre Geodiversidade e temas afins no Estado do Piauí, Brasil. Revista Homem, Espaço e Tempo, Sobral, n. 16, v. 1, p. 30-49, jan./dez. 2022.

Sustentabilidade em Áreas de Proteção Ambiental na Paraíba: APA do Cariri - Boa Vista e APA do Pau Ferro - Areia

Sustainability in Environmental Protection Areas in Paraíba: APA do Cariri - Boa Vista and APA do Pau Ferro - Areia

Eva Maria Pereira Francisco
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
https://://orcid.org/.0000-000202804-1053
evamariaufcg@gmail.com

Bianca Feliciano de Melo
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
https://://orcid.org/.0000-0002-3916-9597
bianca.feliciano@estudante.ufcg.edu.br

Deyvison Pierry Silva
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
https://orcid.org/.0009-0006-6065-6134
deyvison.pierry@gmail.com

Ailson de Lima Marques
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
https://orcid.org/0000-0002-6838-275X
marques.ailsonl@gmail.com

Debora Coelho Moura
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)
https://://orcid.org/.0000-0003-2663-2308
debygeo@hotmail.com

Resumo: O presente trabalho teve por objetivo fazer uma análise de sustentabilidade em duas Áreas de Proteção Ambiental na Paraíba: a APA do Cariri, especificamente, a área situada no município de Boa Vista, e a APA da Mata Do Pau-Ferro, localizada no município de Areia. Essa análise ambiental surgiu após a realização de um estudo de campo para os municípios, contudo, para a elaboração desta, foi realizado um levantamento bibliográfico sobre as duas localidades, demonstrando seus aspectos físicos, biológicos e socioambientais. Nesta análise, foi feita uma comparação dos impactos ambientais com base nas legislações ambientais federais e estaduais, focando na aplicação da sustentabilidade nas APAS destacadas. Por fim, entende-se que a preservação e conservação são de extrema importância para a manutenção do meio físico, biológico e socioambiental de cada área, no qual os serviços florestais oferecidos pelos recursos naturais estão aliados à sustentabilidade, tornando-se os principais envolvidos no processo social.

Palavras-chave: APAs; Sustentabilidade e Conservação; Paraíba.

Abstract: The objective of this work was to carry out a sustainability analysis in two Environmental Protection Areas in Paraíba: the APA do Cariri, specifically, the area located in the municipality of Boa Vista, and the APA da Mata Do Pau-Ferro, located in the municipality of Sand. This environmental analysis emerged after carrying out a field study for the municipalities, however, for the preparation of this, a bibliographical survey was carried out on the two locations, demonstrating their physical, biological and socio-environmental aspects. In this analysis, a comparison of environmental impacts was made based on federal and state environmental legislation, focusing on the application of sustainability in the highlighted APAS. Finally, it is understood that preservation and conservation are extremely important for the maintenance of the physical, biological and socio-environmental environment of each area, in which the forest services offered by natural resources are allied to sustainability, becoming the main actors involved in the social process.

Keywords: APAs; Sustainability and Conservation; Paraíba.

Introdução

O homem está sempre em busca de novas formas, de se apropriar e modificar o espaço natural. Para que isso não ocorra de uma maneira devastadora, existem no Brasil, diversas legislações Federais, Estaduais e programas, que possuem o intuito de preservar e conservar esses espaços. As APAs (Áreas de Proteção Ambiental) são áreas de grande extensão territorial, com ocupação humana e com características biológicas, abióticas, estéticas e culturais relevantes, que visam uma boa qualidade de vida para as comunidades do entorno, que depende diretamente dos recursos naturais ofertados nesses espaços. Devido a estas peculiaridades ambientais é que as APAs foram criadas, com o intuito de proteger a diversidade do ambiente e organizar a ocupação dessas áreas, garantindo uma preservação mais sustentável dos recursos naturais (CONAMA, 1988; REZENDE, 2016).

Na Paraíba, a APA do Cariri e a APA da Mata de Pau Ferro são áreas de proteção ambiental, que se encontram em localidades com aspectos geográficos distintos, dentre eles o bioma, que devido ao clima e a disponibilidade pluviométrica não se apresentam com características particulares. A APA do Cariri, de acordo com Xavier et al, (2022), está situada na região semiárida do Planalto da Borborema, sendo inserida no Bioma da Caatinga. A mesma, engloba três municípios, São João do Cariri, Cabaceiras e Boa Vista.

O mosaico vegetacional da Caatinga possui significativa diversidade biológica, no qual destaca-se o Cariri paraibano, que é uma das regiões do Nordeste, em que a Semiaridez é marcada pela variabilidade climática interanual e decadal, pois a posição geográfica a sotavento do Planalto da Borborema, condiciona as estiagens (LIRA; SOUZA; OLIVEIRA, 2020).

Esses condicionantes climáticos da região, proporcionam uma vegetação com adaptações anatômicas e fisiológicas, que permitem a queda das folhas e revelam os troncos brancos das árvores e arbustos na paisagem seca (AGUIAR et al, 2019; SOUZA et al, 2015). Dessa forma, entende-se que o Cariri paraibano engloba uma área substancial de vegetação característica da Caatinga, a qual necessita de proteção e conservação.

Entretanto, o município de Areia encontra-se inserido no Brejo Paraibano, estando localizado no brejo de Altitude, ou região submontana do Planalto da Borborema, com altitude acima de 600m (MARQUES et al, 2019), que de acordo com Andrade e Lins (1964) é o de maior proporção no Nordeste Oriental. Os Brejos de Altitude do Nordeste são áreas mais úmidas, dentro do Semiárido, que por causa do efeito orográfico a barlavento há um aumento nas precipitações e na redução da temperatura (JATOBÁ, 2019). A microrregião de Areia, ou brejo paraibano, localiza-se predominantemente na borda úmida oriental do Planalto da

Borborema e engloba sete municípios: Alagoa Grande, Alagoa Nova, Areia, Bananeiras, Borborema, Pilões e Serraria (MARQUES et al, 2019).

Ao analisar ambas as áreas e verificar, que as mesmas possuem riquezas naturais, além de um potencial econômico relevante para o desenvolvimento da região, torna-se de extrema importância, que tais locais mantenham as características geoambientais conservadas, e que o uso das mesmas, seja de forma mais sustentável. Portanto, a sustentabilidade torna-se um caminho para o alcance deste objetivo e busca-se valorar as áreas proporcionando as mesmas, a sustentabilidade. Com a finalidade de relacionar a sustentabilidade nas APAs analisadas, verifica-se que esta ideia induz o uso consciente com iniciativas, que ponderem tanto o meio físico, biológico e o social, ou seja, todas as partes desse enorme conjunto devem estar em equilíbrio.

Partindo dessa ideia, o presente artigo tem por objetivo realizar uma análise de sustentabilidade nas Áreas de Proteção Ambiental do Cariri no município de Boa Vista e da Mata de Pau-Ferro, no município de Areia demonstrando seus atributos ambientais, sociais e econômicos.

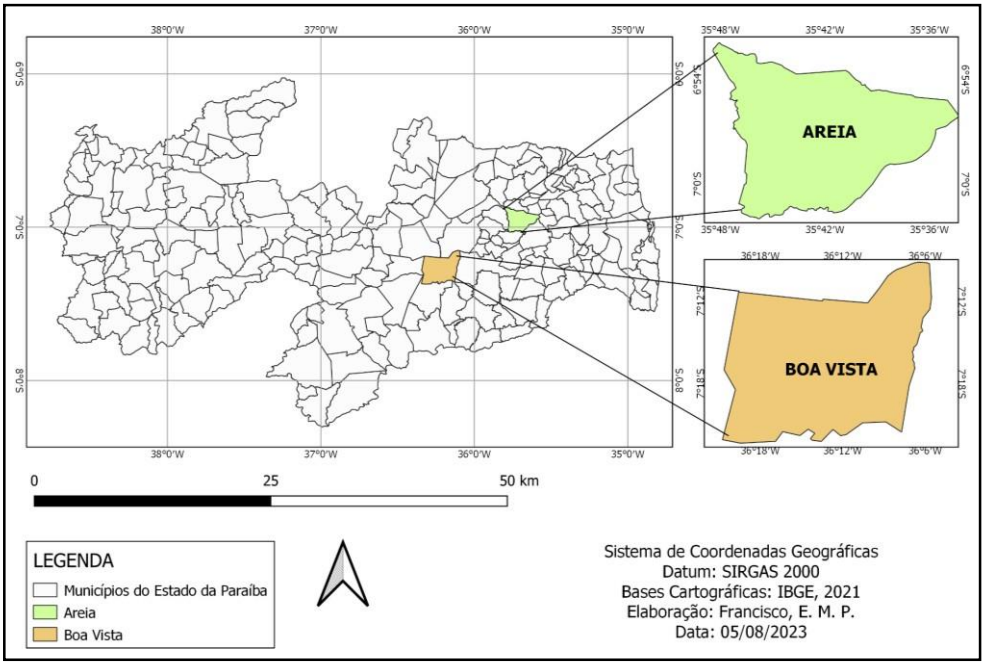
Metodologia

Caracterização das Áreas de Estudo

Os municípios, Boa Vista e Areia localizam-se no Estado da Paraíba e estão inseridos no Semiárido nordestino (Figura 1). O município de Boa Vista está situado na região geográfica intermediária e imediata de Campina Grande - PB, especificamente, no Cariri Paraibano. Possui área territorial de 468,933 km² e densidade demográfica em torno 13,60 hab/km² com população estimada para o ano de 2022 de 6.377 pessoas (IBGE, 2023, online).

O município de Areia também está localizado na região geográfica intermediária e imediata de Campina Grande - PB, no conhecido Brejo Paraibano e de acordo com o IBGE (2023, online), detém área territorial de 269,130 km² e população com base no último censo de aproximadamente 22.633 pessoas e densidade demográfica 84,10 hab/km².

Figura 1 – Localização Geográfica dos municípios de Boa Vista e Areia na Paraíba.



Fonte: Os autores (2023).

Em relação às características físicas, o município de Boa Vista possui clima do tipo Bsh', do tipo Tropical Quente e Seco, com baixos índices pluviométricos e baixa incidência de precipitações (FRANCISCO et al, 2015). A vegetação predominante é a Caatinga e está inserido no Planalto da Borborema.

Procedimentos metodológicos

Foram utilizados, como embasamento teórico, análises bibliográficas voltadas para as legislações ambiental e a sustentabilidade aplicadas às APAs, e os aspectos geoambientais. Além de uma análise in loco, ou seja, ida a campo, com observações físicas e ambientais, sobre as duas localidades: APAs do Cariri, localizada no município de Boa Vista e Mata do Pau Ferro, em Areia.

Com base nos objetivos, o trabalho foi desenvolvido obedecendo as seguintes etapas: 1) Levantamento Bibliográfico; 2) Aquisição das Imagens; 3) Processamento Digital das Imagens-PDI; 4) Caracterização Morfométrica e 5) Estudo de campo.

Resultados e Discussões

Uma Área de Proteção Ambiental (APA) caracteriza-se, por ser uma unidade de conservação (UC), direcionada para a proteção da qualidade ambiental dos recursos naturais ali presentes, a qual pondera tanto com a conservação dos ecossistemas existentes, como também com a vivência da população, que ali estiver a residir (MANCUSO, 2001, PRESTES,

2016). Desse modo, trata-se de uma proteção da biodiversidade e dos recursos naturais, aliada ao desenvolvimento e a execução de atividades por parte da população, respeitando os limites e aspectos ambientais da área.

A APA do Cariri foi criada pela Lei Federal (9.985/2000) e Decreto Estadual 25.083 de junho de 2004, sob a responsabilidade da Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba – SUDEMA. Detém uma área de aproximadamente 18.560 hectares e tem como intuito principal a preservação da biodiversidade, as áreas de preservação permanente, como as nascentes e cursos d´água, bem como, a proteção do potencial histórico cultural, paleontológico e arqueológico presente nesse território(Paraíba, 2004; Xavier, 2022). Nesse sentido, trazendo este conceito para esta problemática, destaca-se que na Paraíba se podem encontrar duas Áreas de Proteção Ambiental de significativa importância: a APA do Cariri que está inserida nos municípios de Boa Vista, Cabaceiras e São José do Cariri e a APA da Mata de Pau-Ferro, localizada no município de Areia.

Ao analisar a APA do Cariri, especificamente, a área situada no município de Boa Vista, a mesma encontra-se em uma dicotomia extrema, pois localiza-se em uma área de expressão econômica internacional, que o produto de maior valor não é a conservação da biodiversidade e sim da Bentonita.

Segundo Fernandes et al., (2023) as Bentonitas são materiais argilosos presentes no grupo das esmectitas, que ao ser incorporado à água, se expandem e formam uma espécie de pasta plástica. A extração da Bentonita é uma atividade, que por si só, já remete a situações de grande exploração de recursos naturais, visto que esse tipo de minério encontra- se de forma abundante na natureza, em destaque a área corresponde ao bioma Caatinga. As Bentonitas são amplamente exploradas e utilizadas em diversas aplicações industriais, devido ao baixo custo torna-se assim, impactante ou comprometedora para a sustentabilidade na área da APA do Cariri.

A APA do Cariri, principalmente a jazida do Juá, localizada no município de Boa Vista-PB, retrata bem a exploração e os conflitos ambientais gerados a partir da extração mineral de Bentonita. Uma vez que está exploração proporcionou uma possível perda da biodiversidade na área (espécies vegetais e animais), que foram removidos devido ao tipo de extração mineral. Isso ocorre, devido ao processo de exploração do mineral Bentonita ser encontrado no subsolo por se tratar de um material argiloso.

Ao analisar os conflitos ambientais, que de acordo com as observações em campo, além da biodiversidade ter passado por possíveis alterações de habitat, a paisagem foi o elemento de maior transformação, devido ao processo de implantação e exploração mineral (Figuras 2 A e B). Visto que, a ação antrópica é a maior transformadora de paisagens naturais, principalmente se estiver direcionada a fins econômicos (MILANEZ, 2017).

Figura 2 (A e B) – Feições da paisagem modificada através da retirada da vegetação de Caatinga, para a extração de Bentonita no município de Boa Vista-PB.

Fonte: Moura, 2017.

Dessa maneira, para haver a extração de minérios terá um licenciamento ambiental precedido pela empresa representante, como destaca a Resolução CONAMA Nº 010/1990:

> Art. 1º A exploração de bens minerais da Classe II1 deverá ser precedida de licenciamento ambiental do órgão estadual de meio ambiente ou do IBAMA, quando couber, nos termos da legislação vigente e desta Resolução.
> Parágrafo único. Para a solicitação da Licença Prévia-LP2, de Instalação-LI3 e de Operação-LO4 deverão ser apresentados os documentos relacionados nos anexos I, II, III desta Resolução, de acordo com o tipo de empreendimento e fase em que se encontre.

Com base na Legislação Ambiental, do código Florestal, Lei Nº 12.651, de 25 maio de 2012, CAPÍTULO V, DA SUPRESSÃO DE VEGETAÇÃO PARA USO ALTERNATIVO DO

SOLO, no § 3o No caso de reposição florestal deverão ser priorizados projetos que contemplem a utilização de espécies nativas do mesmo bioma onde ocorreu a supressão.

A legislação estabelece, que nessas áreas ocorra a recuperação ambiental das áreas degradadas, através do reflorestamento no local, com espécies nativas do mesmo bioma. Entretanto, em decorrência de haver na área a retirada da vegetação e principalmente do solo, para a implantação da exploração econômica de Bentonita, foram feitas crateras e após a extração do minério, as mesmas são abandonadas. Como medida de compensação, a empresa implantou um programa de recuperação ambiental, com espécies de Bromeliaceae, Bromelia laciniosa Mart. ex Schult. f. (Figuras 3 A e B), que não apresentou resultado positivo. Contudo, os indivíduos transplantados para a área não sobreviveram, devido possivelmente a diversos fatores edáficos.

Figura 3 (A e B) – Panorama do Projeto da Área de Recuperação Ambiental, pela extração de Bentonita no município de Boa Vista-PB.

Fonte: Moura, 2018.

Nessa perspectiva de reflorestamento, não foi possível verificar um sucesso no desempenho, devido a diversos fatores que interferiram no desenvolvimento das espécies. Contudo, o novo Código Florestal que visa à proteção de vegetações nativas, aponta que a área de exploração precisa manter a Reserva legal:

> A Lei 12.651, de 25 de maio de 2012, também conhecida como novo "Código Florestal", estabelece normas gerais sobre a Proteção da Vegetação Nativa, incluindo Áreas de Preservação Permanente, de Reserva Legal e de Uso Restrito; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais, o controle e prevenção dos incêndios florestais, e a previsão de instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos.

Em meio a isso, a APA do Cariri propõe-se a proteger o meio físico e biológico, assim como a sociedade, buscando uma expansão econômica na região, mas, também, se preocupando com a preservação e uso sustentável das belas paisagens e dos recursos presentes no ambiente. A exploração do minério Bentonita no município de Boa Vista-PB não segue o que foi proposto, visto que está direcionada apenas para a economia, porém o turismo na região é bastante significativo, centrando-se nos belos lajedos e no aspecto histórico, sempre procurando manter a responsabilidade, pensando na sustentabilidade e na identidade cultural da área.

Os municípios de Boa Vista e Areia são duas localidades de significativa importância, não só no que diz respeito à economia, mas também para a identidade cultural da sociedade, que reside nesses locais. Em função disso, preservar é fundamental e a ação deve ser intensa, bem como a fiscalização para com os atos de degradação existentes nas respectivas áreas.

A APA mata do Pau ferro, localiza-se na região intermediária e imediata de Campina Grande, no conhecido Brejo Paraibano, e encontra-se no platô úmido oriental do Planalto da

Borborema. Esta área possui um clima do tipo As', do tipo tropical chuvoso, quente e úmido com índices pluviométricos em torno de 1200mm. Que de acordo com Andrade (1964), destaca-se o fator topográfico, que em determina através da orografia, grande influência no clima, com altitude, acima de 500 metros. Contudo a APA do Pau ferro localiza-se em uma altitude de 700m (BARBOSA, 2016).

Segundo Rodal & Nascimento (2002), Prado, (2003), Barbosa, et al, (2004), a APA do Pau ferro abriga uma vegetação arbórea pluvial submontana, que podem serem consideradas como disjunção ecológica da Mata Atlântica. As áreas úmidas inseridas ou ilhadas pela vegetação do bioma Caatinga, apresenta condições fisiográficas, que torna os remanescentes florestais com elevada biodiversidade (BARBOSA, 2016). De acordo com Veloso et al. (1991), este ecossistema pode ser considerado, também, um refúgio ou uma relíquia vegetacional, por apresentar peculiaridades florísticas, fisionômicas e ecológicas, dissonantes do contexto em que está inserido. Ao analisar a disjunção entre a Floresta Atlântica litorânea e a registrada nos brejos, ou submontana, pode ser explicado, pelo fato, em que a Terra vivenciou, nos últimos 200.000 e 10.000 anos atrás, períodos Interglaciais (quentes e úmidos), em que a cobertura vegetal úmida, se expandiu e nos períodos Glaciais (frios e secos), a vegetação decídua e semidecídua, avançou para as áreas Tropicais, e subtropicais da América do Sul. Contudo, estas mudanças no clima global, favorece o estabelecimento da vegetação úmida, no município de Areia, microclima local, devido a sua posição a barlavento, em áreas com maior elevação no Estado, região submontana (PRADO, 2003).

Deste modo, Areia é um refúgio de vegetação de Mata Atlântica, a qual se pode explicar através da Teoria dos Redutos e Refúgios. A Teoria dos Redutos ou Refúgios florestais leva em consideração, que a dinâmica de flutuações climáticas causou alterações ambientais, permitindo que os diferentes biomas ora se expandissem, ocupando vastas regiões, e outrora se retraíssem, reduzindo-se em redutos ou pequenas áreas de refúgio, devido a condições ecológicas diferenciadas (AB'SABER, 2003).

No município de Areia encontra-se uma reserva de Floresta Atlântica denominada Mata de Pau Ferro (Figura 4), que se situa no brejo de altitude e ocupa uma área de aproximadamente 600 ha (MARQUES et al, 2019). A área constitui uma unidade de conservação de controle estadual, criada pelo Decreto 14.832, de 01 de Outubro de 1992 (SILVA, 2007).

Figura 4 – Reserva Ecológica Estadual Mata do Pau Ferro.

Fonte: Francisco, 2023.

O uso e ocupação da APA da Mata de Pau-Ferro caracteriza-se por atividades socioeconômicas, como a agricultura de subsistência, e a cana de açúcar, para a produção de cachaça e rapadura, pecuária extensiva e ecoturismo (BARBOSA, 2016). Contudo, a APA Mata do Pau Ferro oferece aos habitantes do entorno, recursos florestais, que mantêm as comunidades próximas ao local.

Além das atividades agrícolas tem-se o ecoturismo, proporcionado pelas riquezas naturais das áreas como o rio ali existente e a mata em sua totalidade. Então, ainda segundo Barbosa (2016, p. 23) o Parque Mata de Pau-Ferro:

> [...] propicia diversas atividades para os visitantes, destacando-se as: trilhas que dão acesso a diferentes pontos no parque e facilita o conhecimento da área; piquenique; passeio de bicicleta ou a cavalo; e os esportes radicais (arborismo, tirolesa) para os mais aventureiros. Todas essas atividades são exemplos da utilização por parte dos visitantes, que buscam nesse espaço relacionar-se com a natureza.

Portanto, nota-se que o município de Areia-PB possui um grande potencial econômico, que pode ser explorado pelo turismo, através da APA do Pau Ferro. A utilização de seus diversos recursos não é estritamente proibida, desde que a população e os turistas usufruam dos recursos e beleza da área, sem danificar ou agredir o meio ambiente.

A Mata do Pau-Ferro, apresenta uma fitofisionomia característica de resquício do bioma Floresta Atlântica (Figuras 5 A e B). Estes Refúgios Florestais Úmidos ou Brejos Altitude (relevo), estão expostos às maiores umidades vindas do Oceano Atlântico, devido estarem a barlavento, na escarpa do Planalto da Borborema (Marques et al, 2019). Estes Brejos de altitude, localizado na porção submontana da Borborema, fazem parte da diversidade biológica do semiárido, e podem ser encontrados nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco (TABARELLI & SANTOS, 2004).

A APA Mata do Pau Ferro apresenta conflitos ambientais que decorrem de desmatamentos, e expansão urbana desordenada. É notável que a população, que foi retirada do interior da Mata do Pau ferro e relocada para a comunidade existente, a Chã de Jardim, utiliza a área da APA com iniciativas sustentáveis, voltada para a prática do Ecoturismo e atividades no âmbito da agricultura sustentável, com o desenvolvimentos de atividades que possibilitam um contato maior com a natureza, como trilhas, sendo um dos atrativos da comunidade, tornando necessário a preservação e conservação do ambiente, assim como a fabricação de doces e polpas pelos moradores da comunidade, utilizando matérias primas advindas da própria Floresta. O município de Areia acaba tornando-se estratégico e favorável para o desenvolvimento de atividades voltadas ao ecoturismo pelas potencialidades existentes na comunidade Chã de Jardim e em outras localidades situadas na zona rural do município, assim como, seu centro histórico. (FRANCISCO, JÚNIOR, 2022).

Figura 5 (A e B) – Panorama da área da APA Mata do Pau Ferro, que apresenta fitofisionomia de Floresta Úmida submontana, localizada no município de Areia-PB.

Esse tipo de turismo em Boa Vista ocorre nos lajedos, principalmente no Lajedo do Pai Mateus, que é um monumento esculpido pela natureza e atrai turistas e principalmente estudiosos, a fim de entender e analisar a influência do Intemperismo Físico. O mesmo não se aplica a área de exploração da Bentonita, que não é um atrativo turístico, pois não existe uma organização, muito menos uma conservação da área, no que tange às espécies vegetais e animais, mas sim uma exploração voltada para ao mercado.

No âmbito da sustentabilidade, no município de Areia existe uma utilização ordenada do espaço natural com a utilização de uma atividade turística sustentável. Essa atividade demonstra, que essa postura proporciona uma interação da fixação do homem no campo e a preservação da APA. A partir da necessidade de integração do homem ao meio, torna-se necessário preservar e com isso obter a subsistência, através da geração de emprego e renda, ou seja, o crescimento econômico da região baseado no Ecoturismo. Contudo, o município de Boa Vista requer uma maior preocupação e uma atenção aos conflitos ambientais, ocasionados pela extração de minério Bentonita, bem como uma organização e concretização das alternativas criadas para minimizar, ou compensar os impactos negativos, causados pela ação exploratória na comunidade.

Por meio das informações obtidas e observadas em campo, assim como através das pesquisas bibliográficas realizadas para o embasamento deste trabalho, constatou-se que a sustentabilidade é muito importante para o desenvolvimento de ambos os locais, e que a percepção ambiental da população para este fato é mais que preponderante. Isso se aplica com sucesso, mais especificamente no caso de Areia, onde grande parte dos habitantes sobrevivem, dos atrativos naturais do município. Faz-se necessária uma política de incentivo mais rigorosa, em relação à preservação em áreas de exploração em Boa Vista, e uma maior atenção para os conflitos ambientais ocasionados mediante essa exploração.

Considerações Finais

Diante das considerações expostas, a Mata do Pau-Ferro em Areia e a área de extração mineral em Boa Vista, (assim como os lajedos existentes na região) são importantes áreas de proteção ambiental na Paraíba. Estas buscam a preservação e conservação do meio físico, biológico e social em cada área, ou seja, a biodiversidade e os recursos naturais aliados ao uso sustentável, fortalece a integração do homem ao meio.

Verifica-se assim, que a sustentabilidade das APAs, requer um olhar voltado à conservação e geração de emprego e renda, para as comunidades envolvidas, no entorno. No entanto, para que realmente se concretize as ações de preservar e conservar das áreas, falta interesse e medidas de fiscalização ambiental, pelos órgãos públicos, como DNPM (Departamento nacional de Produção Mineral), Sudema (Superintendência de

Desenvolvimento e Meio Ambiente). Contudo, o uso consciente das riquezas naturais encontradas nestes ambientes, através da sustentabilidade, contribui para manter viva a biodiversidade e os recursos naturais existentes em qualquer localidade.

Referências

Ab'Saber, A.N. (2003) Os Domínios de natureza do Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo, 158 pp.

BARBOSA, E. T. G. Uso e ocupação do Parque Estadual Mata do Pau Ferro - Areia/PB e seu potencial para atividades Ecoturísticas: Subsídio À Geoconservação. Campina Grande, 2016.

FERNANDES, E. F. dos S. et al. Argila bentonita: uma breve revisão das propriedades e aplicações. Research, Society and Development, v. 12, n. 2, p. 1 – 16, 2023.

FRANCISCO, E, M. P.; JÚNIOR, X. S. S. S. Uma contribuição geográfica para consolidação do turismo como alternativa de desenvolvimento do município de Areia-PB. Geoconexões, 2022.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M. de; SANTOS, D.; MATOS, R. M. de. Classificação

climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Geografia Física, v.8, n.4, p.1006-1016, 2015.

IBGE. Boa Vista. 2023. Online. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/boa-vista/panorama. Acesso em: 12/08/2023.

IBGE. Areia. 2023. Online.Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pb/areia/panorama. Acesso em: 12/08/2023.

JATOBA. L. Elementos de Climatologia e Geomorfologia do Trópico Semiárido Brasileiro. Recife. PROFCIAMB – UFPE. 2019.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. Biodiversidade Brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. Contexto Acadêmica editora, São Paulo, 2003, 176p.

LIRA, EMANNUELLA HAYANNA ALVES DE ; Souza, Bartolomeu Israel de ; OLIVEIRA, SUENILDO JÓSEMO COSTA . Fitossociologia de plantas daninhas em área de patoreio no Município de Caturité, Região do Cariri Paraibano, Brasil. REVISTA BRASILEIRA DE GESTÃO AMBIENTAL E SUSTENTABILIDADE , v. 7, p. 363-372, 2020.

MARQUES, A. de L.; COSTA, C. R. G. da; MOURA, D. C. Parque Estadual Mata do Pau Ferro (Areia-Paraíba): Zona de amortecimento e espaços de. GEOAMBIENTE ON-LINE, Jataí- GO, v. 34, p. 1 – 18, Maio-Agosto 2019.

MILANEZ, B. Mineração, ambiente e sociedade: impactos complexos e simplificação da legislação. Ipea, p. 93 – 101, Jan-jun 2017.

PRESTES, L. D. Áreas de Proteção Ambiental (APA): Conservação e sustentabilidade - O caso da APA da Baleia Franca (SC/Brasil).2016. 190 p. Dissertação (PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

PORTO, K. C.; CABRAL, J. J. P.; TABARELLI, M. Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente

- MMA, 2004. 317 p.

REZENDE, E. N.; SANTOS, A. A. P. dos. A aquisição da propriedade pela via da usucapião frente à proteção ambiental em áreas de Preservação Permanente: a responsabilidade civil do usucapiente. Revista de Direito Ambiental e Socioambientalismo, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 51

– 67, Jul/Dez 2016.

SILVA, M. C. D. Degradação ambiental na Reserva Ecológica Estadual Da Mata Do Pau Ferro

- Areia/PB. 2007. 132 p. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências Exatas e da Natureza) — Universidade Federal da Paraíba.

SOUZA, B. I. de; ARTIGAS, R. C.; LIMA, E. R. V. de. Caatinga e Desertificação. Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 1, p. 131 – 150, jan./abr 2015.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais,1991.

XAVIER, R. A. et al. Padrões de relevo da Área de Proteção Ambiental do Cariri Paraibano: uma contribuição à cartografia geomorfológica Semiárida. Ciência Geográfica, Bauru, v. 26, p. 34 – 50, Jan/Dez 2022.

Geodiversidade na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Serra das Almas (PI / CE)

Geodiversity in the Private Natural Heritage Reserve (RPPN) Serra das Almas (PI / CE)

Thais Menezes Lopes
IFCE Campus Crateús
https://orcid.org/0000-0003-2324-8888
thaislopismenezes@gmail.com

Alisson Medeiros de Oliveira
IFCE Campus Crateús
https://orcid.org/0000-0001-8167-2279
medeirosdeoliveiraalisson@gmail.com

Resumo: A geodiversidade pressupõe a diversidade existente no relevo, solos, rochas e na água, dando suporte para o surgimento da vida. Logo, é indispensável ampliar e valorizar a geodiversidade nas Unidades de Conservação, devido as acentuadas intervenções humanas no meio natural. A metodologia utilizada foi: 1- Elaboração do aporte teórico; 2- Análise do Mapa da Geodiversidade do Estado do Piauí, da carta geológica de Crateús (CE) e do relatório de Geologia e Recursos Minerais da folha Crateús – SB.24-V-C-III; 3- Produção de um mapa de localização; 4- Realização do campo na RPPN Serra das Almas e 5- Estudo em gabinete e caracterização dos elementos da geodiversidade. Como resultados, verificou-se a riqueza de geodiversidade na RPPN Serra das Almas, de afloramentos rochosos à icnofósseis, recebendo valores intrínsecos, educacionais, estéticos e científicos. Assim, a integração da geodiversidade no plano de manejo da Serra das Almas é primordial para a conservação e perpetuação futura.

Palavras-chave: Geodiversidade. Unidades de Conservação. RPPN Serra das Almas.

Abstract: Geodiversity presupposes the existing diversity in relief, soil, rocks and water, supporting the emergence of life. Therefore, it is essential to expand and value geodiversity in Conservation Units, due to the strong human interventions in the natural environment. The methodology used was: 1- Elaboration of the theoretical support; 2- Analysis of the Geodiversity Map of the State of Piauí, the geological map of Crateús (CE) and the report on Geology and Mineral Resources of the Crateús sheet – SB.24-V-C-III; 3- Production of a location map; 4- Realization of the field at RPPN Serra das Almas and 5- Office study and characterization of geodiversity elements. As a result, the richness of geodiversity in the RPPN Serra das Almas was verified, from rocky outcrops to trace fossils, receiving intrinsic, educational, aesthetic and scientific values. Thus, the integration of geodiversity in the Serra das Almas management plan is essential for conservation and future perpetuation.

Keywords: Geodiversity. Conservation units. RPPN Serra das Almas.

Introdução

A geodiversidade pressupõe a diversidade existente nos elementos geológicos, geomorfológicos, pedológicos e hidrológicos (CARVALHO-NETA, CORRÊA, BÉTARD 2020), de forma a viabilizar os processos da evolutivos do planeta Terra (MOURA-FÉ, 2015). Em razão disso, a conservação das áreas onde possuem ocorrências de geodiversidade torna-se urgente, dado a ascensão das intervenções humanas no meio natural, pois poderão ser provocadas perdas irreparáveis (MEDEIROS, ALVES, 2020). Não obstante, a lei n° 9.985 de 18 de julho de 2000 mediante art. 1°: “institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, estabelece critérios e normas para a criação, implantação e gestão das

unidades de conservação" (BRASIL, 2000). Logo, surgem as Unidades de Conservação (UCs) interligadas ao SNUC nos níveis federal, municipal e estadual, desde que possuam estratégias de manejo para manter os recursos naturais sem demais alterações (BRASIL, 2000), visando a proteção principalmente dos componentes bióticos da paisagem.

Então, é de grande relevância a ampliação da geodiversidade como um dos meios estratégicos para a realização de atividades educativas e de pesquisa, principalmente com o objetivo de intermediar a aprendizagem e conceituação das questões ambientais, fazendo os estudantes perceberem a abundância abiótica existente, suscitando também uma apropriação com o território, além de ser primordial a disseminação de tais conceitos para além do âmbito acadêmico, sendo relacionados com a sociedade e fomentando a geoconservação (LICCARDO et al., 2015; LICCARDO, BASSO, PIMENTEL, 2016). Bem como, entender através do turismo os componentes e dinâmica da paisagem para além da estética, disseminando as geociências por meio de uma linguagem acessível e valorizando o cenário (NASCIMENTO, RUCHKYS, MATASSO-NETO, 2008).

Portanto, as ações supracitadas serão estratégias primordiais em busca do manejo adequado das UC's, como no caso das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) que através da iniciativa privada busca garantir a conservação da diversidade biológica existente naquela determinada propriedade (SOUZA, FERREIRA, CÔRTE, 2012), assim, a integração da geodiversidade em tais contextos beneficiará em uma conservação voltada também para os elementos abióticos, estes que são tão necessários para a garantia da biodiversidade (MEIRA, NASCIMENTO, SILVA, 2018).

À vista de tais pressupostos, a questão acerca da existência de elementos da geodiversidade na RPPN Serra das Almas (PI / CE) que auxiliem na educação ambiental é levantada, buscando perceber as características principais que enquadram a Serra das Almas enquanto uma área basilar de evolução da geodiversidade. Dessa forma, a presente pesquisa tem como objetivo geral inventariar elementos da geodiversidade nas trilhas ecológicas mais usadas pelos visitantes.

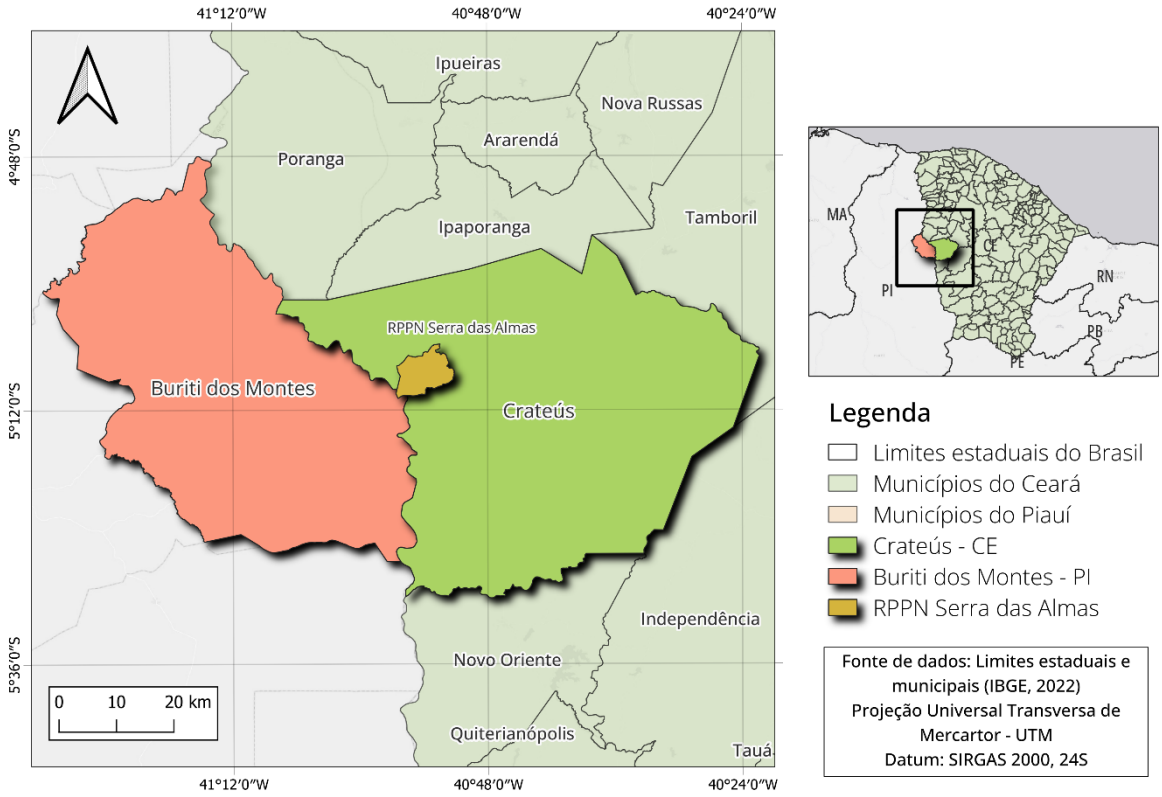
Metodologia

Caracterização da área de estudo

A Reserva Natural Serra das Almas (RNSA), segundo o próprio site da Associação Caatinga, teve sua criação em 1998, permeada pelo Fundo para a Conservação da Caatinga em prol da preservação do habitat da Carnaúba (Copernicia prunifera (Mill.)). Localizada nas coordenadas geográficas: latitude (-5.14112045436142), longitude (40.91609531717602), possuindo 6.300 hectares de extensão, sua posição estratégica alcança os municípios de Buriti dos Montes (PI) e Crateús (CE) (Figura 1), tornando-se também um indicativo da

importância da Carnaúba, visto que ambos estados carregam em seus brasões essa espécie. O clima se constitui como Tropical Quente Semiárido Brando (IPECE, 2017), e a vegetação Caatinga Mata Seca e Carrasco. O embasamento rochoso é composto por granítico-migmatítico, gnaisses, granitoides, migmatitos do Complexo Tamboril-Santa Quitéria, além de areníticas e conglomeráticas do Grupo Serra Grande (CPRM, 2017). Dessa forma, o relevo consiste em superfície sertaneja e glint (IPECE, 2017).

Figura 1: Localização da RPPN Serra das Almas.



Fonte: Os autores (2023).

Procedimentos metodológicos

Tendo em vista construir o inventário dos elementos da geodiversidade dispostos nas trilhas ecológicas mais frequentadas pelos turistas, estudantes e pesquisadores da RPPN Serra das Almas, os procedimentos metodológicos aplicados foram realizados em algumas etapas, sendo estas: 1- Elaboração de uma fundamentação teórica a fim de contribuir para a compreensão holística e contextualizada acerca dos conceitos de geodiversidade e educação ambiental; 2- Análise do Mapa da Geodiversidade do Estado do Piauí, da carta geológica de Crateús (CE) e do relatório de Geologia e Recursos Minerais da folha Crateús – SB.24-V-C-III; 3- Produção de um mapa de localização da área de estudo; 4- Realização do campo na

RPPN Serra das Almas para a coleta de dados e 5- Em gabinete foram estudados e caracterizados os elementos da geodiversidade observados em campo.

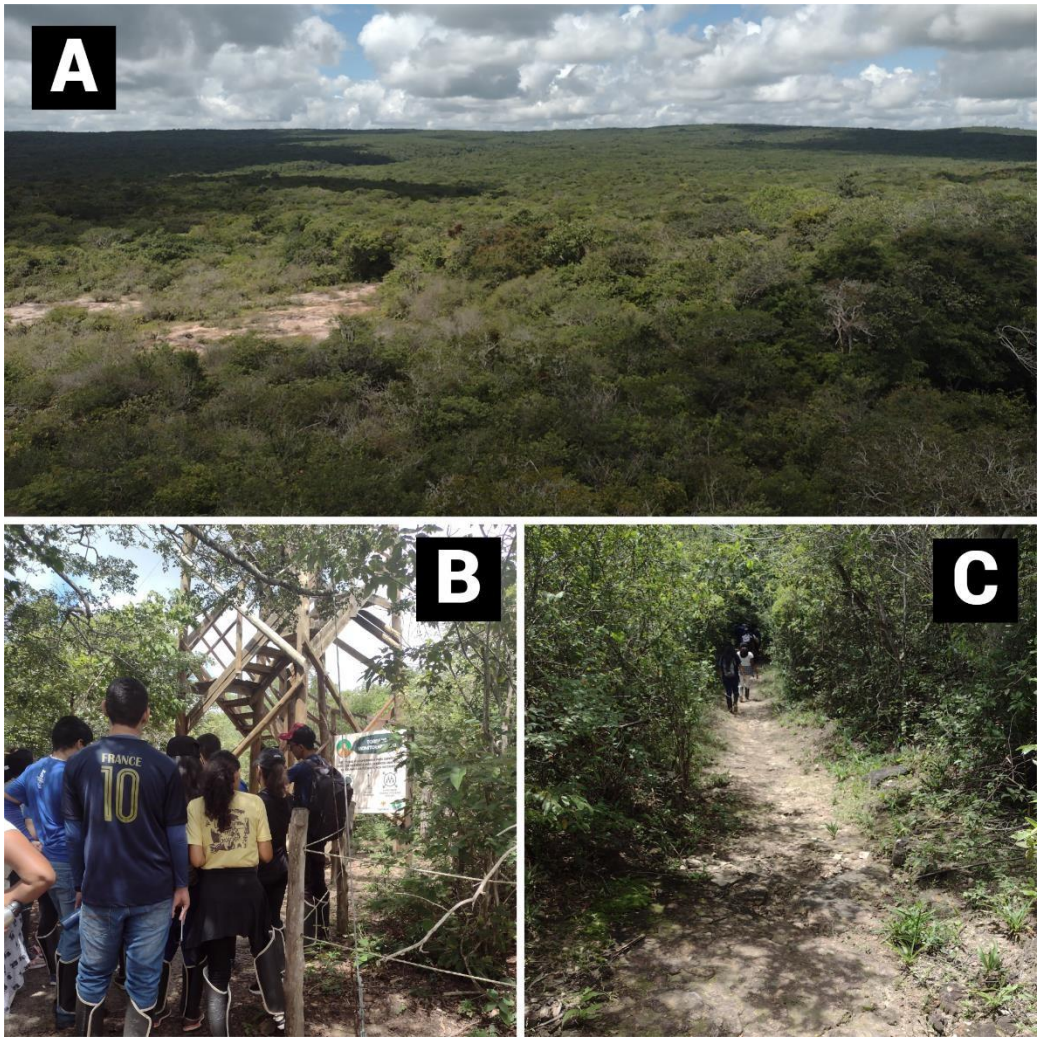
Isto posto, deu-se a estruturação de trabalhos que englobassem as temáticas supracitadas, proporcionando um estudo sistematizado a partir de autores como: Brilha (2005); Garcia (2005); Borba (2011); Moura-Fé, Nascimento e Soares (2017); Moura, Garcia e Brilha (2018); Dias (2010); Claudino-Sales (2018); Pinotti (2016). Em seguida, para melhor conhecimento acerca da geologia de Buriti dos Montes-PI, fez-se necessário o estudo do Mapa da Geodiversidade do Estado do Piauí, dessa forma, notou-se que Buriti dos Montes está situado no Domínio das Coberturas Sedimentares e Vulcanossedimentares Mesozóicas e Paleozóicas, com o predomínio de sedimentos síltico-argilosos com intercalações arenosas, sendo seu relevo caracterizado por planaltos (CPRM, 2009). Além disso, Buriti dos Montes é marcado pela Formação Cabeças, Pimenteiras e Grupo Serra Grande, atrelado também pelo Complexo Ceará, ainda que ocupe menores extensões, dispõe de gnaisses, mármores, quartzitos e xistos (CPRM, 2004).

Na Folha Crateús (SB.24-V-D-I) com escala 1:100.000 (CPRM, 2011) a geologia é composta primordialmente pelo Domínio Ceará Central (DCC) que segundo o Relatório Geologia e Recursos Minerais da Folha Crateús SB.24-V-C-III (CPRM, 2017), dispõe de embasamento paleoproterozóicos supracristais e meso/neoproterozóicos, inserido no Complexo Tamboril-Santa Quitéria onde o domínio granítico-migmatítico integra gnaisses, granitoides e migmatitos (CPRM, 2017).

As representações cartográficas foram feitas no software QGIS na versão 3.28.8, nas coordenadas UTM da zona 24 sul e no sistema de referências SIRGAS 2000.

Posteriormente, o campo aconteceu no dia 02 de maio de 2023, mediante a disciplina de Educação Ambiental ofertada pelo curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Crateús no qual os autores integram. Dessa forma, os guias conduziram a turma para a trilha do lajeiro (Figura 2) que conta com 1,5 km de extensão, uma vegetação de Carrasco havendo espécies endêmicas da Caatinga e de acordo com a Associação Caatinga, nesse trecho possuem rochas areníticas. Tem-se também, uma torre de monitoramento de 10 metros de altura, de capacidade de 5 pessoas por vez e que tem por principal objetivo verificar possíveis focos de incêndio que venham a ocorrer.

Figura 2: Trilha do lajeiro. A: Visão panorâmica da torre de monitoramento, B: Escada de acesso para a torre e C: Momentos de caminhada e apreciação pela trilha



Fonte: Os autores (2023).

Em seguida, visitamos a trilha dos macacos (Figura 3), conta com 2km de extensão e vegetação de Mata seca, é uma das frequentemente utilizadas pelos visitantes, sendo este um dos recortes espaciais onde foi construído o inventário dos elementos da geodiversidade, por entre observação, registro fotográfico e anotações no diário de campo.

Figura 3: Trilha dos Macacos. A: Entrada para a trilha, B: Início da caminhada e observação,C: Passagem pela ponte.

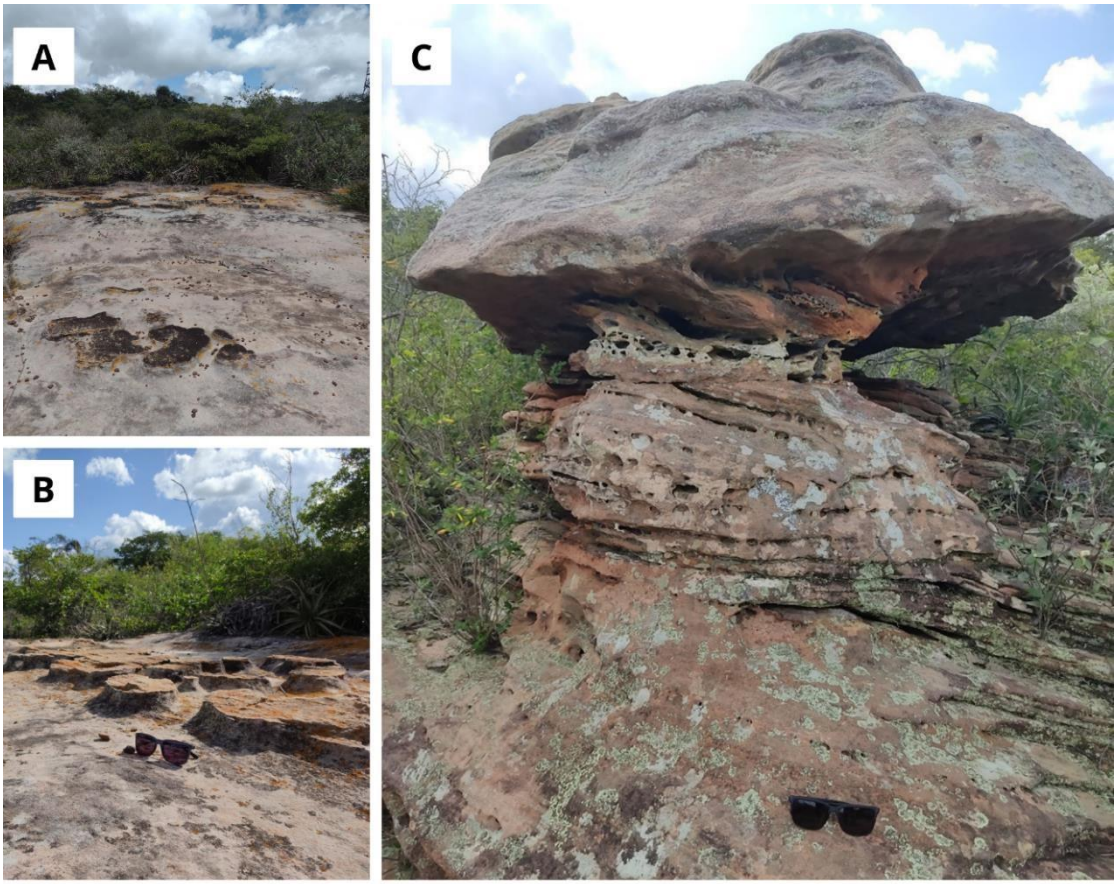
Fonte: Os autores (2023).

Com a etapa anterior concluída, para a compreensão da geodiversidade e educação ambiental reparando a aplicabilidade e restrições (BORBA, 2011), dada aquela localidade estar estruturada em um desenvolvimento suscetível à geoconservação, fez-se necessário a caracterização em gabinete dos elementos selecionados em campo tendo por base os valores de geodiversidade preestabelecidos por Gray (2005) e Brilha (2005). Sendo estes: Intríseco, Cultural, Estético, Econômico, Funcional, Científico e Educacional.

Resultados e discussões

A primeira trilha ecológica visitada durante a realização do campo na RPPN Serra das Almas, em busca de inventariar os elementos basilares para a definição da geodiversidade,é a trilha do lajeiro, no início do percurso vê-se uma quantidade significativa de rochas areníticas (Figura 4a) que se caracterizam enquanto sedimentares siliciclásticas, possuem em sua mineralogia feldspato, quartzo e argilominerais. Além de sua gênese advir de sedimentação marinha, aluvial, litorânea e eólica (MUSEU DE MINERAIS, MINÉRIOS E ROCHAS HEINZ EBERT, 2023).

Figura 4: Presença de afloramento rochoso arenítico. A: Lajedo, B: Superfícies tabulares e C: Afloramento gerado por erosão diferencial



Fonte: Os autores (2023).

À vista disso, as superfícies tabulares (Figura 4b) (ainda que de forma ínfima) ascendem em superfícies planas ou aplainadas, como no caso do lajedo da Serra das Almas, sem possuir dissecação por falta de drenagem em seus interflúvios (CPRM, 2000). Dessa forma, os processos de erosão diferencial (Figura 4a e 4b) sobre as diferentes camadas do afloramento rochoso provocou o surgimento dessas superfícies tabulares, visto que a erosão influenciou o aplainamento do relevo e consequentemente provocou tais ressaltos topográficos nas áreas com maior resistência (CLAUDINO-SALES, LIRA, 2011). Assim, atribui-se a possibilidade da atuação de atividades educativas e científicas notando a exposição desse afloramento adjunto do ciclo das rochas e a realização de inventários orientados para geodiversidade e geopatrimônio.

Por conseguinte, identifica-se através do afloramento rochoso (Figura 4c) de porte acentuado e formato peculiar, camadas de rocha sedimentar que devido sua resistência aos processos de erosão diferencial as mais resistentes permaneceram. Por isso, vale ressaltar sua potencialidade educacional desde o ensino fundamental ao superior para o estudo dos processos de formação das rochas sedimentares.

Além do que, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), nas turmas de 6° ano pelo componente curricular de ciências da natureza devem “identificar diferentes tipos de rocha, relacionando a formação de fósseis a rochas sedimentares em diferentes períodos geológicos” (BNCC, 2017), dessa forma, o elevado valor educativo existente nessas formações. Em relação ao ensino superior, se pode alcançar as disciplinas de geologia, nos cursos de geografia, sejam eles de cunho de bacharelado ou licenciatura. Além da própria educação ambiental (nos diferentes níveis de ensino) voltada para essas litologias, viabilizar a promoção da geoeducação e como resultado contribuir para a notoriedade da geoconservação (SOARES, NASCIMENTO, MOURA-FÉ, 2018).

Ao longo de todo o lajedo é possível notar a vegetação Caatinga do tipo Carrasco (Figura 5) que dentre suas principais características está sua ascendência entre os afloramentos rochosos onde acontece de forma espaçada, desde áreas com declividade com fisionomias de aberta a densa de arbustos finos, geralmente com poucos espinhos

(ARAÚJO, 1998). Adjunto disso, se dão cactos (Pilosocereus gounellei subsp. Zehntneri (Britton & Rose)) e macambira-de-flecha (Encholirium spectabile), que se estabelece enquanto habitat de algumas espécies e favorece a sobrevivência das mesmas (JORGE, 2019).

Figura 5: Presença de afloramento rochoso arenítico.

Fonte: Os autores (2023).

Isto posto, o lajedo pode ser definido como um refúgio para a biodiversidade que nasce por entre as rochas exaltando a pluralidade da Caatinga (NETO, DA SILVA, 2012). Desse modo, a geoconservação enquanto meio de “proteção legal das feições geológicas e geomorfológicas de destaque em unidades de conservação” (BORBA, 2011), integra também os vieses de valorização da geodiversidade, bem como, o incentivo através da educação. Nesse sentido, entende-se que a biodiversidade é salientada até mesmo em evoluções geológicas, independentemente de sua escala tempo-espaço (BERTRAND, 2004), onde a multiplicidade se faz a partir do natural carecendo de intervenções legislativas para que se perpetue nas gerações seguintes (CLAUDINO-SALES, 2018).

Posteriormente, antes de adentrarmos na trilha dos macacos, próximo às instalações da sede da reserva natural, encontra-se um registro fóssil (Figura 6) dos possíveis rastros (icnofósseis) dos trilobitas, artrópodes do período Cambriano que devido sua variedade de tamanho, distribuição paleogeográfica e morfologia (SERAFIM, LEAL, ANELLI, 2014) são considerados uma espécie bastante diversa. Portanto, os valores intrínseco, funcional, científico e educacional (BRILHA, 2005; GRAY, 2004) podem ser atribuídos a essa feição, sendo mais um indicativo da abundante presença de geodiversidade nessa unidade de conservação.

Figura 6: Icnofóssil dos trilobitas.

Fonte: Os autores (2023).

Por fim, na trilha dos macacos viu-se uma gameleira (Ficus gomelleira) (Figura 7) de grande porte, podendo atingir até 18 metros de altura expandindo suas raízes e envolvendo um afloramento rochoso. A rocha de origem sedimentar, circundada pelas raízes da gameleira possui estratificações. Então, os valores de geodiversidade (GRAY, 2004; BRILHA 2005) recebidos são: Intríseco, em razão de sua natureza abiótica ser independente do homem, Científico pela viabilidade de estudos de campo (como esse) e a capacidade de formação de profissionais seja de geoturismo à geociências, concebendo os geoprocessos e Educacional pelo ensino das características singulares dessa ocorrência que levaram à biodiversidade existente. Diferente das anteriores, essa integra o valor estético devido dispor de uma atratividade visual, complementando a paisagem, por consequência causando curiosidade e interesse nos visitantes.

Figura 7: Rocha por entre as raízes da gameleira.

Fonte: Os autores (2022).

À vista disso, a geodiversidade pode ser entendida como uma multiplicidade de características e singularidades geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, de solos, paisagens, estando atreladas aos fenômenos humanos (MOURA-FÉ, NASCIMENTO e SOARES, 2017). Então, valores são impressos, tais como econômico, científico, de bemestar

social e simbólico, sobretudo, estando dentre as categorias de análise dos elementos da geodiversidade, no ramo geológico e na categoria de rocha (SILVA, MOURA-FÉ, 2018; SOARES et. al, 2018) recebe valor intrínseco devido ocorrer independente do ser humano, funcional por estar em seu estado natural e inalterado, científico e educacional considerando a possibilidade de realização de estudos aprofundados gerando trabalhos científicos e educativos (BRILHA, 2005; GRAY, 2004).

Assim sendo, faz-se necessário ampliar as perspectivas tanto sociais quanto governamentais e legais, também do ponto de vista jurídico, o mesmo grau de relevância da biodiversidade e geodiversidade (MEIRA, NASCIMENTO, SILVA, 2018), pois mesmo que ambos levem a categoria diversidade em sua base teórica, a distinção se faz a partir da biodiversidade englobar principalmente as espécies e geodiversidade geologia como um todo. Sendo difícil até mesmo sensibilizar para a conservação dessas unidades litológicas (LOPES et. al, 2023). No caso da RPPN Serra das Almas, o geoturismo seria uma das estratégias para reverter esse cenário das Unidades de Conservação ainda se limitarem aos elementos bióticos da paisagem (PERUZZO, VALDATI, 2023).

Deste modo, a geodiversidade permeia a RPPN Serra das Almas, se caracterizando como um hotspost de biodiversidade visto a ocorrência de uma evolução geológica considerável (BORBA, 2011). Sendo possível o desenvolvimento de atividades didáticas e científicas atreladas ao turismo, como forma de valorização desses elementos e do conhecimento que poderá ser gerado, dando continuidade à conservação promovida pela Associação Caatinga e pelos seus voluntários. Logo, dessa forma, será possível sensibilizar a sociedade acerca da importância dessas formas geológicas para a herança coletiva (MOURA-FÉ, NASCIMENTO, SOARES, 2017).

Isto posto, como a BNCC (2017) garante para o 7°ano na disciplina de geografia, os estudantes devem “Comparar unidades de conservação existentes no Município de residência e em outras localidades brasileiras, com base na organização do Sistema

Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).” Por conseguinte, a reserva natural em questão colaborará na gestão e valorização das feições geológicas existentes nessa área incluindo a comunidade local (BORBA, 2011).

Conforme a ocorrência de geodiversidade em outras UC’s, como no caso do Parque Nacional da Serra do Cipó, situado em Minas Gerais, mesmo possuindo escarpas, expressões arqueológicas, solos que propiciam a formação do Cerrado, dentre outros indicativos, ainda ocorre uma maior preocupação com a integridade dos elementos bióticos que são tratados como algo separado dos abióticos, ainda que em uma abordagem sistêmica do meio os benefícios sejam muito maiores, desencadeando em uma ampla conservação da natureza e

consequente bem-estar social (BRITO, 2015; MEIRA, DE MORAIS, 2016; MEIRA, NASCIMENTO, SILVA, 2018).

No Parque Nacional de Ubajara, a geodiversidade é evidenciada através da relação do glint da Ibiapaba e a superfície erosiva sertaneja, bem como a presença de feições cársticas de grande significância, além disso, a topografia do parque viabiliza a formação de vegetação, clima, solos e relevos diversificados (MEIRA et. al, 2020). Se assemelhando à RPPN Serra das Almas, o Parque de Ubajara possui trilha com acesso aos turistas e demais serviços ambientais (MEIRA et. al, 2020) com valores científicos, turísticos e educativos evidentes. Contudo, como evidenciam Suedio et. al (2020), o parque apresenta obstáculos na fiscalização e conservação, pela falta de recursos financeiros, humanos e delimitação adequada da área, principalmente por conta do déficit no incentivo governamental que acontece com frequência em demais unidades de conservação do país.

Outro exemplo claro de UC com limitação de sua diversidade à beleza cênica e ao valor estético que a paisagem desse local expressa, desconsiderando os demais constituintes (geomorfologia, pedologia e hidrologia) que garantem a geodiversidade, é o Monumento Natural das Falésias de Beberibe (MONA), onde devido um decreto estadual a proteção foi destinada somente para as falésias e dunas (SILVEIRA, BASTOS, MEIRA, 2018).

O mapeamento e inventário dessas áreas são estratégias preponderantes para a definição de patrimônio, possibilitando a ampliação e consequente expansão do grau de conservação das mesmas perante a sociedade. Adjunto disso, a divulgação científica e midiática (nos mais diversos meios) são outras colaboradoras nesse processo, pois promoverá um apelo à população de forma massiva podendo proporcionar (resguardadas as devidas proporções) uma consciência ambiental (NASCIMENTO, MANSUR, MOREIRA, 2015).

Portanto, a integração da geodiversidade nas Unidades de Conservação abarcando seus elementos de forma equivalente se faz urgente, tendo em vista que a proteção de certas áreas englobam geologia, geomorfologia, hidrografia e pedologia que remetem ao contexto histórico daquele determinado território, assim devem levar em consideração as ciências supracitadas para contribuir na indicação dos locais adequados para serem considerados prioritários na conservação (FILHO, 2019).

Considerações Finais

Dessa forma, a RPPN Serra das Almas como demonstrou-se ao longo da pesquisa, possui relevância no que tange os valores científicos, educacionais, intrínsecos e estéticos em suas trilhas ecológicas mais visitadas pelos turistas com aspectos de geodiversidade que podem ser inclusos tanto no plano de manejo, como nas próprias atividades realizadas. Vale

ressaltar também que a geodiversidade necessita de maior atenção e aplicabilidade na gestão das unidades de conservação com o aporte financeiro e legal de políticas públicas que garantam planejamentos, pesquisas e ações efetivas em consonância com a sociedade para a preservação, para que a geo e bioversidade estejam igualmente garantidas para as futuras gerações.

Agradecimentos

Agradecemos ao IFCE pelo fomento de bolsas de extensão que auxiliaram um dos autores em sua trajetória na instituição, ao orientador (e também autor) Alisson Medeiros pelo incentivo e apoios prestados para o despertar na pesquisa e no universo geográfico que tanto encanta em sua vastidão e ao professor Cleuton Almeida pelo esforço para a realização da aula de campo que possibilitou a realização dessa pesquisa.

Referências

ARAÚJO, Francisca Soares de. Estudos fitogeográficos do carrasco no nordeste do Brasil. 1998. Tese de Doutorado. [sn].

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. Raega-O Espaço Geográfico em Análise, v. 8, 2004.

BORBA, André W. Geodiversidade e geopatrimônio como bases para estratégias de geoconservação: conceitos, abordagens, métodos de avaliação e aplicabilidade no contexto do Estado do Rio Grande do Sul. Pesquisas em geociências, v. 38, n. 1, p. 3-13, 2011.

BRASIL, CPRM-Serviço Geológico do. Programa informações para gestão territorial GATE. Projeto Porto Seguro Santa Cruz Cabrália. CPRM, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2017.

BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm> . Acesso em: 17 de ago. 2023.

BRILHA, J. B. R. Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. São Paulo: Palimage editora, 2005.

BRITO, Adriana Lacerda de. A geodiversidade na Unidade de Conservação do Parque Nacional da Serra do Cipó (MG). Revista Espinhaço, 2015.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Carta Geológica digital da Folha Crateús (SB.24-V-C-III), escala 1:100.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil, 2011. Disponível em: <https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/19025/8/carta_geologico_crateus.pdf> . Acesso em: 6 de abr. de 2023.

COSTA, Felipe Grandjean da. Geologia e recursos minerais da folha Crateús: SB. 24VC-III. CPRM, 2017.

CLAUDINO-SALES, Vanda. Morfopatrimônio, morfodiversidade: para a afirmação do patrimônio geomorfológico strictu sensu. Revista da Casa de Geografia de Sobral , v. 20, n. 3, p. 3-12, 2018.

CARVALHO-NETA, Maria de Lourdes; CÔRREA, Antonio Carlos de Barros; BÉTARD,

François. O Geopark Mundial Unesco Araripe (Ceará) e seus hotspots de geodiversidade. In: CLAUDINO-SALES, Vanda de (org.). Geodiversidade do semiárido. Sobral: Sertão Cult, 2020.

CLAUDINO-SALES, Vanda; LIRA, Maria Valdete. Megageomorfologia do noroeste do Estado do Ceará, Brasil. Caminhos de Geografia, v. 12, n. 38, p. 200-209, 2011.

FILHO, Ricardo de Faria Pinto. O índice de geodiversidade do estado de Goiás e Distrito Federal: uma avaliação sobre as unidades de conservação. 2019.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. Londres: John Wiley& Sons Ltd, 2004.

JORGE, Jaqueiuto da Silva. Ecologia comportamental de mabuya agmosticha

(MABUYIDAE) na bromeliaceae encholirium spectabile: relevância desta associação e da bromélia hospedeira para o semiárido brasileiro. 2019.

LICCARDO, Antonio et al. Exposição de conteúdos geocientíficos como possibilidade de Educação em Patrimônio Geológic. Terræ Didatica, v. 11, n. 3, p. 182-188, 2015.

LICCARDO, Antonio; BASSO, Luiz Carlos; PIMENTEL, Carla S. Geodiversidade e educação não formal no município de Irati, PR–Brasil. Observatório Geográfico América Latina. 12p, 2016.

MAIA, Rubson Pinheiro; BÉTARD, François; BEZERRA, Francisco Hilário. Geomorfologia dos maciços de Portalegre e Martins–NE do Brasil: inversão do relevo em análise. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 17, n. 2, 2016.

MOURA-FÉ, Marcelo Martins; NASCIMENTO, Raquel Landim; SOARES, Luana do Nascimento. Geoeducação: princípios teóricos e bases legais. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento, v. 1, p. 3054-3065, 2017.

MUSEU DE MINERAIS, MINERIOS E ROCHAS HEINZ EBERT. Departamento de Petrologia e Metalogenia – Rio Claro/SP. 2023. Disponível em: <https://museuhe.com.br/rocha/arenitos/> . Acesso em: 11 ago. 2023.

MEIRA, Suedio Alves; NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do; SILVA, Edson Vicente da. Unidades de conservação e geodiversidade: uma breve discussão. Terr@ Plural, v. 12, n. 2, p. 166-187, 2018.

MEDEIROS, Wendson Dantas de Araújo; ALVES, Jéssica Jessiana Ferreira.

Geodiversidade e potencial geoturístico da paisagem cárstica do semiárido do Rio Grande do Norte (NE do Brasil).In: CLAUDINO-SALES, Vanda de (org.). Geodiversidade do semiárido. Sobral: Sertão Cult, 2020.

MEIRA, Suedio Alves; DE MORAIS, Jader Onofre. Os conceitos de geodiversidade, patrimônio geológico e geoconservação: abordagens sobre o papel da geografia no estudo da temática. Boletim de Geografia, v. 34, n. 3, p. 129-147, 2016.

MEIRA, Suedio Alves et al. Serviços Ecossistêmicos da Geodiversidade: Avaliação e propostas de valoração em locais de interesse geológico do Parque Nacional de Ubajara, Ceará, Brasil. Caderno de Geografia, v. 30, n. 62, p. 788-788, 2020.

NETO, Manoel Cirício Pereira; SILVA, Neusiene Medeiros da. Relevos residuais (maciços, inselbergues e cristas) como refúgios da biodiversidade no Seridó potiguar. Revista Geonorte, v. 3, n. 4, p. 262-273, 2012.

NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do; RUCHKYS, Úrsula de Azevedo.; MANTESSONETO, Virginio. Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo – trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, p. 82, 2008.

NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite do; MANSUR, Kátia Leite; MOREIRA, Jasmine Cardozo. Bases conceituais para entender geodiversidade, patrimônio geológico, geoconservação e geoturismo. Revista Ecuador, v. 4, n. 3, p. 48-68, 2015.

PERUZZO, Raíza Sartori; VALDATI, Jairo. Unidades de conservação e geodiversidade: Análise da produção científica. IV Encontro Luso-Brasileiro de Patrimônio Geomorfológico e Geoconservação, 2023.

QGIS TEAM, Q. D. QGIS Geographic Information System: Free Software Foundation. 2015. Disponível em: <https://www.qgis.org/pt_BR/site/forusers/download.html> . Acesso em: 6 de abr. de 2023.

SERAFIM, Veronica A.; LEAL, Thais; ANELLI, Luiz Eduardo. Trilobitas: amostras didáticas da oficina de réplicas do Instituto de Geociências da USP. Boletim Informativo da SBP, v. 29, n. 67, p. 23-24, 2014.

SOARES, Luana do Nascimento; NASCIMENTO, Raquel Landim; MOURA-FÉ, Marcelo Martins. Proposta de aplicação da geoeducação no GeoPark Araripe. SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, v. 12, p. 1-8, 2018.

SOUZA, José Luciano de; FERREIRA, Lourdes M.; CÔRTE, Dione Angélica de A. Perguntas e respostas sobre reserva particular do patrimônio natural. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), 2012.

SILVEIRA, Andrea César da; BASTOS, Frederico de Holanda; MEIRA, Suedio Alves. Geoconservação no Ceará: Um Olhar Sobre as Unidades de Conservação Estaduais. Revista do Departamento de Geografia, v. 35, p. 58-70, 2018.

Avaliação da intensidade dos processos erosivos em falésias de Jequiá da Praia - AL, através do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa

Assessment of Erosional Process Intensity in Cliffs of Jequiá da Praia - AL, using the Escarpment Front Sinuosity Index

Diva Cristina B. Suruagy
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0002-8292-915X
divasuruagy@hotmail.com

José Gomes dos Santos Leal Neto
Universidade Federal de Alagoas
https://0009-0001-1165-948X
gomesleal2014@gmail.com

Jonas Herisson Santos de Melo
Universidade Federal de Pernambuco
https://0000-0003-3508-6433
jonas.melo@ufpe.br

Bruno Ferreira
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0003-1237-1805
brunge2005@gmail.com

Pedro Henrique Gomes da Silva
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0000-0796-365X
pedro.gomes@igdema.ufal.br

Resumo: Escarpas interiores e falésias compartilham semelhanças em reação à sua morfologia, tendo em vista tais semelhanças o presente trabalho tem como foco a realização de um experimento fazendo uso de índice de sinuosidade de frente de escarpa, aplicando-o em setores de falésia de Jequiá da Praia no Litoral Sul do Estado de Alagoas. Onde foram selecionados cinco setores da falésia que apresentam características de recuo frente aos processos erosivos, visando classificar a intensidade dos processos erosivos com base nos valores dos resultados alcançados com a aplicação da metodologia proposta, assim os resultados alcançados revelaram variações de intensidade erosiva para os setores analisados, de maneira que possam ser observadas suas relações com suas as características naturais da falésia e com os processos que intensificam os processos erosivos.

Palavras-chave: Geomorfologia costeira, escarpas, processos erosivos.

Abstract: Escarpments and cliffs share similarities in relation to their morphology, in view of these similarities, the present work objective on carrying out an experiment using the sinuosity index of the escarpment front, applying it in cliff sectors of Jequiá da Praia on the Southern Coast of Alagoas. Where five sectors of the cliff were selected that present characteristics of retreat against the erosive processes, aiming to classify the intensity of the erosive processes based on the values of the results achieved with the application of the proposed methodology, so the results revealed variations of erosive and intensity for the sectors analyzed, so that their relationships with the natural processes that intensify the erosion processes can be observed.

Keywords: Coastal Geomorphology, escarpments, erosional Processes.

Introdução

As escarpas e as falésias são feições morfológicas que adornam muitas paisagens costeira ao redor do Planeta, servindo de atrativo para atividades turísticas e de lazer. Suas origens são o resultado de processos geomorfológicos complexos que ocorrem ao longo de dezenas, centenas e milhares de anos. As definições do termo falésia sofrem variações a depender da conceituação atribuída, podendo ter nomenclaturas, como: encostas, costas erosivas, formações abruptas, escarpas, taludes, costas abruptas, costas escarpadas e barreiras (SILVA e SILVA, 2012).

As origens das falésias estão ligadas intrinsecamente com a erosão marinha que origina as reentrâncias erosionais ao longo das linhas de costa (MAIA, AMORIM, MEIRELES, 2022) e a deposição sedimentar, mas também estão associadas a processos tectônicos e movimentos crustais, dobramentos e falhas, bem como as escarpas. Há dois tipos principais de escarpas no relevo brasileiro: escarpas tectônicas, produzidas por forças endógenas e de erosão que se formam pelos agentes erosivos (GUERRA, 1993).

Para Ab'Saber (1975, p. 18) as falésias se formam "pela erosão marinha (abrasão) na frente de pontas ou promontórios costeiros. Enquanto que a formação das escarpas pode ser o resultado da compressão, quando forças tectônicas pressionam as rochas, levando à deformação da crosta, assim como os agentes erosivos contribuem para a formação em áreas montanhosas (HUGGET, 2019).

Para alguns autores as falésias e escarpas são sinônimos, como destaca Meireles, Maia e Amorim (2022, p. 2002) "falésias são escarpas costeiras modeladas principalmente pela abrasão marinha. Podem ocorrer em diferentes litologias: ígneas, metamórficas e sedimentares". Suertegaray (2003) define falésia como "uma escarpa costeira abrupta não coberta por vegetação que se localiza na linha de contato entre terra e mar".

O uso das duas palavras como sinônimo acontece devido as semelhanças das duas feições, mesmo localizadas em ambientes tão distintos. As falésias e as escarpas interiores compartilham diversas semelhanças notáveis, entre elas pode-se destacar: ambas são resultam de processos geológicos somados a modelagem de agentes naturais como água, vento e movimentos tectônicos, geralmente possuem topografia íngreme, apresentando vertentes abruptas e altas, que se elevam acima do terreno circundante, essa característica dá a elas um aspecto imponente.

Diversas metodologias são utilizadas nos estudos geomorfológicos, o método escolhido no presente estudo compreende a aplicação do Índice de Sinuosidade de Frente de

Escarpa (SMF - sinuosity of mountain front), comumente utilizado em escarpas interiores. Este índice acaba por ser mais um método de determinação da influência da

atividade tectônica em unidades geomorfológicas (MONTEIRO, 2015). Nesta pesquisa o método foi adaptado e redirecionado para avaliar setores específicos de atividade erosiva nas falésias em análise.

Diante de tais semelhanças morfológicas entre escarpas interiores e falésias, o presente estudo objetivou aplicar o índice de sinuosidade de frente de escarpa (SMF) nas falésias do município de Jequiá da Praia, na praia de Lagoa Azeda, em um distrito homônimo no Litoral Sul de Alagoas, bem como, descrever os tipos e mecanismos de ruptura das falésias que favorecem seu recuo. Foram necessários ajustes ao índice, visto que a morfologia das falésias analisadas, possui predominantemente baixa sinuosidade, por isso, a análise concentrou-se nos setores com reentrâncias associadas aos processos erosivos atuais.

Metodologia

A primeira etapa metodológica compreendeu um levantamento bibliográfico sobre falésias, escarpas e as semelhanças entre ambas, posteriormente o segundo levantamento foi especificamente sobre a aplicação do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa. Posteriormente os trabalhos de campo foram realizados e por meios dos softwares de SIG, Excel e registros fotográficos o Índice SMF foi calculado para análise.

Caracterização da área de estudo

A área de estudo está localizada na praia de Lagoa Azeda (figura 1), situada na porção nordeste de Jequiá da Praia, Litoral Sul de Alagoas, na Mesorregião Leste do Estado e Microrregião de São Miguel dos Campos. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022) Jequiá da Praia possui uma área territorial de 334,265 km² e sua população chega a 9.470 de habitantes.

O relevo faz parte da unidade dos Tabuleiros Costeiros, esta unidade acompanha uma parte do Litoral do Nordeste, apresentando altitudes médias entre 50 e 100 metros. O clima se caracteriza como tropical chuvoso com verão seco, tipo As', conforme classificação de Köppen. A temperatura mínima é de 23º C e a máxima chega a 34º C, com média em torno dos 25º C (BARROS et al., 2012, CPRM, 2016, SEPLAG, 2018). Tais condições climatológicas contribuem, em sua interação com processos oceânicos, para o desenvolvimento de falésias ativas e em diferentes graus de estabilidade morfodinâmica.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo.

Fonte: autores (2023).

As falésias apresentam desestabilidade em sua base principalmente pela abrasão marinha e fluxos canalizados advindos dos topos tabulimormes, fortemente recobertos pela monocultura da cana-de-açúcar, o que origina as reentrâncias erosionais e a presença de ravinas e voçorocas (figura 2), causadas pela erosão pluvial no topo do tabuleiro (MAIA, AMORIM, MEIRELES, 2022) e uso das terras para fins agrícolas.

Figura 2 – Voçorocamento.

Fonte: autores (2023).

A cobertura vegetal predominantemente é do tipo floresta subperenifólia, com partes de floresta subcaducifólia e cerradão, litológico (CPRM, 2016). Anteriormente o tipo de vegetação encontrada no topo das falésias era a Mata Atlântica, com árvores de grande e médio porte, entretanto, atualmente encontrada em zonas isoladas em pequenos fragmentos devido a sua retirada para o plantio de cana-de-açúcar.

Processo metodológico e o Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa

A primeira fase do estudo foi o levantamento bibliográfico, posteriomente através do software arcgisas as áreas das falésias que apresentaram reentrancias foram selecionadas, por último o cálculo foi realizado no excel utilizando a fórmula do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa (figura 3).

Figura 3 – Fórmula do SMF e suas siglas.

Fonte: autores (2023).

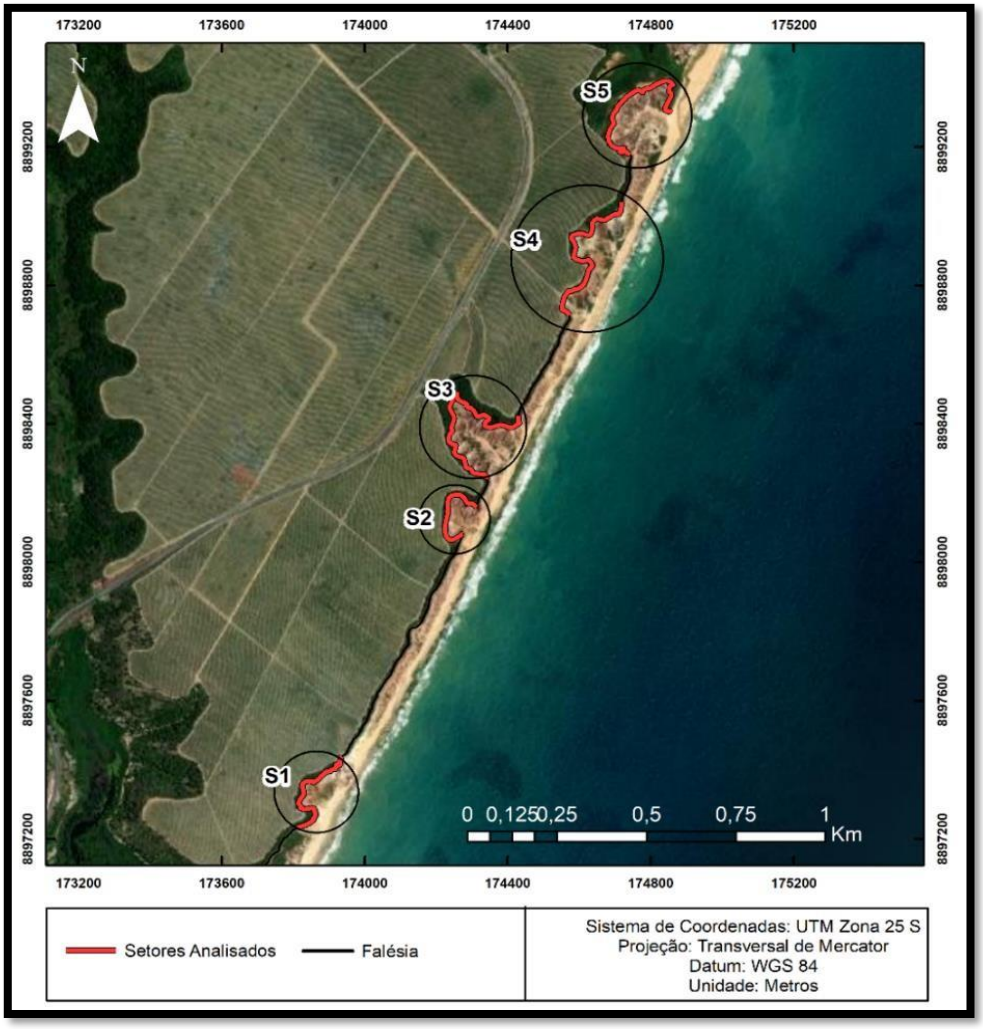
Nesse contexto, as classes estabelecidas por Bull e McFaden (1977) indicam a intensidade dos processos erosivos nos setores de escarpas: valores do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa (SMF) iguais ou superiores a 3 apontam para alta intensidade de processos erosivos, valores próximos a 2 indicam intensidade intermediária e valores iguais ou menores que 1 estão relacionados a processos tectônicos.

Dentro da adaptação proposta, as classes mencionadas foram ajustadas para enfocar a intensidade dos processos erosivos. Assim, valores próximos ou superiores a 3 indicam processos erosivos de alta intensidade, valores próximos a 2 representam intensidade intermediária e valores próximos a 1 denotam processos erosivos de baixa intensidade.

Resultados e discussões

A partir da aplicação do SMF, foi observado 5 setores distintos da praia de Lagoa Azeda (figura 4), com valores que variaram entre intensidades baixa, média e alta. Os setores S2 e S3 possuem valores relacionados com alta intensidade e encontram-se próximos localizados na porção central da área. Os setores S1 e S4 apresentam valores que indicam baixa intensidade e o setor S5 apresenta valor que indicam processos de intensidade mediana.

Figura 4 - Setores analisados da falésia da praia de Lagoa Azeda.



Fonte: autores (2023).

Tabela 1 - Valores de SMF para os setores analisados nas falésias da Praia de Lagoa Azeda.

Setores	SMF	Intensidade de processos erosivos
S1	1,75	Baixa
S2	3,11	Alta
S3	3,07	Alta
S4	1,43	Baixa
S5	2,48	Média

Fonte: autores (2023).

As diferentes intensidades apresentadas a partir a aplicação do SMF, podem estar correlacionadas com a presença de Duricrostas ferruginosas, típicas da Formação Barreiras (figura 5). Com o colapso das encostas, os blocos derivados dos níveis ferruginosos se acumulam na forma de depósitos rudáceos, talus, oferecendo proteção a base da falésia frente a abrasão marinha. Esses empilhamentos funcionam como uma zona de maior projeção da linha de costa, oferecendo resistência a erosão em alguns dos setores.

Figura 5 – Duricrostas em frente as falésias.

Fonte: autores (2023).

Os principais tipos de erosão identificados na área que influenciam as sinuosidades da borda dos tabuleiros costeiros, aos quais as falésias se assentam são erosão marinha e pluvial, elas corroboram com a desestabilização dos taludes acarretando escorregamentos, as quedas e os escorregamentos tombamentos de blocos, dando origem em alguns pontos formam depósitos de talus (figura 6). A erosão pluvial, por vezes é potencializada pela artificialização da drenagem superficial, quando do domínio da cana-de-açúcar nos topos.

Figura 6 – Depósito de tálus.

Fonte: autores (2023).

Outros fatores também influenciam a maior ou menor efetividade da abrasão marinha nos sopés das falésias, influenciando as sazonalidades de marés, ressacas e ondas maiores, supressão sedimentar e intemperismo quimio-físico-biológico na face de exposição das falésias. São as condições climáticas, as quais se traduzem em eventos meteorológicos recorrentes de chuvas intensas ao longo da maior parte do ano e mudanças sazonais de direção dos ventos, onde a predominância média é de sudeste. O processo erosivo pluvial atua intensamente na sinuosidade local visto que área se caracteriza como tropical chuvoso com verão seco, tipo As', conforme classificação de Köppen (BARROS et al., 2012, CPRM, 2016, SEPLAG, 2018). O fato das chuvas se concentrarem em determinados períodos do ano nessa região agrava ainda mais a erosão pluvial (SANTOS JR, et al, 2008).

A vegetação nativa dos topos dos taludes foi retirada para o plantio agrícola, atualmente encontra-se pequenos vestígios de Mata Atlântica, enquanto que uma outra parte do solo se encontra exposto. Santos Jr, et al (2008, p. 78) defende que "a cobertura vegetal protege o solo através de três fatores: impede o impacto direto das gotas de água, diminui a quantidade e a velocidade do escoamento superficial e reforça o solo através das raízes". Na face de exposição das falésias, a cobertura vegetal, mesmo que incipiente pode atenuar os processos denudacionais. As falésias protegidas por depósitos rudáceos tendem a apresentar maior adensamento vegetal, como resposta, tendem a ter níveis diferenciados de estabilidade ao longo dos perfis. Quando as condições ambientais possibilitam a fixação de material granodecrescente, estabelecem-se rampas de colúvio, as quais oferecem melhores condições para a fixação das plantas.

A retirada da Mata Atlântica somada a exposição do solo e ao plantio de cana-de-açúcar contribuem significativamente para o recuo das bordas dos tabuleiros costeiros, especialmente aqueles bordeados pelas falésias. As características geológicas e geomorfológicas dessas feições são potencializadas frente ao despejo de drenagens

artificiais, redes de escoamento pluvial jogadas diretamente na encosta. Desse modo, atividades agrícolas com a canalização do escoamento superficial, contribuem para a saturação do solo e a desestabilização da encosta, consequentemente intensificam a erosão local e a sinuosidade da frente de exposição das falésias.

Considerações Finais

A aplicação da adaptação do Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa a falésias do Litoral Sul de Alagoas concentrou-se nos setores com reentrâncias associadas aos processos erosivos, com destaque para a erosão marinha e erosão pluvial. Os setores analisados foram classificados principalmente com nível médio e alto, apenas um setor apresentou nível de sinuosidade baixo. Os resultados obtidos com sua aplicação mostram-se promissores, confirmando a similaridade entre as escarpas interiores e costeiras, mesmo em ambientes tão distintos de modelagem geomorfológica.

O cálculo utilizado nesta pesquisa foi uma adaptação para verificar a sinuosidade das reentrâncias das falésias de Jequiá da Praia, tal estudo aponta quais setores estão apresentando nível mais elevado de sinuosidade. Dados sobre a maior intensidade de recuo das falésias podem e devem corroborar para o entendimento de suas dinâmicas processuais, bem como, trazer luz sobre questões ligadas aos graus de estabilidade morfodinâmica dos taludes íngremes costeiros da área.

A oferta de dados geomorfológicos, em uma região ainda relativamente pouco estudada, mas com forte apelo a atividades de lazer e turismo. Incluindo a atração de novos empreendimentos ligados ao setor de hospedagem, podem contribuir na tomada de decisões e iniciativas públicas, com vistas a quantificação, mitigação, gerenciamento e fiscalização dos riscos geomorfológicos presentes nas áreas de visitação.

Por fim, o presente estudo constitui uma iniciativa com vistas ao incentivo da popularização do tema em Alagoas, bem como, uma provocação a aplicação de novas metodologias de análise no ambiente costeiro local. Desse modo, nunca teve o intuito de constituir produto acabado, finalizado, mas sim um ensaio amplo sobre novos fazeres na pesquisa sobre a geomorfologia costeira do Estado.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pelo apoio financeiro, ao Programa pós-graduação em Geografia (PPGG) da Universidade Federal de Alagoas - Ufal, ao Programa de Pós-Graduação em Geografia

(PPGeo) da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE - e ao Laboratório de Geologia da Universidade Federal de Alagoas.

Referências

AB'SÁBER, A. N. Formas de relevo: Texto básico. São Paulo, FUNBEC/Edart, p. 80, 1975.

BULL, W.; MCFADDEN, L. Tectonic geomorphology north and south of the Garlock fault, California. In: Proceedings Vol. of 8th Annual Geomorph. Symp. (Edited by Doering, D.O.) State University of New York at Binghamton, Binghamton, NY. 1977, 116-138. 1977.

BARROS, A. H.; FILHO, J. C. A.; SILVA, A. B.; SANTIAGO, G. A. C. F. Climatologia do Estado de Alagoas. Recife: Embrapa Solos, 2012.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Inundações e Movimentos de Massa - Jequiá da Praia – AL. CPRM/SGB – Serviço Geológico do Brasil, 2016.

HUGGETT, R. J. Fundamentals of Geomorphology (5th ed.). Routledge, (2019).

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades e Estados. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/al/jequia-da-praia.html. Acesso em: 10 jul. 2023.

MAIA, R. P.; AMORIM, R. de F.; MEIRELES, A. J. Falésias: Origem Evolução Risco. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022.

MAIA, R. P.; AMORIM, R. F. Aspectos morfoestruturais e fatores erosivos em Falésias. O caso de Pipa – RN. Revista Brasileira de Geomorfologia. v. 23, n. 4, p. 2001 – 2009, out./dez. 2022

MONTEIRO, K. A. Análise geomorfológica da Escarpa Oriental da Borborema a partir da aplicação de métodos morfométricos e análises estruturais.2015. 2015. 222 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

SANTOS JR, O.; SEVERO, R. SCUDELARI, A.; AMARAL, R. Processos de instabilidade em falésias: estudo de um caso no Nordeste do Brasil. Geotecnia, 2008.

SEPLAG. Perfil Municipal de Jequiá da Praia. Maceió: Secretária de Estado do Planejamento, Gestão e Patrimônio, p. 1 – 35, 2018.

SILVA, C. H. S.; SILVA, Q. D. Análise de falésias no litoral ocidental da Ilha do Maranhão. Revista Geonorte, v. 1, p. 388-398, 2012.

SUERTEGARAY, D. M. A. (org.). Terra: feições ilustradas. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2003.

Patrimônio Geomorfológico e Mirantes Costeiros em Canoa Quebrada, Ceará, Brasil

Geomorphological Heritage and Coastal Viewpoints in Canoa Quebrada, Ceará, Brazil

Isa Gabriela Delgado de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0003-0775-6823
isiinhad@hotmail.com

Fernando Eduardo Borges da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-2148-6471
fernando100borges00.1@gmail.com

Larissa Silva Queiroz
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-0400-2535
lariqueiroz98@gmail.com

Matheus Dantas das Chagas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-5788-8552
matheuschagas@outlook.com

Marco Túlio Mendonça Diniz
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-7676-4475
tuliogeografial@gmail.com

Resumo: Os mirantes, na temática da geodiversidade, vêm sendo objeto de estudo nas últimas décadas, principalmente com a finalidade de evidenciar a paisagem circundante, ou seja, as geoformas, processos geomorfológicos, aspectos ecológicos, culturais e outros elementos. Desse modo, busca-se avaliar a mirada e não apenas o ponto de observação. Assim, o objetivo deste estudo foi realizar uma análise qualitativa e quantitativa dos mirantes em Canoa Quebrada, no Ceará, tendo os valores científico e estético como centrais, isto é, os locais de interesse devem obter mais de 75% na avaliação. Os recortes empíricos selecionados foram o Mirante da Falésia e a Duna do Pôr do Sol, na Vila de Canoa Quebrada, Ceará, que são áreas litorâneas com alta taxa de atividade turística e apresentam uma geomorfologia predominantemente do Quaternário, ambos sendo considerados como geossítios. Portanto, este trabalho visa contribuir com a gestão e planejamento de áreas de mirantes, para que a sociedade possa utilizar de forma sustentável e segura.

Palavras-chave: Mirantes, geodiversidade e geossítios.

Abstract: Viewpoints in the geodiversity theme have been studied mainly in the 21st century, with the purpose of highlighting the surrounding landscape, that is, geoforms, geomorphological processes, ecological and cultural aspects, and other elements. So, it is sought not only to evaluate the point of observation, but the view. The objective of the research was to carry out a qualitative and quantitative analysis of the investigated area having the scientific and aesthetic values as fundamental, that is, if they obtain more than 75% in the evaluation. The empirical cut was the localities of Mirante da Falésia and Duna do Pôr do Sol in Canoa Quebrada, Ceará, which are coastal areas with a high tourist rate and have a predominantly Quaternary geomorphology, and with both being considered as geosites. Therefore, this work has the character of contributing to the management and planning of viewpoint areas, so that society can use them in a sustainable and safe way.

Keywords: Viewpoints, geodiversity and geosites.

Introdução

O que um mirante representa? Qual a sua funcionalidade para as pessoas e a relação com a estética? De que modo contribui para o turismo e educação? Bem, esses são alguns dos vários questionamentos que podem ser feitos com relação a esse estudo específico. A princípio, é primordial compreender o seu significado na ciência, para então seguir seus desdobramentos que vão além de termos, perpassando por sentimentos, apreciação, contemplação e bem-estar.

Migoń e Pijet-Migoń (2017, p. 512) retratam os mirantes como "localidades que oferecem uma visão mais ampla da paisagem circundante e, portanto, melhor compreensão de sua história, relações espaciais entre tipos de rocha e categorias de relevo (ou seja, geodiversidade) e mudanças ambientais em curso".

Esses locais, como enfatizado por Migoń e Pijet-Migoń (2017), exercem influência de maneira direta ou indireta sobre as pessoas. Sobre isso, Español-Echániz (2010) destaca que o ambiente natural oferece diversos recursos imprescindíveis para a vida, como a água, energia, suporte para atividades humanas, entre outros aspectos, mas que apresentam limitações e fragilidades à ação antrópica. Com isso, ainda conforme o autor, é através de uma experiência estética que essa sociedade pode desenvolver atitudes de preservação ou conservação do patrimônio natural, atrelado também a um lado cognitivo.

No trabalho de Pine II e Gilmore (1998, p. 2) já se discutia uma nova forma de economia, vinculada à experiência, que "não é uma construção amorfa; é uma oferta tão real quanto qualquer serviço, bem ou mercadoria". Para os autores essa especificidade pode projetar momentos memoráveis e não ocorre de forma igual para as pessoas, pois cada uma irá desenvolver a sua, interagindo "entre o evento encenado (como uma peça teatral) e o estado de espírito do indivíduo".

Dessa forma, a experiência para Pine II e Gilmore (1998) se desenvolve em duas dimensões: a participação do cliente que pode ser ativa como passiva e a conexão que envolve a absorção e imersão da atividade ou ambiente. Posteriormente, os autores classificaram a experiência em quatro tipos: o entretenimento (absorção passiva), educacional (absorção ativa), escapista (imersão ativa) e estética (imersão passiva).

Nesse contexto, Krebs (2014, p. 1254-1255) adota a ideia de que "a experiência da beleza da paisagem é uma parte essencial da boa vida humana". A autora evidencia a importância de defender esse posicionamento e tornar ele o mais forte possível, em razão de que o "argumento estético é um dos melhores argumentos de conservação da natureza que temos." Dessa forma, fica evidente, assim como o trabalho de Araújo (2021) e Diniz e Araújo

(2022) a necessidade de considerar o valor estético como primordial nas discussões de patrimônio geomorfológico e, principalmente, de pontos de vista.

A estética pode favorecer, também, o turismo e a educação, pois os recursos abióticos além de atrair visitantes, têm a capacidade de expressar a história da terra e do clima através de um ponto estratégico. A imagem de uma paisagem pode influenciar na opção de visitação de turistas e os estudos sobre isso estão cada vez mais frequentes. Tal fato pode ser percebido não só pelos conceitos, mas também pela proposição de métodos, formação, entre outros, conforme expõe Chagas, Sérgio Júnior e Duarte (2013).

Desse modo, a questão científica, primordial para a geodiversidade, não deixa de pontuar junto ao quesito estético. Por sua vez, a geodiversidade é definida por Gray (2013) como um conjunto de características geológicas, geomorfológicas, pedológicas e hidrológicas, incluindo seus conjuntos, relações, propriedades, interpretações e sistemas.

Os estudos sobre a geodiversidade ganharam maiores proporções no final do século XX e recebeu contribuições de diversos autores como o Sharples (2002), Gray (2004), Brilha (2005), Pereira (2006), Reynard (2006), Reynard *et al.* (2007), Nascimento, Ruchkys e Mantesso-Neto (2008), Pereira (2010), Brilha (2016), Reynard *et al.* (2016), Lopes (2017), Rabelo (2018), Claudino-Sales (2018), Diniz, Araújo e Chagas (2022), entre outros.

Com relação aos pontos de vista, seu crescimento na temática ocorreu através dos trabalhos de Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2010) e Migoń e Pijet-Migoń (2017), que proporcionaram um embasamento teórico para formulações de propostas avaliativas de quantificação para esse tipo de geossítio.

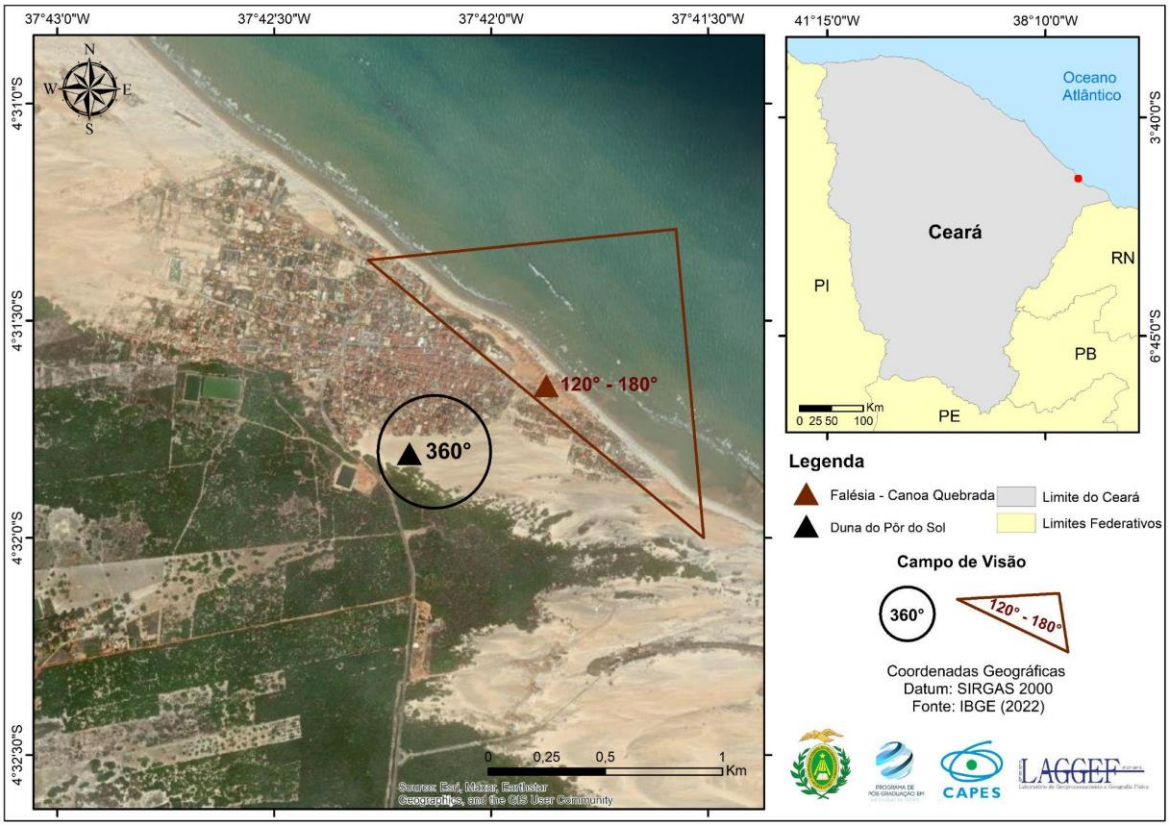
Diante disso, sabendo da importância e inovação desses estudos para a temática, bem como para a área de estudo, o objetivo desta pesquisa é realizar uma análise qualitativa e quantitativa dos mirantes em Canoa Quebrada, Ceará, através da metodologia desenvolvida por Diniz e Araújo (2022), destacando os valores científicos, estéticos e adicionais da área.

Materiais e Método

Área de Estudo

O sítio se localiza precisamente nas coordenadas geográficas 4°31'32.75"S e 37°41'57.43"O, na Vila de Canoa Quebrada, no município de Aracati, região imediata homônima e região intermediária de Quixadá (IBGE, 2017), na porção nordeste do estado do Ceará, no nordeste do Brasil (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de Localização da área de estudo



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Situa-se em um ambiente de zona costeira denominada por Diniz e Oliveira (2016) de Costa das Dunas, se estabelece sobre um clima semiárido Muniz, Pereira e Ximenes Júnior (2017), em um contexto geológico da bacia sedimentar de borda passiva, desenvolve-se sobre a parte emersa da bacia potiguar que está dividida em duas partes, uma emersa com cerca de 26.700 Km² e outra submersa com 195.400 Km² (Morelatto; Fabianovicz, 2015).

As unidades litológicas predominantes são o Grupo Barreiras, a Formação Jandaira, depósitos litorâneos e planícies fluviomarinhas Pinéo et al. (2020). Os tipos de solos que se desenvolvem sobre esses são em sua maioria Latossolos, Neossolos Quartzarênicos, e depósitos sedimentares Jacomine, Almeida e Medeiros (1973). Sobre os aspectos geomorfológicos e concomitantes paisagens, as unidades circundantes ao sítio, apresentam em geral campos de dunas móveis, semifixas e fixas, tabuleiros costeiros e falésias relativamente baixas (com altitude inferior a 20 metros), as mesmas na área do sítio se desenvolvem sobre os arenitos vermelho-amarelos da formação barreiras Leal (2003).

O Mirante da Falésia e o Mirante da Duna do Pôr do Sol são locais vinculados ao turismo de sol e praia e ecoturismo, como também a prática de turismo de aventura através de asa delta (Figura 2) ou passeios de *buggys*. Segundo o Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável (PDITS, 2014) é um dos destinos mais consolidados do polo leste do Ceará, dispondo de uma "fama" internacional, devido a sua característica

climática de não apresentar longos períodos chuvosos, que favorecem esse segmento turístico.

Figura 2 - Turismo de aventura praticado na área de estudo

Fonte: Autores (2023).

Procedimentos técnico-metodológicos

Os sítios foram caracterizados e avaliados em três etapas: levantamento bibliográfico, pesquisa de campo e trabalho em gabinete. Na primeira etapa utilizou-se das principais referências da temática como Reynard (2006), Reynard *et al.* (2007), Fuertes-Gutiérrez e Fernández-Martínez (2010), Pereira (2010), Brilha (2016), Reynard *et al.* (2016), Migoń e Pijet-Migoń (2017), Mikhailenko e Ruban (2019), Araújo (2021), Mikhailenko, Ermolaev e Ruban (2021), Diniz, Araújo e Chagas (2022) e outros.

A segunda etapa consistiu na pesquisa de campo, na qual foram aplicadas três fichas em uma área selecionada com base em uma atividade de campo da disciplina de Geodiversidade e Geopatrimônio da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Campus Caicó/RN. Essa atividade permitiu a aplicação das fichas e obtenção do detalhamento dos sítios visitados, em Canoa Quebrada, Ceará.

A primeira ficha é uma adaptação do método de Santos *et al.* (2020) que seleciona os locais potenciais para medidas de geoconservação, considerando os valores centrais (científico e estético). Assim, se o sítio obtiver 50% da avaliação nos parâmetros centrais e 75% nos parâmetros adicionais seguirá para a etapa seguinte (Quadro 1).

Quadro 1 – Método de seleção de locais

PARÂMETROS CENTRAIS	
CRITÉRIO	**AVALIAÇÃO**
Representatividade	1 – Baixo/2 – Médio/3 – Alto/4 - Muito Alto
Integridade	1 – Baixo/2 – Médio/3 – Alto/4 - Muito Alto
Raridade	1 – Baixo/2 – Médio/3 – Alto/4 - Muito Alto
Conhecimento Científico	1 – Baixo/2 – Médio/3 – Alto/4 - Muito Alto
Relevância Estética	1 – Baixo/2 – Médio/3 – Alto/4 - Muito Alto
PARÂMETROS ADICIONAIS	
CRITÉRIO	**AVALIAÇÃO**
Relevância Ecológica	0 – Nenhuma/ 1 – Baixo/2 – Média/3 – Alto
Relevância Cultural	0 – Nenhuma/ 1 – Baixo/2 – Média/3 – Alto
PARÂMETROS DE UTILIZAÇÃO E GESTÃO	
Acessibilidade	1 – Baixo/2 – Médio/3 – Alto
Segurança	1 – Baixo/2 – Médio/3 – Alto
Infraestrutura	1 – Baixo/2 – Médio/3 – Alto
Visibilidade	1 – Baixo/2 – Médio/3 – Alto

Fonte: Adaptação de Santos *et al.* (2020).

Em sequência, a segunda ficha é uma avaliação qualitativa oriunda da proposta de Araújo (2021) que contempla informações referentes a área estudada, contendo tanto aspectos naturais como antrópicos e, também, os serviços ecossistêmicos abióticos em uma adaptação de Gray (2013), Gray, Gordon e Brown (2013), Gordon e Barron (2013) e Gordon (2018). Por fim, a terceira ficha trata da quantificação dos pontos de vista, por meio do método de Diniz e Araújo (2022), visualizados no Quadro 2.

Quadro 2 – Critérios quantificados na avaliação

VALORES CENTRAIS - PAISAGEM VISUALIZADA			
VALOR CIENTÍFICO			
A1-Diversidade de feições geológicas/geomorfológicas visíveis (formas e processos)	A2-Representatividade	A3-Integridade	A4-Valor Paleogeográfico

Classificação	
Muito Baixo	**1-4**
Baixo	**5-8**
Médio	**9-12**
Alto	**13-16**

VALOR ESTÉTICO						
B1-Visão geral	B2-Visibilidade das características geológicas/geomorfológicas da paisagem	B3-Verticalidade	B4-Presença de corpos d'água	B5-Contraste de cores e elementos individuais	B6-Área visualizável (km^2)	B7 - Raridade

Classificação	
Muito Baixo	**1-7**
Baixo	**8-14**
Médio	**15-21**
Alto	**22-28**

VALORES ADICIONAIS – PRÓPRIO SÍTIO					
VALOR TURÍSTICO					
C1-Acessibilidade	C2-Categoria Turística	C3-Existência de uso em andamento	C4-Conveniência	C5-Sinalização	C6-Segurança
VALOR CULTURAL					
D1—Relevância Cultural					
VALOR DIDÁTICO					
E1—Relevância Didática					

Classificação

Muito Baixo	**1-8**
Baixo	**9-16**
Médio	**17-24**
Alto	**25-32**

Fonte: Adaptado de Diniz e Araújo (2022).

A valoração da ficha vista no Quadro 2 é feita por soma de 1 a 4 de acordo com os parâmetros e só será considerado geossítio os locais que obtiverem mais de 75% na avaliação nos valores científico e estético.

Resultados e Discussões

Os sítios analisados em Canoa Quebrada/CE foram o Mirante da Falésia e a Duna do Pôr do Sol, que fazem parte dos principais pontos turísticos da área de estudo, ambos no método de seleção obtiveram mais de 50% dos parâmetros centrais para o prosseguimento das etapas seguintes.

Dessa forma, a etapa seguinte foi a avaliação qualitativa, a qual evidenciou que os sítios apresentam uma litologia sedimentar, com condições de observações satisfatórias, pois estão próximos às urbanizações ou trilhas, contendo obstáculos, mas que não dificultam a visibilidade das geoformas. Além disso, esses sítios estão inseridos na Área de Proteção Ambiental (APA) de Canoa Quebrada, criada pela Lei n.º 40 de 20 de março de 1998, que dispõe de uma variedade paisagística envolvendo rio, manguezal, dunas, praias, picos e falésias (Semace, 2010).

A Duna do Pôr do Sol apresenta em sua paisagem, elementos geológicos, em sua maioria, do período Quaternário e também a Serra de Mossoró/RN, com rochas do Mesozóico e do Cenozóico. Embora o seu enfoque principal seja o turismo, é possível observar na mirada uma zona industrial de energia eólica, contando com diversos aerogeradores (Figura 3). Para acessar o local, é necessário enfrentar um aclive com dificuldade média que pode ser percorrida através de uma caminhada ou de *buggy*.

Figura 3 – Duna do Pôr do Sol

Fonte: Marco Túlio Diniz (2023).

Com relação aos aspectos geomorfológicos, na área visualizável se observa a praia linear, chapada, tabuleiro, forma granítica (Serra de Mossoró/RN) e campo de dunas, apresentando uma declividade predominante de 3 a 8%.

Já o segundo ponto, o Mirante da Falésia (Figura 04), é uma área de uso turístico e urbanizada com destaque na sua geomorfologia, exibindo geoformas litorâneas (falésias, praia linear) e eólicas (campo de dunas, restinga). Diferentemente da Duna do Pôr do Sol, o sítio apresenta feições de dissecação (falésia) e presença significativa de ações pluviais que sucedem os sulcos, ravinas e voçorocas na falésia. Essa questão é corroborada, através do trabalho de Silva *et al.* (2018) onde percebe-se que o ponto no qual o observador se encontra é uma área com vulnerabilidade moderada, que sofre influência desses fatores pluviais no Pós Barreiras. Dispõe também de serviços ecossistêmicos abióticos relevantes para ambos os pontos, vistos nas Figura 5 e 6.

Figura 4 - Mirante da Falésia em Canoa Quebrada/CE

Fonte: Marco Túlio Mendonça Diniz (2023).

Figura 5 – Serviços ecossistêmicos abióticos da Duna do Pôr do Sol

PROVISÃO		REGULAÇÃO		SUPORTE		CULTURAL/CONHECIMENTO	
SERVIÇOS	INDICAÇÕES	SERVIÇOS	INDICAÇÕES	SERVIÇOS	INDICAÇÕES	SERVIÇOS	INDICAÇÕES
Fornecimento de água doce	Fontes naturais de água doce (duna)	Clima	Determinam particularidades climáticas	Plataforma para atividades humanas	Benefícios econômicos (energia eólica)	Diversidade cultural	Influência local
Energia	Recursos energéticos (Energia Eólica)	Qualidade do ar	Influência	Provisão de habitats	Determina as características	Valores espirituais e religiosos/significados culturais	Influência local
-	-	Água	Benefícios	-	-	Sistema de conhecimento	Constituem um bom exemplo e/ou fornecem subsídios fundamentais para os sistemas de conhecimento
-	-	Atmosférica e Oceânica	Meio abiótico e aspectos geomorfológicos são determinantes	-	-	Educação	Peculiaridades ambientais são um bom exemplo para utilização na educação básica e superior
-	-	Risco natural e Regulação de Erosão	Proteção de erosão costeira	-	-	Inspiração artística	Fonte de inspiração
-	-	-	-	-	-	Estética	Paisagem rica do ponto de vista estético e aprazível
-	-	-	-	-	-	Relações sociais	O serviços ecossistêmicos desempenham papel fundamental para a sociedade
-	-	-	-	-	-	Sentido de Lugar	Lugar apreciado por residentes e visitantes
-	-	-	-	-	-	Patrimônio cultural e Geopatrimônio	Relevância em mais de um patrimônio
-	-	-	-	-	-	Qualidade ambiental	Determinante
-	-	-	-	-	-	Recreação	Destinado a recreação

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Figura 6 - Serviços ecossistêmicos abióticos do Mirante da Falésia

PROVISÃO		REGULAÇÃO		SUPORTE		CULTURAL/CONHECIMENTO	
SERVIÇOS	INDICAÇÕES	SERVIÇOS	INDICAÇÕES	SERVIÇOS	INDICAÇÕES	SERVIÇOS	INDICAÇÕES
Nutrientes e minerais para um crescimento saudável	Fatores determinantes para o adequado crescimento ou determinada atividade	Clima	Determinam particularidades climáticas	Processo formação de solo	Muitos serviços de abastecimento dependem da formação e fertilidade do solo	Diversidade cultural	Influência local
Energia	Recursos energéticos (Energia Eólica)	Qualidade do ar	Alguma característica que influência	Plataforma para atividades humanas	Benefícios econômicos (energia eólica)	Valores espirituais e religiosos/significados culturais	Influência local
-	-	Água	Contribuição para mitigação de riscos naturais; Fornecimentos habitats	Provisão de habitats	Determina as características	Sistema de conhecimento	Constituem um bom exemplo e/ou fornecem subsídios fundamentais para os sistemas de conhecimento
-	-	Controle de inundação	As características do meio abiótico auxiliam na diminuição dos impactos	-	-	Educação	Peculiaridades ambientais são um bom exemplo para utilização na educação básica e superior
-	-	Atmosférica e Oceânica	Meio abiótico e aspectos geomorfológicos são determinantes	-	-	Inspiração artística	Fonte de inspiração
-	-	Risco natural e Regulação de Erosão	Proteção de erosão costeira	-	-	Estética	Paisagem rica do ponto de vista estético e aprazível
-	-	-	-	-	-	Relações sociais	O serviços ecossistêmicos desempenham papel fundamental para a sociedade
-	-	-	-	-	-	Sentido de Lugar	Lugar apreciado por residentes e visitantes
-	-	-	-	-	-	Patrimônio cultural e Geopatrimônio	Relevância em mais de um patrimônio
-	-	-	-	-	-	Qualidade ambiental	Determinante
-	-	-	-	-	-	Recreação	Destinado a recreação

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A partir da avaliação quantitativa foi possível considerar que a Duna do Pôr do Sol e o Mirante da Falésia foram considerados geossítios, mas apenas pelo seu valor estético. O valor científico (Quadro 3) apresentou escores medianos, com variação de cinco a nove elementos geológicos/geomorfológicos presentes na área e com representatividade, como exemplos clássicos de geoformas e processos, ou pela utilidade da sociedade. O estado de conservação dos locais é semelhante com alteração antrópica, mas ambos dispõem de uma visualização satisfatória sem muitas limitações. Por fim, o valor paleogeográfico não tem uma expressividade regional, mas é uma área significativa no âmbito local.

Quadro 3 – Valor científico dos sítios visitados

LOCAIS	CRITÉRIOS				TOTAL
	A1	A2	A3	A4	
Mirante da Falésia	2	3	3	3	11
Mirante da Duna do Pôr do Sol	3	3	3	3	12

Legenda: A1 – Diversidade de feições geológicas/geomorfológicas visíveis; A2 – Representatividade; A3 – Integridade; A4 – Valor Paleográfico. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

O critério determinante para a classificação desses locais como geossítios foi o valor estético (Quadro 4). Isso se deve a sua ampla angulação, que varia de 120 - 180 graus no Mirante da Falésia e 360 graus na Duna do Pôr do Sol, o que favorece uma observação mais efetiva dos elementos da paisagem. Além disso, esses locais oferecem uma área de observação que se estende a mais de 500 km^2, com o oceano desempenhando um papel complementar nessas áreas. No entanto, como possuem uma compreensão paleográfica local, como foi vista no valor anterior, não os tornam locais raros.

Outros aspectos analisados incluem a qualidade visual. Essa qualidade é composta por elementos como a verticalidade que possui um ponto de vista sobre uma escarpa (Mirante da Falésia) o que representa o ponto mais significativo da avaliação (Figura 7), e o outro sobre uma duna (Duna do Pôr do Sol). Ademais, considera-se também o contraste de cores, onde os dois exibem uma variação entre três a cinco cores em sua área visualizável.

Quadro 4 – Valor estético dos sítios visitados

LOCAIS	CRITÉRIOS							TOTAL
	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	
Mirante Falésia	3	4	4	4	3	4	3	25
Mirante da Duna do Pôr do Sol	4	4	2	4	3	4	3	24

Legenda: B1 – Visão Geral; B2 – Visibilidade das características geológicas/geomorfológicas da paisagem; B3 – Verticalidade; B4 – Presença de corpos d'água; B5 – Contraste de cores e elementos individuais; B6 – Área visualizável; B7 – Raridade. **Fonte:** Elaborado pelos autores.

Figura 7 - Área visualizável do Mirante da Falésia

Fonte: Marco Túlio Mendonça Diniz (2023).

Os valores adicionais (Quadro 5), ou seja, a última parte da avaliação, consiste em uma análise do local de observação e não do que se é visualizado, como os anteriores. Então, só o Mirante da Falésia corresponde aos valores altos, pois apresenta acessibilidade por estradas asfaltadas, sem necessidade de trilha ou condicionamento físico, como ocorre com a Duna do Pôr do Sol. Nos demais critérios, os locais se mantiveram semelhantes, onde tem uma finalidade com o turismo de sol e praia e de aventura, o que contribui para um ambiente com presença de infraestrutura turística, como bares, restaurantes, banheiro, *internet* móvel e *Wi-Fi.*

O Mirante da Falésia apresenta placas de indicação e de informações sobre risco no local. No entanto, em ambos deve ser evidenciado a relevância abiótica, para que os visitantes possam compreender a paisagem que estão apreciando e se sentirem mais seguros para a observação. Os dois geossítios tem uma expressividade cultural e um potencial didático para todos os níveis de ensino e público em geral, que demonstra geoformas claras e formações de relevo que dispõe de uma história natural.

Quadro 05 – Valores adicionais dos sítios visitados

LOCAIS	CRITÉRIOS								TOTAL
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	D1	E1	
Mirante Falésia	4	2	4	4	2	1	4	4	25
Mirante da Duna do Pôr do Sol	1	2	4	4	2	1	4	4	22

Legenda: C1 – Acessibilidade; C2 – Categoria turística; C3 – Existência de uso em andamento; C4 – Conveniência; C5 – Sinalização; C6 – Segurança; D1 – Relevância Cultural; E1 – Relevância didática. **Fonte:** Elaborado pelos autores (2023).

A Vila de Canoa Quebrada/CE, para Linhares (2016), até o final da década de 1970 era considerada como um lugar rústico, devido às condições que se tinham na época, ou seja, não havia rodovias, distribuição de energia elétrica e detinha de um abastecimento de água precário. Entretanto, isso começou a mudar quando aventureiros buscavam locais com caráter exótico, belezas naturais, paisagens que fossem diferenciais e, a partir disso, começou a atrair turistas nacionais e internacionais. Para a autora isso foi importante, porque eles construíram uma relação com a comunidade local, o que proporcionou um olhar diferenciado do poder público e de empresas de turismo a desenvolver atividades nesse local, o que proporcionou um desenvolvimento para o local.

No trabalho de Silva e Albuquerque (2023) foi possível observar a mesma metodologia empregada no geomorfossítios Pontal da Santa Cruz, no estado do Ceará, observaram a

representatividade do local em relação aos aspectos da geodiversidade observados por um determinado ponto. No entanto, mencionaram a questão da subjetividade.

Realçando o valor estético, este se baseia em critérios objetivos como contraste de cores, verticalidade, presença de corpos d'água ou elementos individuais que moldam a paisagem e a torna heterogênea e atrativa para a sociedade.

Para Mousa et al. (2023) a metodologia empregada nesse artigo é um dos exemplos de contribuição para a categorização dos geossítios, auxiliando nos estudos do geopatrimônio. O que vai de encontro com as colocações de Mikhailenko e Ruban (2023) expressando um refinamento na compreensão de múltiplos aspectos, necessidades e perspectivas.

Considerações Finais

A Vila de Canoa Quebrada/CE dispõe de uma gama de elementos naturais, culturais e turísticos que estão relacionados diretamente com a geodiversidade. É possível observar o quanto a área evoluiu em termos turísticos e econômicos, vinculados à geração de energia eólica, a partir do contexto histórico, mas tratando da relevância abiótica, o olhar para essa questão ainda é incipiente.

Nota-se, a partir das análises, a necessidade de painéis interpretativos e placas indicativas para que os turistas possam estar informados sobre o ambiente visitado e sua importância, bem como a necessidade de geoconservação. Os locais analisados são pontos turísticos de destaque, que apresentam uma paisagem relacionada ao turismo de sol e praia e de aventura, com potencial para desenvolver vários serviços e bens para a sociedade.

Assim, através da avaliação qualitativa e quantitativa foi possível considerar que essa área é importante para possíveis medidas de geoconservação que tem potencial para melhorar a renda local da comunidade, buscando atrair ainda mais visitantes. E esses procedimentos são sempre realizados com um grupo para que possa ser evitada equívocos referenres a subjetividade, paisagem e seus valores.

Por fim, essa pesquisa teve como objetivo introduzir a temática da geodiversidade, com ênfase nos mirantes em Canoa Quebrada/CE, com o propósito de se constituir como um instrumento para futuros estudos nesse campo. Além disso, espera-se que esse estudo contribua para aprimorar a gestão e o planejamento desses lugares, especialmente sob essa nova perspectiva aqui apresentada, a geodiversidade.

Agradecimentos

Os autores agradecem o financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código Financeiro 001 para primeira e terceira autora e também e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) para o último autor.

Referências

ARAÚJO, I. G. D. **Geomorfodiversidade da Zona Costeira de Icapuí/CE: definindo geomorfossítios pelos valores científico e estético**. 172 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Caicó, RN, 2021. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/32871. Acesso em: 1 ago. 2023.

BRILHA, J. B. R. **Patrimônio geológico e geoconservação:** a conservação da natureza na sua vertente geológica. São Paulo: Palimage, 2005.

BRILHA, J. Inventory and Quantitative assessment of geosites and geodiversity sites: a review. **Geoheritage,** v. 8, p. 119-134, 2016. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s12371-014-0139-3. Acesso em: 29 jul. 2023.

CHAGAS, M. M.; MARQUES JÚNIOR, S.; DUARTE, A. C. F. Análise do processo de formação da imagem de destinos turísticos de sol e praia: um estudo em Canoa Quebrada/CE. **Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo**, São Paulo, v. 7, n. 3, p. 456-475, 2013. Disponível em: https://rbtur.org.br/rbtur/article/view/650. Acesso em: 29 jul. 2023.

CLAUDINO-SALES, V. Morfopatrimonio, morfodiversidade: pela afirmacao do patrimonio geomorfologico strict sensu. **Revista da Casa da Geografia de Sobral** *(RCGS)*, Sobral, v. 20, p. 3-12, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.35701/rcgs.v20n3.409. Acesso em: 02 ago. 2023.

DINIZ, M. T. M; PEREIRA, V. H. C. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: Sistemas Atmosféricos Atuantes e Mapeamento de Tipos de Clima. **Boletim Goiano de Geografia** (Online), v. 35, p. 488-506, 2015.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P. Proposta de compartimentação em mesoescala para o litoral do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 17, p. 565-590, 2016.

DINIZ, M. T. M. ARAÚJO, I. G. D. CHAGAS, M. D. Comparative study of quantitative assessment of the geomorphological heritage of the coastal zone of Icapuí - Ceará, Brazil. **International Journal of Geoheritage and Parks**, v. 10, p. 124-142, 2022. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2577444122000090. Acesso em: 26 jul. 2023.

DINIZ, M. T. M.; ARAÚJO, I. G. D. Proposal of a quantitative assessment method for viewpoint geosites. **Resources**, v. 11, n. 12, p. 115, 2022. Disponível em: https://www.mdpi.com/2079-9276/11/12/115. Acesso em: 26 jul. 2023.

ESPAÑOL-ECHÁNIZ, I. Aesthetic experience of (landscape) nature as a means for environmental awareness. **Enrahonar,** v. 45, 2010. Disponível em: https://www.raco.cat/index.php/Enrahonar/article/download/210155/279370. Acesso em: 24 jul. 2023.

FUERTES-GUTIÉRREZ, I.; FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, E. Geosites Inventory in the Leon Province (Northwestern Spain): A Tool to Introduce Geoheritage into Regional Environmental Management. **Geoheritage**, v. 2, p. 57–75, 2010. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s12371-010-0012-y. Acesso em: 28 jul. 2023.

GORDON, J.E. Geoheritage, Geotourism and the Cultural Landscape: Enhancing the Visitor Experience and Promoting Geoconservation. **Geosciences**, v. 8, p. 136, 2018. Disponível em: https://www.mdpi.com/2076-3263/8/4/136. Acesso em: 02 ago. 2023.

GORDON, J.E.; BARRON, H.F. The role of geodiversity in delivering ecosystem services and benefits in Scotland. **Scottish Journal of Geology**, v. 49, n. 1, p. 41-58, 2013. Disponível em: https://www.lyellcollection.org/doi/abs/10.1144/sjg2011-465. Acesso em: 03 ago. 2023.

GRAY, M. **Geodiversity:** valuing and conserving abiotic nature. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 495p, 2013.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. Londres: John Willey and Sons, 2004.

GRAY, M; GORDON, J.E. e BROWN, E.J. Geodiversity and the ecossystem approach: the contribuition of geoscience in delivering integrate enviromental management. **Proceedings of the geologist's association**, v. 124, p. 659-673, 2013.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e regiões geográficas intermediárias**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2100600. Acesso em: 17 ago. 2023.

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C.; MEDEIROS, L. A. R.. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará. 1973.

KREBS, A. Why Landscape Beauty Matters. **Land**, v. 3, n. 4, p. 1251-1269, 2014. Disponível em: https://doi.org/10.3390/land3041251. Acesso em: 03 ago. 2023.

LEAL, J. R. L. V. Zoneamento geoambiental da área de proteção ambiental de Canoa Quebrada - Aracati - Ceará. 2003. **Dissertação** (Mestrado em Geologia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2003.

LINHARES, T. C. **Canoa Quebrada: de aldeia de pescador a núcleo indutor de turismo no Ceará.** 139f. 2016. Dissertação (Mestrado em profissional em Gestão de Negócios Turísticos do Centro de Estudos Sociais Aplicados) – Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2016. Disponível em: https://www.uece.br/mpgntwp/wp-content/uploads/sites/71/2012/02/therezavaniacartaxo.pdf. Acesso em: 04 ago. 2023.

LOPES, L. S. O. **Estudo metodológico de avaliação do patrimônio geomorfológico: aplicação no litoral do Estado do Piauí.** 2017. 216f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/28468. Acesso em: 1 ago. 2023.

MIGOŃ, P.; PIJET-MIGOŃ, E. Viewpoint geosites - values, conservation and management issues. **Proceedings of the Geologists' Association,** v. 128, s. 511-522, 2017.Disponível em: https://10.1016/j.pgeola.2017.05.007. Acesso em: 02 ago. 2023.

MIKHAILENKO, A. V.; ERMOLAEV, V. A.; RUBAN, D. A. Bridges as Geoheritage Viewpoints in the Western Caucasus. **Geosciences**, v. 11, 377, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.3390/geosciences11090377. Acesso em: 8 ago. 2023.

MIKHAILENKO, A.V.; RUBAN, D.A. Environment of viewpoint geosites: Evidence from the Western Caucasus. **Land,** v. 8, p. 93, 2019. Disponível em: https://www.mdpi.com/2073-445X/8/6/93. Acesso em: 8 ago. 2023.

MIKHAILENKO, A.V.; RUBAN, D.A. Ancient Deep Sea Bottom in Modern Mountains: New Aspects of Geoheritage from Guzeripl in Southwestern Russia. **Heritage**, v. 3, p. 2767-2782, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/heritage6030147. Acesso em: 16 nov. 2023.
MORELATTO, R.; FABIANOVICZ, R. 13º Rounda da ANP (Bacia Potiguar): Sumário Geológico e Setores em Oferta. p. 22, 2015.

MOUSA, F. A.; EL-HASSAN, M. M. A.; WANAS, H. A.; SALLAM, E. S.; ERMOLAEV, V. A.; RUBAN, D. A. Geoheritage meaning of past humidity in the central Western Desert of Egypt. **International Journal of Geoheritage and Parks**, v. 11, n. 3, p. 331-348, set. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.ijgeop.2023.05.002. Acesso em: 16. Nov. 2023.

MUNIZ, L. F., Pereira, J. M. R., Ximenes Júnior, C. L. Classificação climática para o Estado do Ceará utilizando distintos sistemas de caracterização. **Universidade Federal do Ceará**, Fortaleza/CE. 2017.

NASCIMENTO, M. A. L. do; RUCHKYS, U. A.; MANTESSO-NETO, V. **Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo** – trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico. São Paulo: Sociedade Brasileira de Geologia, 2008. 82 p.

PEREIRA, P. J. S. **Patrimônio geomorfológico: conceptualização, avaliação e divulgação. Aplicação ao Parque Natural de Montesinho**. 2006, 370f. Tese (Doutorado em Geociências) – Escola de Ciência, Universidade do Minho, Braga, 2006. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/6736. Acesso em: 6 ago. 2023.

PEREIRA, R. G. F. de A. **Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)**. 2010. 318 f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade do Minho, Braga, 2010. Disponível em: https://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/10879. Acesso em: 9 ago. 2023.

PINE II, B. J.; GILMORE, J. H. 'Welcome to the experience economy'. **Harvard Business Review**, v. 76, n. 4, p. 97–105.

PINÉO, T. R. G.; PALHETA, E. S. M .; COSTA, F .G.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I . P.; GOMES, F. E. M.; BESSA, M. D. M. R.; LIMA, A. F.; HOLANDA, J. L. R.; FREIRE, D. P. C. Projeto Geologia e Recursos Minerais do Estado do Ceará. Escala 1:500.000. Fortaleza: **CPRM** ,2020, 1, Mapa Geológico do Estado do Ceará

RABELO, T. O. **Geodiversidade em Ambientes Costeiros: discussões e aplicações no setor sudeste da Ilha do Maranhão, Ma –Brasil**. 156 f. 2018. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/25119. Acesso em: 7. ago 2023.

REYNARD, E. Fiche d'inventaire des géomorphosites. Université de Lausanne. **Institute Geographie, rapport non-publié**, 2006. Disponível em: http://www.unil.ch/igul/page17893.html. Acesso em: 25 jul. 2023.

REYNARD, E., PERRET, A., BUSSARD, J., GRANGIER, L., MARTIN, S. Integrated Approach for the Inventory and Management of Geomorphological Heritage at the Regional Scale. **Geoheritage**, n. 8, p.43-60, 2016. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s12371-015-0153-0. Acesso em: 28 jul. 2023.

REYNARD, E; FONTANA, G; KOZLIK, L; SCAPOZZA, C. A method for assessing scientific and additional values of geomorphosites**. Geographica Helvetica**, n. 62, 2007. Disponível em: https://gh.copernicus.org/articles/62/148/2007/. Acesso em: 26 jul. 2023.

SANTOS, D. S.; MANSUR, K. L.; SEOANE, J. C. S.; MUCIVUNA, V. C.; REYNARD, E. Methodological Proposal for the Inventory and Assessment of Geomorphosites: An Integrated Approach focused on Territorial Management and Geoconservation. **Environmental Management**, v. 66, p. 476-497, 2020. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-020-01324-2. Acesso em: 27 jul. 2023.

SEMACE - Secretaria do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Área de Proteção Ambiental de Canoa Quebrada**. 2010. Disponível em: https://www.semace.ce.gov.br/2010/12/09/area-de-protecao-ambiental-de-canoa-quebrada/. Acesso em 20 jul. 2023.

SHARPLES, C. **Concepts and principles of geoconservation**. 3. Ed. Tasmânia: Parks & Wildlife Service web site, 2002.

SILVA, R. R.; LIMA, K. S. F.; CÂMARA, I. F.; PINHEIRO, L. S. Vulnerabilidade física das falésias de Canoa Quebrada - CE. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 14, 2018, Crato. **Anais [...]**. Crato/CE, 2018. Disponível em: http://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/2/2-484-2063.html. Acesso em: 21 jul. 2023.

SILVA, J. B.; ALBURQUERQUE, F. N. B. Valor Geomorfológico do Geomorfossítio do tipo mirante Pontal da Santa Cruz, Geopark Araripe, Ceará, Brasil. **William Morris Davis**, v. 4, n. 1, p. 1-16, jul. 2023. Disponível em: https://doi.org/10.48025/ISSN2675-6900.v4n1.2023.306. Acesso em: 16. Nov. 2023.

Avaliação Qualitativa da Geodiversidade da Zona Costeira dos municípios de Guamaré e Galinhos – RN

Qualitative Assessment of the Geodiversity of the Coastal Zone of the municipalities of Guamaré and Galinhos – RN

Matheus Dantas das Chagas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-5788-8552
matheuschagas@outlook.com

Isa Gabriela Delgado de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0003-0775-6823
isiinhad@hotmail.com

Fernando Eduardo Borges da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-2148-6471
fernando100borges00.1@gmail.com

Francisco Hermínio Ramalho de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0003-3176-1649
netinhoserra.sr@hotmail.com

Marco Túlio Mendonça Diniz
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-7676-4475
tuliogeografia@gmail.com

Resumo: Os municípios de Galinhos e Guamaré, estão localizados no litoral setentrional do Rio Grande do Norte, no trecho Costa Branca, considerado como o trecho mais árido do litoral brasileiro. Em decorrência disso, as características naturais propiciam um cenário adequado para a valorização paisagística da Geodiversidade, esta que é o conjunto de elementos e processos abióticos, do meio natural. Este artigo busca realizar uma avaliação qualitativa da Geodiversidade dos municípios em questão, a partir de uma análise em campo e processamento digital de imagens, foi selecionado os locais a partir dos seus processos morfodinâmicos semelhantes, sendo eles: Complexo Estuarino Galinhos-Guamaré; Dunas; Arenitos consolidados e semiconsolidados; Praias; Bancos de areia; Ilhas Barreiras.

Palavras-chave: Geodiversidade; Galinhos; Guamaré; Avaliação.

Abstract: The municipalities of Galinhos and Guamaré are located on the northern coast of Rio Grande do Norte, on the Costa Branca stretch, considered the most arid stretch of the Brazilian coast. As a result, the natural characteristics provide a suitable setting for the landscape valorization of Geodiversity, which is the set of elements and abiotic processes of the natural environment. This article seeks to carry out a qualitative assessment of the Geodiversity of the municipalities in question, from a field analysis and digital image processing, the sites were selected from their similar morphodynamic processes, which are: Galinhos-Guamaré Estuarine Complex; Dunes; Consolidated and semi-consolidated sandstones; Beaches; Sandbanks; Barrier Islands.

Keywords: Geodiversity; Galinhos; Guamaré; Evaluation.

Introdução

Atualmente, muitos trabalhos vêm sendo desenvolvidos no que tange a Geodiversidade, nas últimas três décadas os pesquisadores dedicam-se para avançar nesse âmbito de estudo, desenvolvendo metodologias de análises, bases teóricas e avançando em leques na temática.

O termo Geodiversidade, aparece em um primeiro momento em um congresso no Reino Unido, em 1993, desde que diversos trabalhos são desenvolvidos buscando desenvolver esse termo. A Geodiversidade é então compreendida como o conjunto de elementos e processos pedológicos, geomorfológicos, hidrológicos e fósseis que existem no ambiente, ou seja, é a parte de processos e elementos abióticos da natureza (GRAY, 2004; GRAY, 2013).

Caracterizar e avaliar seus elementos são de suma relevância na temática, tendo em vista que é a partir desses estudos que podemos proporcionar a conservação da Geodiversidade, ou a Geoconservação. Sharples (1993; 2002) define a Geoconservação como a conservação dos elementos singulares da Geodiversidade, aqueles elementos que ganham destaque em seu meio, por possuir algum valor seja científico, estético, cultural, econômico, entre outros.

Este trabalho tem como objetivo caracterizar os elementos da Geodiversidade que se destacam na paisagem da zona costeira de Galinhos e Guamaré, estado do Rio Grande do Norte. Sua caracterização é feita seguindo a ficha de avaliação qualitativa desenvolvida por Araújo (2021), dessa forma, não é atribuída pontuação a nenhum local analisado.

Metodologia

O trabalho foi desenvolvido partindo das seguintes etapas: revisão bibliográfica e documental, trabalho de campo e processamento digital de imagens (PDI). No levantamento de revisão bibliográfica, muitos trabalhos serviram de auxílio na caracterização e levantamento dos elementos da Geodiversidade do trabalho, tais como o mapeamento geológico nos trabalhos de Vital *et al.* (2011;2014), o mapeamento de unidades de paisagem do estado do Rio Grande do Norte realizado por Diniz e Oliveira (2016), o mapeamento geomorfológico do estado do Rio Grande do Norte de Diniz *et al.* (2018), além dos trabalhos de Silveira (2002), Lima (2004), Silva (2020) e Rabelo (2022).

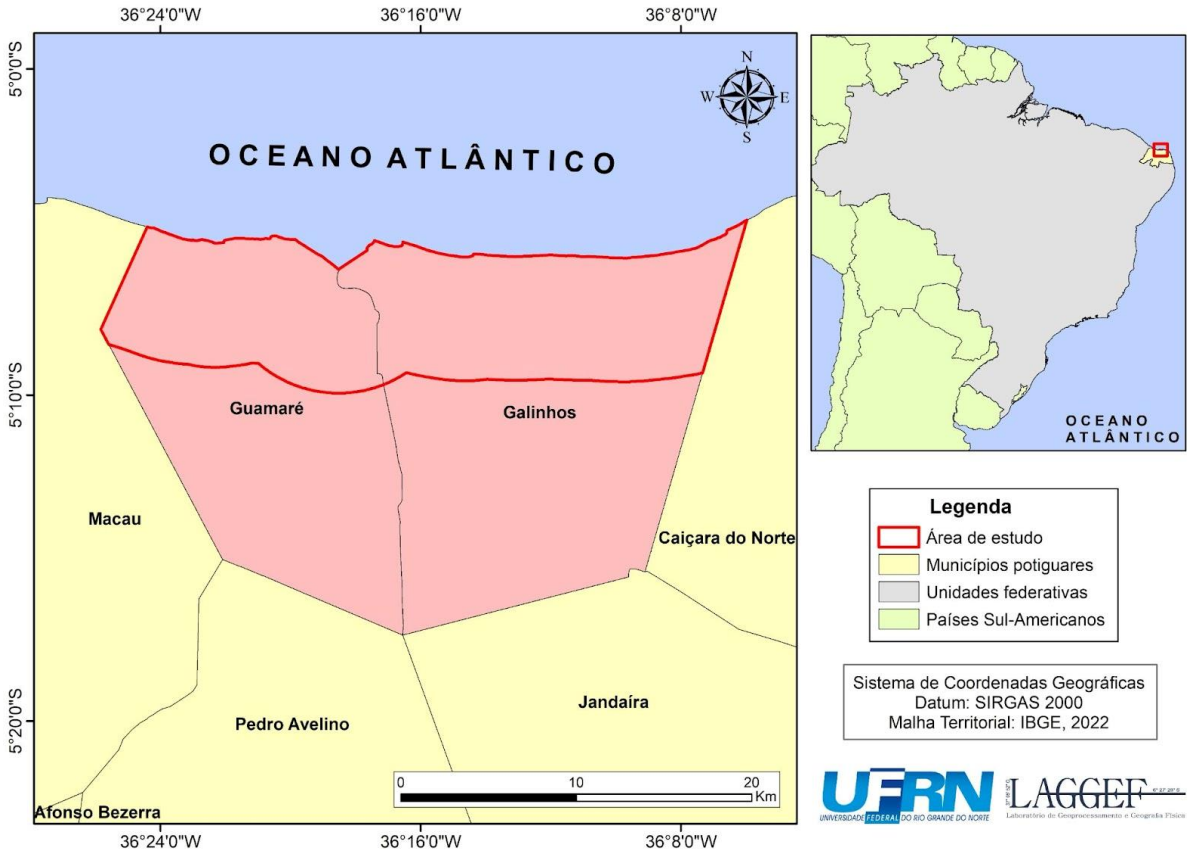
O trabalho de campo foi realizado entre os meses de maio e junho de 2023, com captura fotográficas e utilização de Veículo Aéreo Não Tripulável (VANT). A caracterização dos elementos da Geodiversidade em campo decorreu a partir da ficha de avaliação qualitativa desenvolvida por Araújo (2021). O processamento digital de imagens (PDI) aconteceu nos softwares gratuitos: Google Earth e Inkscape versão 1.3; assim como do

software ArcGis versão 10.4 (licença acadêmica). É de suma importância compreender que os locais aqui caracterizados foram delimitados a partir dos processos morfodinâmicos semelhantes.

Caracterização da área de estudo

A área de estudo está localizada na zona costeira dos municípios de Galinhos e Guamaré, ambos no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). A área de investigação possui uma linha de costa de aproximadamente 37 km, com uma dimensão territorial de aproximadamente 240 km². As principais atividades desenvolvidas na área são comércio, pesca e agropecuária, o Município de Galinhos ganha destaque por ser um destino turístico nacional e internacional. Sendo desenvolvido ainda atividades extrativistas, por meio de produção de energia eólica, tanto em Galinhos quanto em Guamaré.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo



Fonte: Autores (2023)

As características climáticas do local investigado, favorecem aos elementos da Geodiversidade, haja vista que a área de estudo está inserida na Costa Branca, localizada na costa semiárida brasileira. A costa Branca é considerada o trecho mais árido do litoral

brasileiro, com 7 a 8 meses secos, muito influenciado pela sua morfologia côncava, proporcionando a convergência de ventos alísios e brisa terrestre em superfície oceânica, ocasionando ali a precipitação (DINIZ E PEREIRA, 2015).

Resultados e Discussões

A área costeira de Galinhos e Guamaré, assim como todo o seu município está localizado na parte central do domínio geológico da Bacia Potiguar. A formação desta Bacia está relacionada com o processo de rifteamento responsável pela separação do antigo Megacontinente Gondwana, dando gênese aos continentes Sul-Americanos e Africanos.

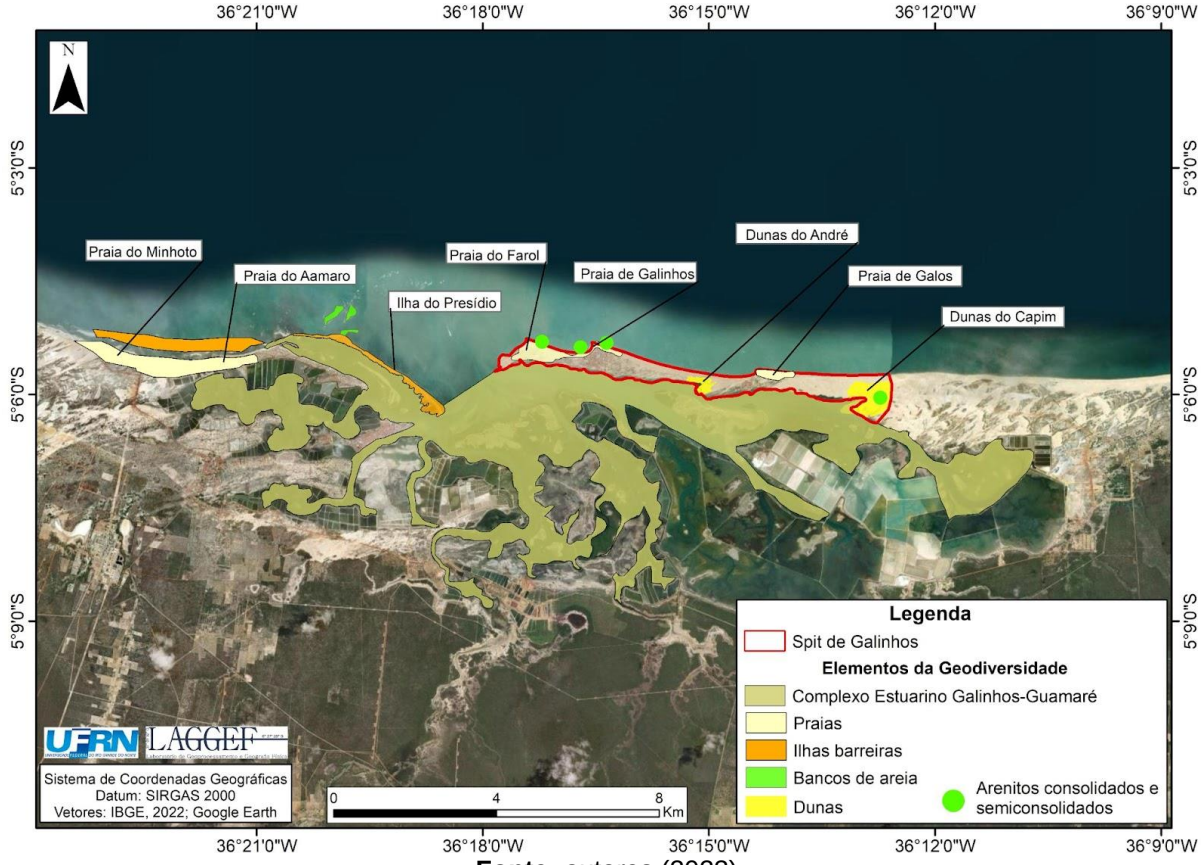
De acordo com Françolin e Szatmari (1987), o processo de separação do megacontinente foi dividido em três fases: a primeira aconteceu a aproximadamente 152 milhões de anos a 163 milhões de anos, no triássico superior; entre 100 – 145 milhões de anos atrás temos então o início da fratura na parte sul do megacontinente; no Albiano, a aproximadamente 100,5 milhões de anos atrás acontece de fato o movimento divergente das placas, que deu origem aos atuais continentes.

Conforme mostra Costa Neto (2009), a deposição da Bacia Potiguar vai acontecer nestas fases, denominadas de Rifte, transicional e drift: a fase rifte corresponde a uma deposição de maioria lacustre, deltaica e fluvial; na fase transicional, aconteceu uma distensão no sentido norte-sul do megacontinente; já fase drifte, acontece a sedimentação em terra firme (onshore), com a penetração do oceano entre as placas, sendo responsável por sucessivas transgressões e regressões marinhas.

Apesar da mais valia histórica por trás da Bacia Potiguar, de sua origem, os ambientes sobre os quais se encontram os elementos singulares da Geodiversidade dos municípios possuem gênese nos últimos 7.000 mil anos atrás, mais especificamente no período Holocênico. Os 6500 mil anos atrás, acontece uma das transgressões marinhas do Holoceno, com o nível do mar atingindo 1,3 metros acima do nível médio atual, nesse dado momento é iniciado uma deposição de sedimentos, em continente, responsável pela origem de barreiras transgressivas, ilhas barreiras, lagoas rasas e planícies de maré conectadas ao mar aberto (STATTEGER *et al.,* 2006).

Como observamos na figura 2, os elementos da Geodiversidade na área investigada estão situados nos seguintes ambientes: Complexo Estuarino Galinhos-Guamaré; Dunas; Arenitos consolidados e semiconsolidados; Praias; Bancos de areia; Ilhas Barreiras.

Figura 2 - Mapa dos elementos da Geodiversidade da área de estudo

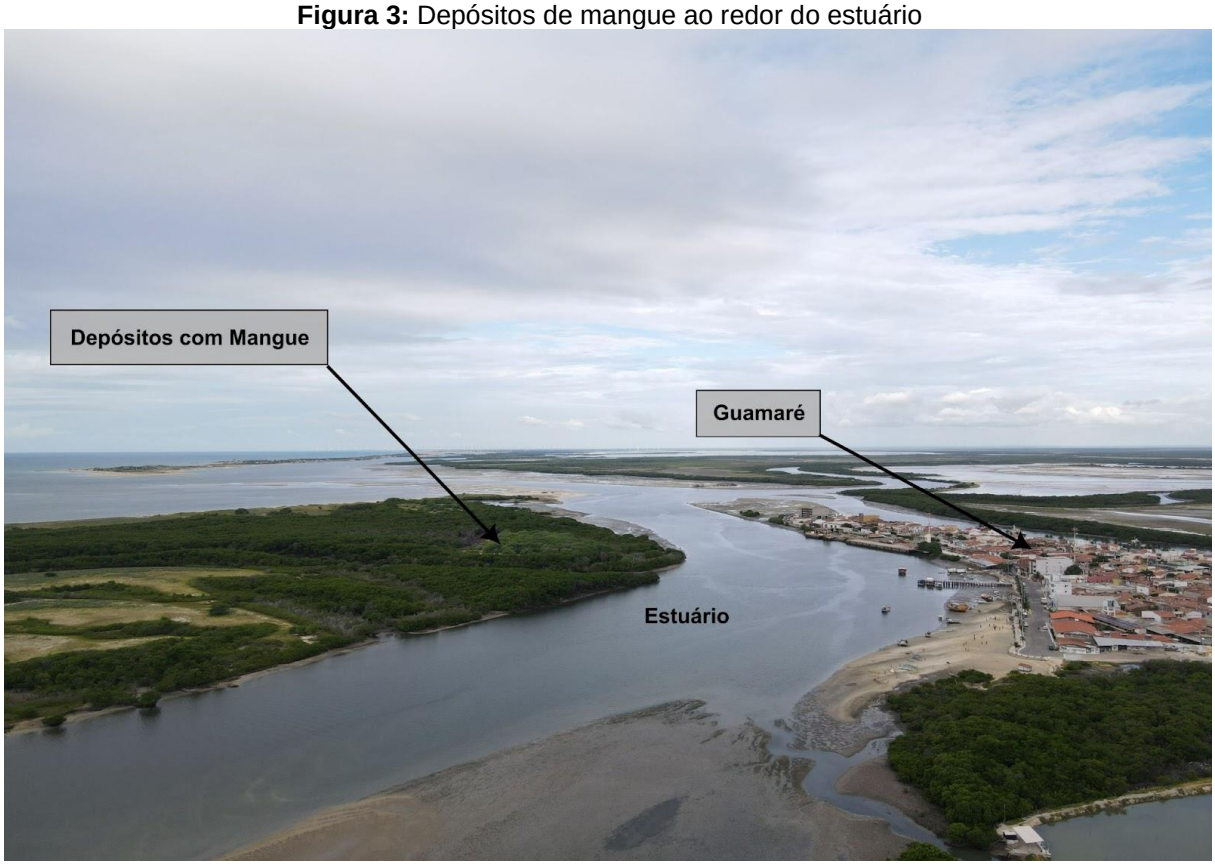


Fonte: autores (2023)

Complexo Estuarino Galinhos-Guamaré

De acordo com Costa Neto (2009), o Complexo Estuarino Galinhos-Guamaré se desenvolveu por trás de antigas ilhas barreiras, também nas transgressões e regressões supracitadas, com orientação de leste-oeste. O estuário engloba tanto o município de Galinhos quanto o de Guamaré, o estuário dá a sustentação necessária para a manutenção dos mangues nos depósitos que bordejam as ilhas barreiras (Figura 3), por meio de canais de maré enchente, que se mistura com uma pequena quantidade de água doce freática, com uma drenagem efêmera, dando origem a esse ambiente estuarino, com uma sedimentação predominantemente oceânica (DINIZ E VASCONCELOS, 2017).

Figura 3: Depósitos de mangue ao redor do estuário



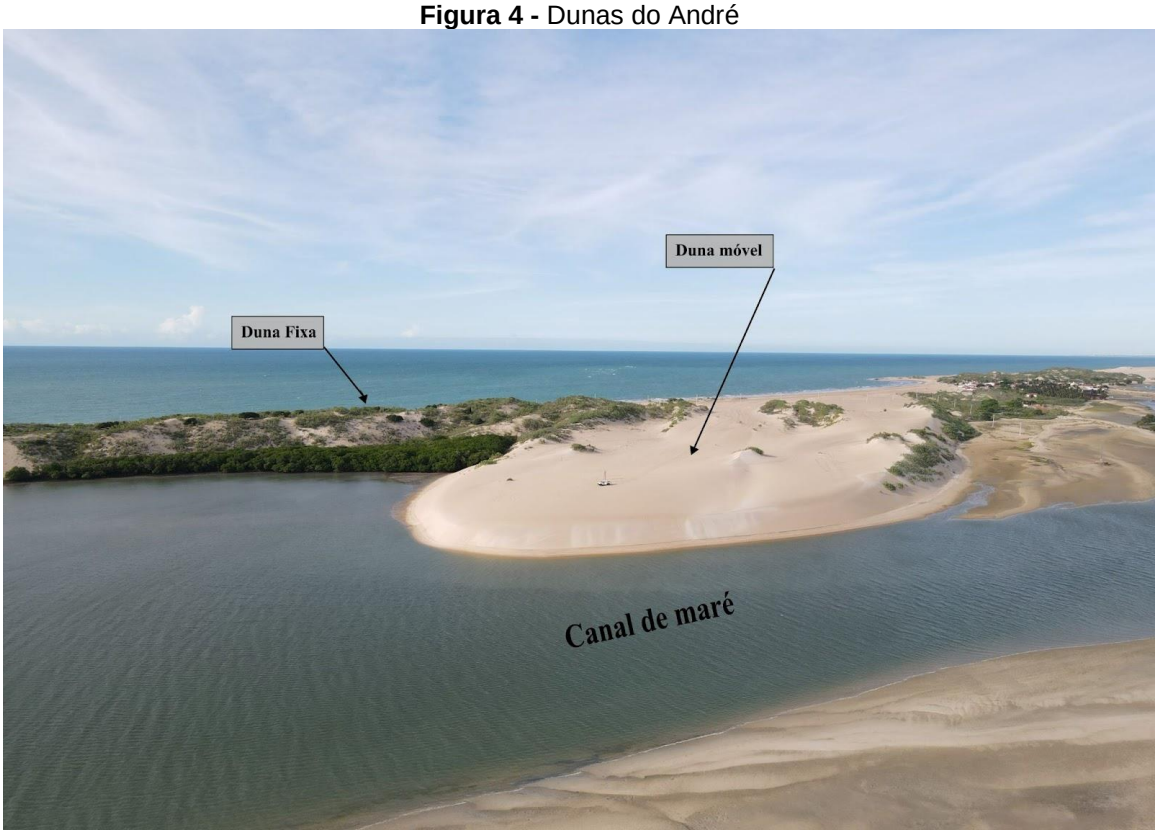
Fonte: autores (2023)

Dunas

Depósitos sedimentares muito dinâmicos, as dunas são encontradas no spit de galinhos e na ilha do presídio, em Guamaré, possuem ainda uma granulometria fina a média, constituídos como um dos principais destinos turísticos no município de Galinhos (LIMA, 2004; SILVA, 2020).

No spit de Galinhos têm-se as Dunas do André, com dunas fixas e móveis (Figura 4) e nas Dunas do Capim, com dunas móveis (Figura 5). Já na ilha do presídio encontramos dunas semifixas na praia do queimado (Figura 6).

Figura 4 - Dunas do André



Fonte: Chagas (2023)

Figura 5 - Dunas do Capim

Fonte: Autores (2023)

Figura 6 - Dunas semifixas na Praia do Queimado, Guamaré

Fonte: Chagas (2023)

Arenitos consolidados e semiconsolidados

Os arenitos consolidados são os chamados "*Beachroks*" (Figura 7), a origem dessas morfologias na área de estudo acontece durante o período Holocênico, cimentando-se no limiar das ilhas barreiras transgressivas, no momento em que o nível do mar se encontrava próximo ao nível médio atual (STTATEGER *et al.* 2006). De acordo com o estudo de Lima (2004), os *beachrocks* da área investigada têm gênese, mais precisamente na última transgressão e regressão marinha, Bezerra *et al.* (1998; 2003) data que esses *beachrocks* tem uma idade entre 3680 – 3210 mil anos atrás, Costa Neto (2009), data que o *beachrock* localizado na praia de Galos possui uma idade ainda mais recente, entre 2390 – 2340 mil anos atrás.

Os *beachrocks* estão localizados ao longo do spit de Galinhos, nas praias de Galinhos, na Praia do Farol e na Praia de Galos, eles desempenham uma importante função no ambiente do local, são responsáveis por absorver energia cinética das ondas e evitam que seja constante a erosão no spit de Galinhos, sob o qual está localizado a sede municipal, ou seja, protegem o spit de um possível desaparecimento por causas naturais.

Além disso, nas fácies dos *beachrocks* é possível observar antigas linhas de deposição sedimentar sobrepostas nos *beachrocks* (Figura 8)

Figura 7 - *Beachrocks* no spit de Galinhos/RN
A: Praia do Farol; B: Praia de Galos; C: Praia do Farol

Fonte: Autores (2023)

Figura 8 - Antigas linhas de deposição marcadas nos beachrocks
A linha amarela representa antigas linhas de deposição

Fonte: Chagas (2023)

Os arenitos praiais semiconsolidados, são eolianitos que estão constantemente sofrendo erosão em decorrência de visitas constantes no parque de dunas, sob o qual estão

localizados. Sua gênese está relacionada com a cimentação carbonática em areia fina à grossa (Lima, 2004).

Observamos na figura 9, uma comparação do estado dos eolianitos soterrados em 2023, e uma imagem em comparação a de 2019, quando ainda se conseguia observar o afloramento.

Figura 9 - Arenitos praias semiconsolidados
A: Foto tirada em 2019; B: Foto tirada em 2023

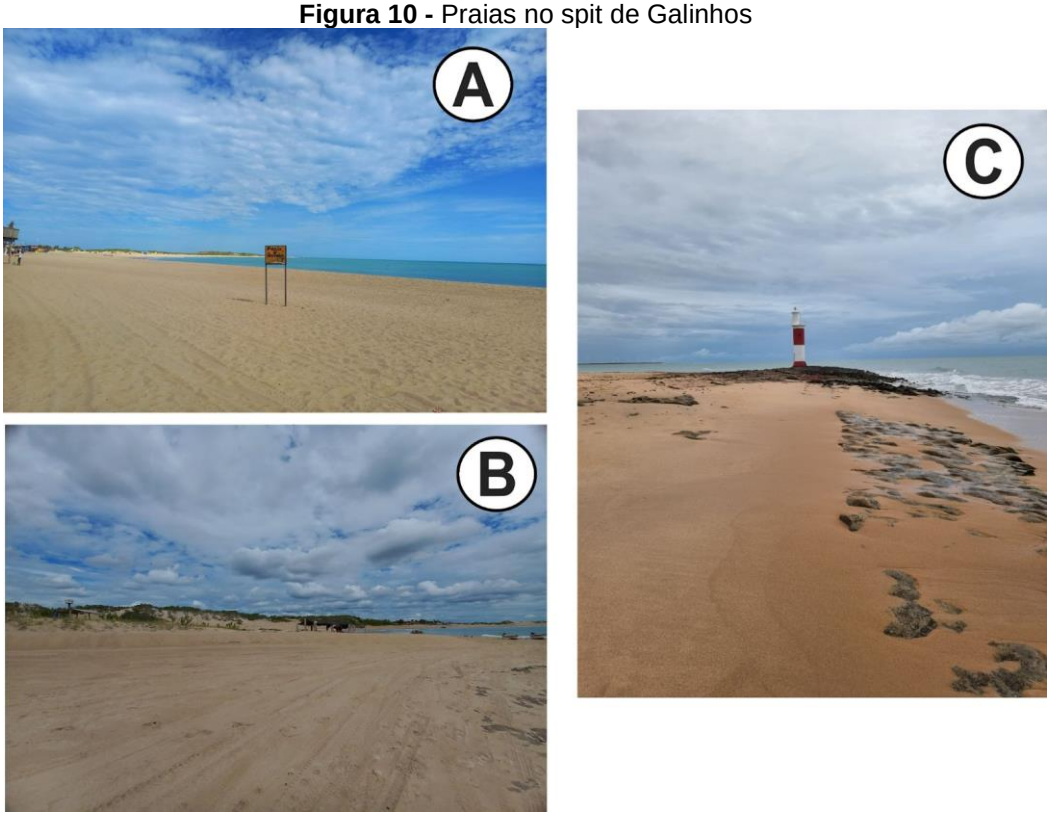
Fonte: Foto A - Maria das Vitórias da Silva; Foto B - Autores (2023)

Praias

As praias englobam morfologias como, antepraia, pós-praia e zona de estiranço, morfologias que sofrem constante morfogênese pela interação de ondas, marés e correntes longitudinais, assim como a variação da maré durante do dia.

No município de Galinhos as praias estão localizadas no spit, caracterização como uma morfologia arenosa de restinga, com o corpo alonga, e paralelo a linha de costa, de origem a partir de transporte sedimentar (Costa Neto, 2009). No spit temos como locais singulares da Geodiversidade a Praia de Galinhos (Figura 10 - A), a praia de Galos (Figura 10 - B) e a Praia do Farol (Figura 10 - C).

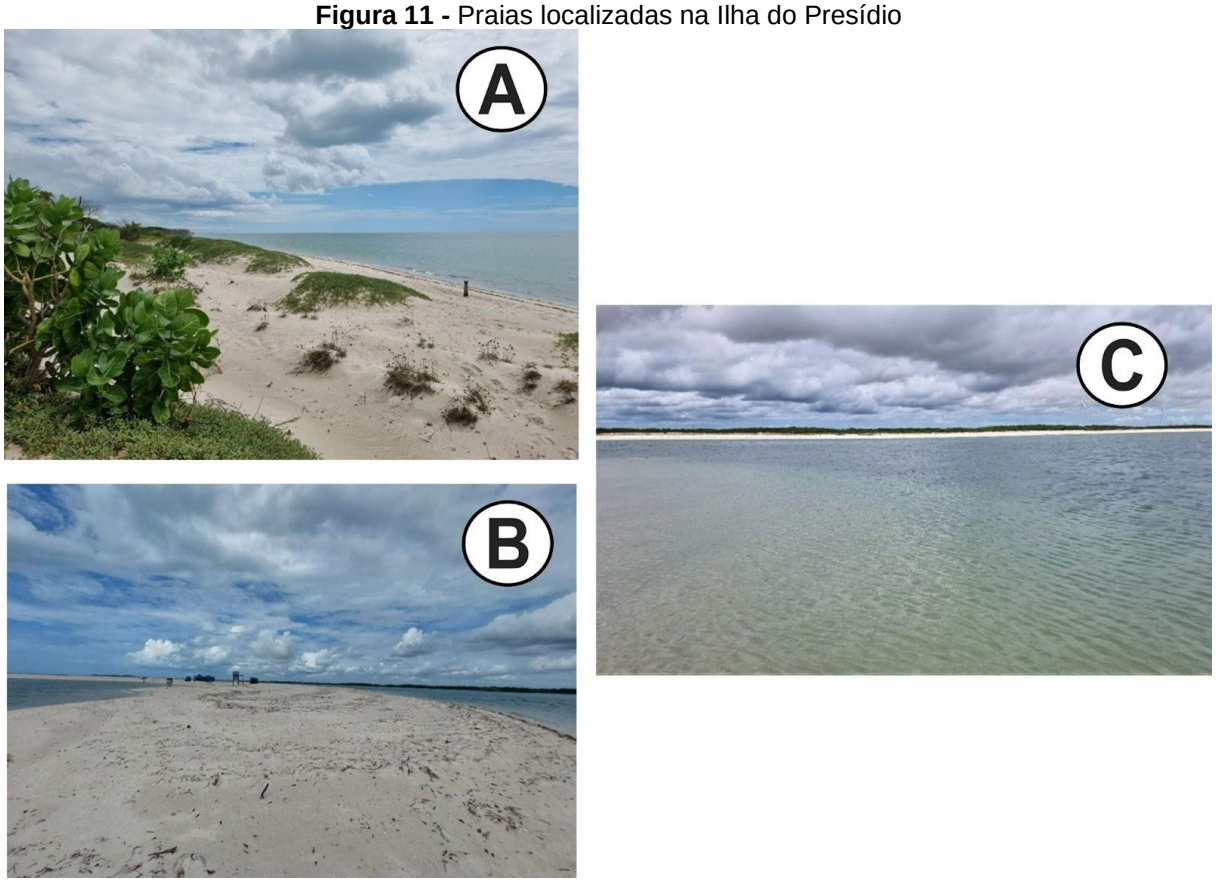
Figura 10 - Praias no spit de Galinhos



Fonte: Autores (2023)

Já no município de Guamaré as praias são localizadas em porção continental e também na chamada ilha do presídio. Na ilha do presídio vamos encontrar as praias do queimado (Figura 11-A), Praia do Presídio (Figura 11-B) e a Praia da Atabaia (Figura 11-C), já na porção continental, encontramos as Praias do Minhoto e a Praia do Amaro.

Figura 11 - Praias localizadas na Ilha do Presídio



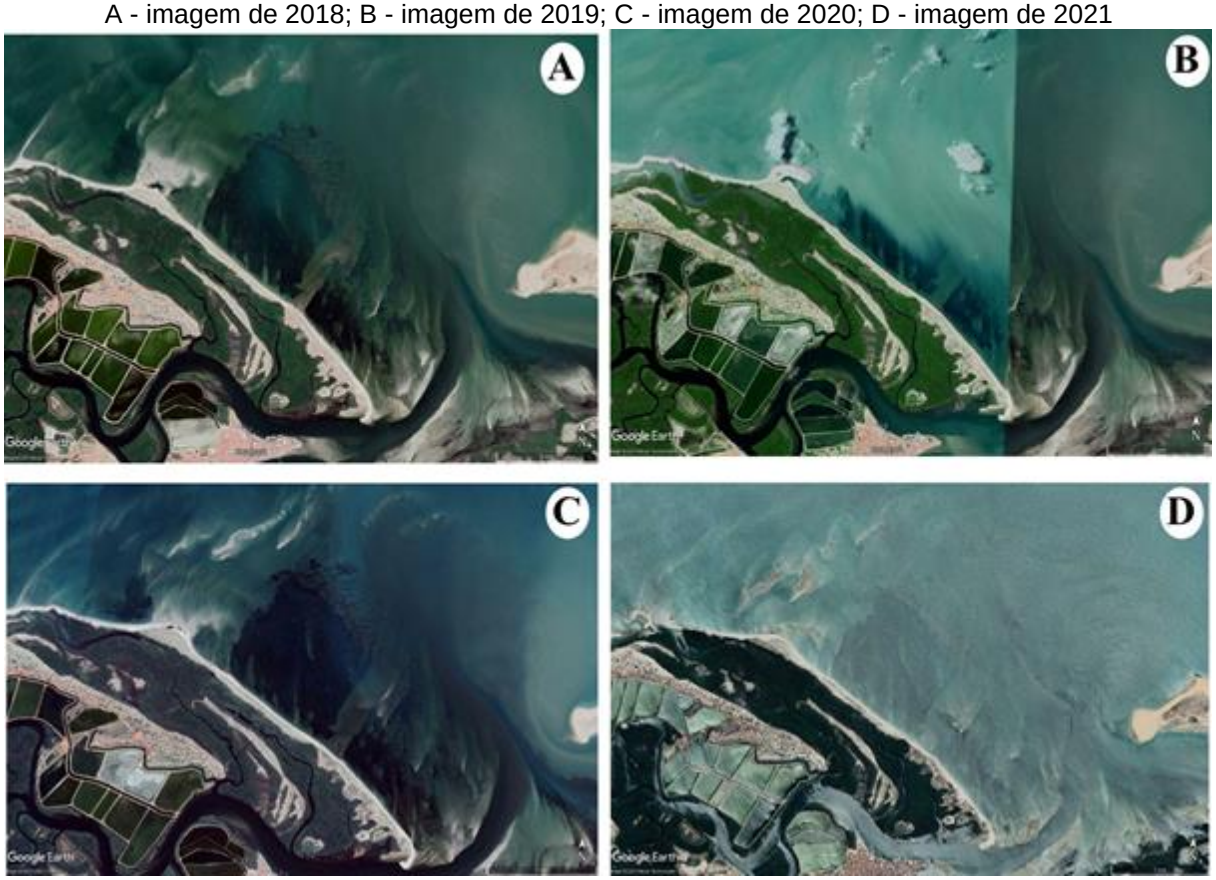
Fonte: Autores (2023)

Bancos de areia

Os bancos de areia estão localizados a norte da ilha do presídio, popularmente denominado de coroas, por pescadores, dos locais analisados são os depósitos mais recentes, são formados por interações entre correntes marinhas, marés, e sedimentos acumulados. Estes bancos ficam emersos apenas nos horários de maré baixa, durante a maré alta elas ficam submersas.

Além disso, devido a constantes fatores de interações observamos alterações morfológicas nos sedimentos depositados (Figura 12).

Figura 12 - Variação morfológica dos bancos de areia
A - imagem de 2018; B - imagem de 2019; C - imagem de 2020; D - imagem de 2021



Fonte: Chagas (2023)

Ilhas Barreiras

As ilhas barreiras estão localizadas a norte do município de Galinhos e a norte das praias do Minhoto e do Amaro. A ilha barreira a norte da sede municipal de Guamaré é chamada de Ilha do Presídio, estando paralelo a linha de costa, formado pela interação de ondas e correntes, relacionadas a transgressões e regressões marinhas holocênicas.

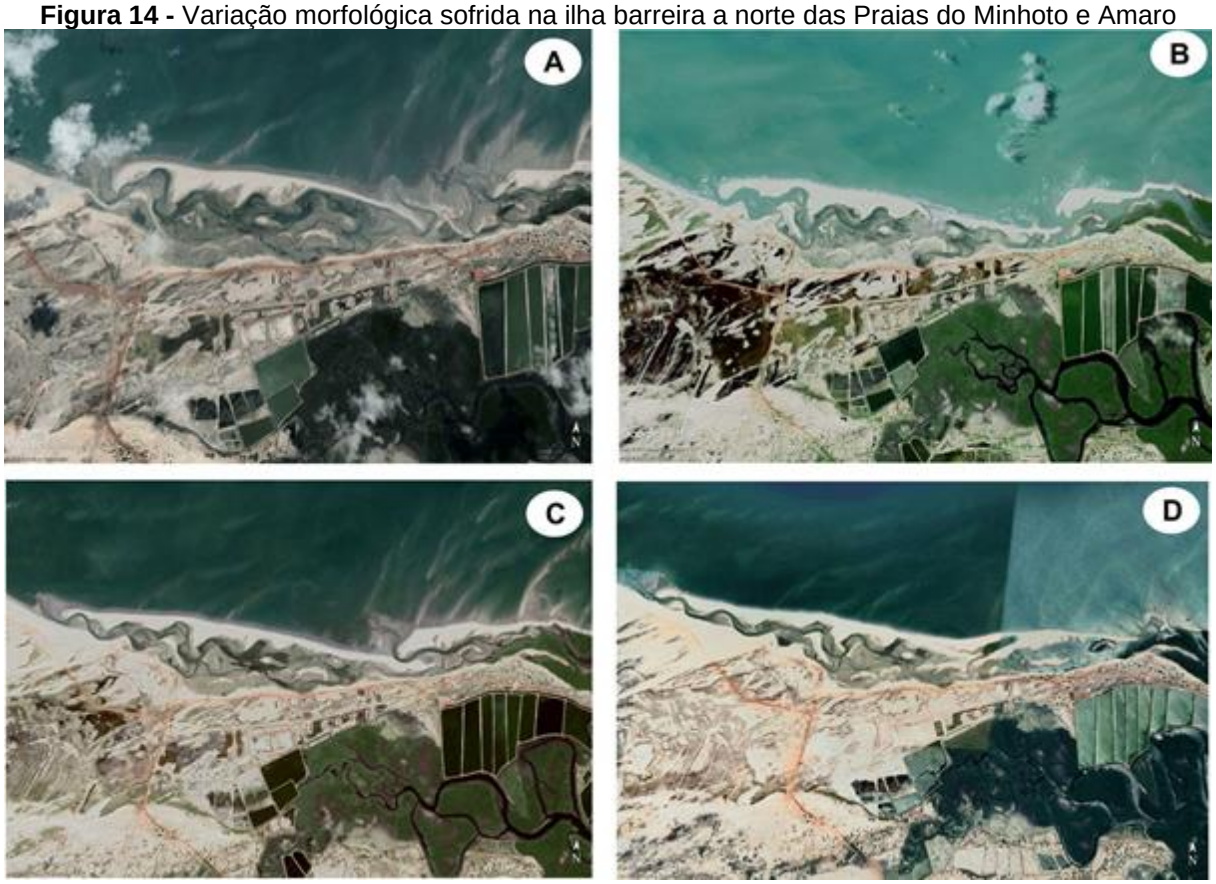
Contudo, é necessário destacar de forma irresponsável a instalação de aerogeradores nas bordas do manguezal e da ilha do presídio (Figura 13), o que pode ocasionar no decorrer do tempo instabilidades no ecossistema daquele local.

Figura 13 - Aerogeradores bordeando o manguezal na Ilha do Presídio

Fonte: Autores (2023)

A ilha barreira situada a norte das praias do minhoto e amaro também oferecem um serviço de controle de inundação e de erosão nas praias, proporcionando um banho calmo e com risco quase zero de afogamento. Por se tratar de um ambiente que não possui uma cobertura vegetal, diferente da ilha do presídio, esta ilha barreira sofre constante variação morfológica, por intenções de ondas, marés e correntes marinhas (Figura 14).

Figura 14 - Variação morfológica sofrida na ilha barreira a norte das Praias do Minhoto e Amaro



Fonte: Autores (2023)

Conclusão ou Considerações Finais

A Geodiversidade presente nos municípios de Galinhos e Guamaré é apresentada em caras paisagens, com uma singular exuberância, o estudo aqui desenvolvido mostra como os locais com maior singularidade na área de estudo.

Conclui-se que, os municípios podem melhor utilizar desses elementos, de forma sustentável, Galinhos já extrai ao máximo essas particularidades, com o turismo que é realizado no município, contudo, no que tange Guamaré, percebe-se ainda pouca valorização do serviço, podendo utilizar-se melhor desses locais exuberantes.

Além disso, é uma área com uma dinâmica natural muito acelerada, seus atributos têm origem totalmente no holoceno, o que no tempo geológico é um curto prazo, além também de estarem em constante movimento, por isso é necessário a cautela na forma de utilizar esses locais, uso irresponsável pode ocasionar seu sumiço, como o caso dos aerogeradores implantados em meio a Ilha do Presídio, ao lado do manguezal.

Referências

ARAÚJO, I. G. D. Geomorfodiversidade da zona costeira de Icapuí, Ceará: definindo geomorfossítios pelos valores científico e estético. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2021.

BEZERRA, F. H. R. LIMA-FILHO, F. P. AMARAL, R. F. CALDAS, L. H. O. COSTA-NETO, L. X. Holocene coastal tectonics in NE Brazil. In: STEWART, I. VITA-FINZI, C. Coastal tectonics. p. 279 -293, 1998.

BEZERRA, F. H. R. BARRETO, A. M. F. SUGUIO, K. Holocene sea-level history on the Rio Grande do Norte State Coastaç, Brazil. Marine Geology, p. 73-89, 2003;

CHAGAS, M. D. Avaliação do Patrimônio Geomorfológico de Guamaré e Galinhos - RN. No prelo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2023.

COSTA NETO, L. X. Caracterização geológica, geomorfológica e oceanográfica do sistema Pisa Sal, Galinhos, RN, NE do Brasil, com ênfase à erosão, ao transporte e à sedimentação. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

DINIZ, M. T. M. PEREIRA, V. H. C. Climatologia do estado do Rio Grande do Norte, Brasil: Sistemas Atmosféricos Atuantes e Mapeamento de Tipos de Clima. Boletim Goiano de Geografia (Online), v. 35, p. 488-506, 2015.

DINIZ, M. T. M. OLIVEIRA, G. P. Proposta De Compartimentação Em Mesoescala Para O Litoral Do Nordeste Brasileiro. Revista Brasileira de Geomorfologia. São Paulo, v.17, n.3. P.565-590, 2016.

DINIZ, M. T. M. OLIVEIRA, A. V. L. C. Mapeamento das unidades de paisagem do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Boletim Goiano de geografia, v. 38, n. 2, p. 342-364, 2018.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P. de; MAIA, R. P.; FERREIRA, B. MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE. Revista Brasileira de Geomorfologia, [S. l.], v. 18, n. 4, 2017. Disponível em: https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1255. Acesso em: 01 de ago. 2023.

FRANÇOLIN, J. B. L. & SZATMARI, P. Mecanismo de Rifteamento da Porção Oriental da Margem Brasileira. Revista Brasileira de Geociências, v. 2, n° 17, 196-207, 1987.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. Londres: John Willey and Sons, 2004.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2013.

LIMA, Z. M. C. Caracterização da dinâmica ambiental da região costeira do município de Galinhos, litoral norte do RN. Tese (Doutorado em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004

RABELO, T. O. Geoconservação e risco de degradação em ambientes costeiros: uma proposta de avaliação do geopatrimônio costeiro dos munícipios de Raposa-MA e Galinhos-RN, Brasil. Tese (doutorado) - Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

SHARPLES, C. A metholodogy for the identification of significant landforms and geological sites for geoconservation purposes. Tasmania: Report to Forestry Comission, 1993.

SHARPLES, C. Concepts and principles of geoconservation. 3. Ed. Tasmânia: Parks & Wildlife Service web site, 2002.

SILVA, M. V. Avaliação do patrimônio geomorfológico do spit de Galinhos-RN. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2020.

SILVEIRA, I. M. Estudo evolutivo das condições ambientais da região costeira do município de Guamaré-RN. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2002.

STATTEGGER, K.; DE O. CALDAS, L. H.; VITAL, H. Holocene coastal evolution of the northern Rio Grande do Norte Coast, NE Brazil. Journal of Coastal Research, p. 151-156, 2006.

VITAL, H.; TABOSA, W. F.; FARIAS, P. R. C.; SOUZA, Z. S.; LIMA, Z. M. C.; ARAÚJO, P. C.; SILVA, D. R. V. Folha Jandaíra SB.24-X-D-III. Carta Geológica. CPRM, 2011. Escala 1:100.000.

VITAL, H.; TABOSA, W. F.; SOUZA, Z. S. Carta Geológica Folha Jandaíra SB.24-X-D-III. Relatório Técnico +1 mapa, color. Escala 1:100.000. CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014.

Avaliação quantitativa do valor turístico da geodiversidade da Serra dos Morais (Monte Cruz de Pedra), Iguatu, Ceará

Quantitative assessment of the tourist value of the geodiversity of the Serra dos Morais (Monte Cruz de Pedra), Iguatu, Ceará

Francisco Leonardo Nogueira de Castro
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Iguatu
https://orcid.org/0009-0005-7440-6737
leonardo.nogueira07@aluno.ifce.edu.br

Maria Milena Bezerra Gomes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Iguatu
https://orcid.org/0009-0001-5312-5072
milena.gomes07@aluno.ifce.edu.br

Francisco Nataniel Batista de Albuquerque
Professor Doutor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE) - Campus Iguatu
https://orcid.org/0000-0001-8588-2740
nataniel.albuquerque@ifce.edu.br

Resumo: Os estudos geomorfológicos relacionados à geodiversidade tem mostrado nos últimos anos uma grande evolução na busca de compreender os locais de interesse geomorfológico (LIG) visando a conservação dos elementos abióticos da paisagem. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo determinar o valor turístico da geodiversidade da Serra dos Morais (Monte Cruz de Pedra), município de Iguatu, Ceará, um dos principais LIGs do município conhecido como “a vista mais bonita da capital do Centro-Sul” do Ceará. A pesquisa de cunho quantitativo buscou valorar e classificar os elementos da geodiversidade a partir de seis parâmetros do valor turístico. Como resultado, a área de estudo obteve apenas nove pontos de um total de 24 sendo classificado como um local de baixo valor turístico, apesar de ser um ponto de visitação regional frequentado por praticantes de esportes radicais e de ecoturismo, evidenciando a precária infraestrutura, segurança, sinalização e acessibilidade.

Palavras-chave: Geodiversidade, Turismo, Mirante, Valoração.

Summary: Geomorphological studies related to geodiversity have shown in recent years a great evolution in the search to understand the places of geomorphological interest (LIG) aiming at the conservation of the abiotic elements of the landscape. In this context, the present work aims to determine the tourist value of the geodiversity of the Serra dos Morais (Monte Cruz de Pedra), municipality of Iguatu, Ceará, one of the main LIGs of the Ceara. The quantitative research sought to value and classify the elements of geodiversity from six parameters of tourist value. As a result, the study area obtained only nine points out of a total of 24 being classified as a place of low tourist value, despite being a regional visitation point frequented by practitioners of extreme sports and ecotourism, evidencing the precarious infrastructure, security, signage and accessibility.

Keywords: Geodiversity, Tourism, Lookout, Valuation.

Introdução

De acordo com Brilha (2005), o conceito de geodiversidade está diretamente relacionado à noção de geoconservação. No entanto, a geodiversidade, que compreende a diversidade geológica e geomorfológica, também possui um valor intrínseco e desempenha

um papel fundamental na sustentação dos ecossistemas e na configuração das paisagens. A preservação dos elementos abióticos, como formações geológicas, solos, relevos e recursos hídricos, é essencial para a manutenção da vida e para a compreensão dos processos naturais. Portanto, o conceito de geodiversidade surge como uma forma de destacar a importância da conservação dos elementos não vivos do planeta, complementando o conceito de biodiversidade.

A geoconservação busca integrar a conservação da diversidade biológica e da diversidade geológica, reconhecendo que ambas são essenciais para a preservação da natureza e para o desenvolvimento sustentável. A geodiversidade refere-se à diversidade de elementos abióticos presentes em uma determinada paisagem natural incluindo características geológicas, geomorfológicas, hidrológicas e climáticas, entre outras.

A geodiversidade é reconhecida como um componente importante para a compreensão e preservação das paisagens naturais, uma vez que influencia diretamente a distribuição dos elementos bióticos e os processos ecológicos que ocorrem nessas áreas, desse modo atribuindo o nome de geodiversidade (GRAY, 2004; BRILHA, 2005; 2016; NASCIMENTO; SANTOS, 2013).

O estudo da geodiversidade tem se desenvolvido e abrangendo várias áreas da Geografia, com o objetivo de estabelecer uma relação entre os elementos abióticos presentes no espaço geográfico e a ideia de geopatrimônio e geoconservação. O geopatrimônio refere-se ao reconhecimento e valoração dos elementos geológicos e geomorfológicos como patrimônio natural e cultural, enquanto a geoconservação busca preservar e conservar esses elementos para as gerações futuras, que permeiam o patrimônio geomorfológico, que segundo Brilha 2016 é o conjunto de geossítios, ou locais de interesse geológico, inventariados e caracterizados de uma dada região, com singular valor do ponto de vista científico.

Nesse contexto, damos foco a Serra dos Morais, popularmente conhecida como Monte Cruz de Pedra, localizada no município de Iguatu, região centro-sul do estado do Ceará. A Serra dos Morais é um local frequentado por visitantes que desejam apreciar a paisagem e entrar em contato com a natureza, realizando trilhas e caminhadas, observando a fauna e flora local, além de desfrutar de vistas panorâmicas dentre as quais podemos citar o mirante Cruz de Pedra, localizado nas coordenadas 6°22’44” S e 39°06’56” W.

Andrade (2008) retrata os mirantes sob uma ótica de patrimônio paisagístico, definindo como espaços públicos que proporcionam potencialmente a manifestação da arte que pode interagir de diversas formas, em diferentes escalas na relação com a paisagem. Transmitem assim teor cultural do lugar onde estão a contracenar com elementos da natureza,

com as construções, os transeuntes, os sons, entre outros sentidos da percepção que revelam ‘toda a paisagem'.

Ainda nesse pressuposto podemos constatar que os mirantes ou viewpoint, são locais que oferecem vistas panorâmicas e privilegiadas de paisagens naturais, urbanas ou culturais, eles desempenham um papel importante no turismo e lazer, pois proporcionam uma experiência única aos visitantes, permitindo-lhes apreciar a beleza cênica de determinada região. Além disso, os mirantes podem ter um impacto significativo na economia local, atraindo turistas e gerando receitas por meio do turismo. Em termos de conservação da biodiversidade, os mirantes podem desempenhar um papel crucial, ao oferecer uma perspectiva ampla da paisagem, eles ajudam a conscientizar as pessoas sobre a importância dos ecossistemas naturais e a necessidade de sua preservação.

> Os mirantes são algumas dessas áreas, observadas não apenas numa perspectiva natural, mas também econômica e social. O termo mirante ainda é relativamente pouco discutido, o que se sabe é que é usado mais frequentemente na construção civil, terminologicamente definido como a parte mais alta de uma elevação, seja natural ou artificial. Na Geografia o entendimento sobre o mirante recebe uma carga cultural. Quando o mesmo é trabalhado num espaço geográfico, é incumbido de representações e simbolismos culturais. Ao nosso ver, o mirante não é apenas um cume arquitetônico, é um lugar simbólico, um espaço cultural, construído a partir das relações sociais, culturais, religiosas e econômicas, dotado de grande potencial turístico (SILVA, 2021, p. 13-14).

Nessa perspectiva cria-se o conceito de geoturismo estimulado pelo turismo de natureza que vem crescendo cada vez mais, devido principalmente ao interesse global por temas ambientais. O documento “Diretrizes para visitação em Unidades de Conservação” (BRASIL, 2006, p. 9) assegura que “nos últimos 10 anos, diversos fatores indicam um crescimento expressivo da visitação em áreas naturais no Brasil e no mundo”.

> [...] profundo o interesse que a sociedade contemporânea tem pelo mundo natural, interesse esse que permeia o imaginário coletivo com o aceno do paraíso, particularmente nos países centrais do capitalismo ou em regiões intensamente urbanizadas de países periféricos, onde a ciência, a técnica e a informação definem espaços cotidianos altamente artificializados, nesse âmbito podemos afirmar que geoturismo é uma forma de turismo que se concentra na valoração e conservação da geomorfologia e das paisagens terrestres, baseia-se na ideia de que os recursos geomorfológicos e geográficos únicos de um lugar podem ser uma atração turística significativa (PIRES 2000, p.12).

O geoturismo tem como objetivo principal promover a conservação e proteção dos recursos geológicos e paisagens naturais. Ao promover a compreensão e valoração da

geografia, espera-se que as comunidades locais e os turistas adotem práticas sustentáveis e se convertam em defensores da conservação da terra.

Diante do exposto, o objetivo do artigo é determinar o valor turístico da geodiversidade da Serra dos Morais (Monte Cruz de Pedra), um dos principais locais de interesse geomorfológico (LIG), conhecido como “a vista do mais bonita da capital do Centro-Sul” do Ceará.

Metodologia

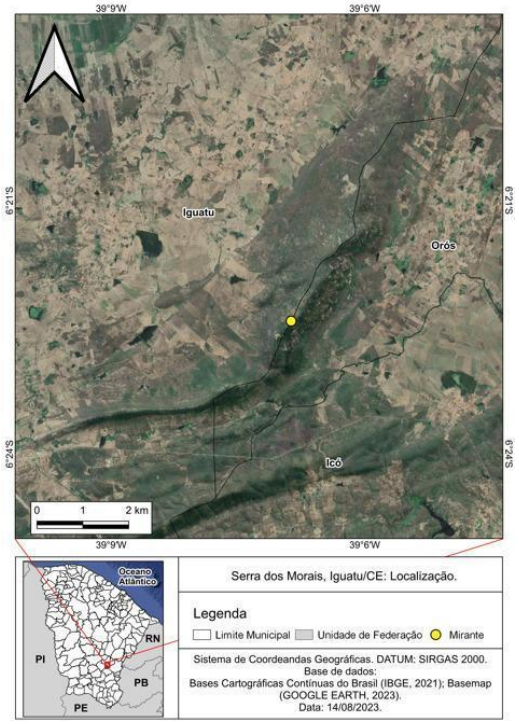
Área de estudo

A área de estudo da presente pesquisa é a Serra dos Morais (Figura 1), popularmente conhecida na região como Monte Cruz de Pedra, formação geomorfológica localizada na região Centro-sul do Ceará, na cidade de Iguatu, especificamente no distrito de José de Alencar, servindo como limite natural entre os municípios de Iguatu e Orós.

Segundo Oliveira et al. (2020, p. 16), a serra consiste num relevo alinhado em forma de crista que se inicia em uma altitude de 250 m alcançando 483 m no topo, destacando-se na paisagem da superfície aplainada do entorno com altitudes médias em torno de 230m. Seu topo em forma de crista é composto de rocha quartzítica que, na sua porção leste, faz contato com afloramentos ígneos, principalmente, granitos.

A feição se localiza na borda leste da bacia sedimentar do Iguatu, servindo como divisor topográfico dos municípios de Iguatu, Orós e Icó.

Figura 1 – Mapa de localização da serra dos Morais, no limite dos municípios de Iguatu e Orós (Ceará).



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A região apresenta uma paisagem semiárida, com vegetação adaptada às condições de clima seco e solos pedregosos. Na serra estão localizadas algumas nascentes que abastecem os rios da região. Seu acesso é feito pela BR-404 e por uma trilha de aproximadamente 4,3 km tendo acesso inicial em uma estrada carroçável e logo depois calçada, com material retirado da mesma área e que nos permite o acesso ao local de interesse. O percurso possui um desnível de aproximadamente 160 metros, variando de 287 a 452 metros.

No topo da serra encontra-se o mirante Cruz de Pedra, que fica a cerca de 452 m de altitude dando visão das cidades de Icó e Orós que fica cerca de 16,10 km e 28,8 km, respectivamente a SE da rampa de acesso, e dos reservatórios de água Lima Campos e Orós (Juscelino Kubitschek).

O mirante tem seu acesso dificultado pela manutenção da trilha, mas chama a atenção de praticantes de esportes, apreciadores de paisagens e para fins de pesquisas acadêmicas. O local também possui significativo interesse econômico, uma vez que desempenha um papel crucial na distribuição de eletricidade e telecomunicação.

Empresas aproveitam da sua morfologia única como uma vantagem, adaptando-a para atender às suas necessidades, no entanto esse processo de adaptação resulta em impactos visíveis na paisagem, resultando na concentração de infraestruturas em áreas específicas como as torres no topo, além das dificuldades de acesso a determinados pontos, afetando a capacidade de exploração da área.

Procedimentos metodológicos

Os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa, consistem em um levantamento bibliográfico acerca das temáticas de caráter teórico e prático, ademais foi realizada uma pesquisa em campo onde foram coletados dados. Do ponto de vista metodológico, o mirante foi avaliado quantitativamente utilizando a metodologia proposta por Diniz e Araujo (2022).

A referida metodologia classifica a geodiversidade dos mirantes em três categorias de valoração: valor científico, valor estético e valores adicionais, como valores cultural, didático e turístico, no entanto, no escopo deste estudo em particular, será dada ênfase à relevância do Valor Turístico do mirante (Tabela 1).

Tabela 1. Critérios do valor turístico (DINIZ; ARAÚJO, 2022).

Critério	Definição	Parâmetros	Pontuação
C1—Acessibilidade	Indicativo de dificuldades de acesso ao site.	Somente por pedestres preparados (por exemplo, no caso de pontes suspensas).	**1**
		Apenas por pedestres.	**2**

		De carros com estradas de terra.	**3**
		De carros com estradas pavimentadas.	**4**
C2—Categoria de Turismo	As finalidades turísticas existentes na zona (sol e praia, geoturismo, ecoturismo, aventura, estudos, desporto, pesca, cultural, religioso, etc.).	0–1 tipo de turismo	**1**
		2 tipos de turismo	**2**
		3 tipos de turismo	**3**
		4 ou mais tipos de turismo	**4**
C3—Existência de uso em andamento	Indica as condições atuais de uso turístico do local.	Site sem uso atual ou site com algum índice de visitação, mas ainda incipiente.	**1**
		Local com índice médio de visitação e presença de hospedagem.	**2**
		Sítio com elevada taxa de visitação mas sem mecanismo de controlo de visitantes e com presença de alojamento.	**3**
		Local com alto índice de visitação e dotado de medidas e presença de meios de hospedagem a menos de 3 km de distância.	**4**
C4—Conveniência	Ambiente construído agradável com presença de bares, restaurantes, pousadas, internet, bancos, entre outros.	0–1 elemento de conveniência.	**1**
		2 elementos de conveniência.	**2**
		3–4 elementos de conveniência.	**3**
		≥5 elementos de conveniência.	**4**
C5-Sinalização	Sinais como meio de comunicação para turistas	Ausência de sinalização.	**1**
		Presença de placas de identificação, placas indicativas e informativas sobre os riscos do local.	**2**
		Presença de sinais indicativos de relevância abiótica.	**3**
		Painéis interpretativos da área.	**4**
C6—Segurança	Condição de estar seguro no local. Presença de cercas, peitorais, placas de alerta sobre os perigos expostos, entre outros.	Miradouro íngreme ou não inclinado sem proteção para o visitante.	**1**
		Um miradouro com 1 elemento de proteção para o visitante.	**2**
		Miradouro com mais de 2 elementos de proteção de visitantes.	**3**
		Miradouro inclinado (inferior ou superior a 45°) com mais de 3 elementos de proteção de visitantes.	**4**
Classificação			
Muito Baixo			**1–6**
Baixo			**7–12**
Médio			**13–18**
Alto			**19–24**

Fonte: Diniz e Araújo (2022).

Após a quantificação do valor turístico, o local de interesse geomorfológico foi classificado quanto ao nível de importância para o turismo, a partir da valoração da geodiversidade, classificando em muito baixo, baixo, médio ou alto.

Quantificação do valor turístico do mirante da Serra dos Morais (Monte Cruz de Pedra)

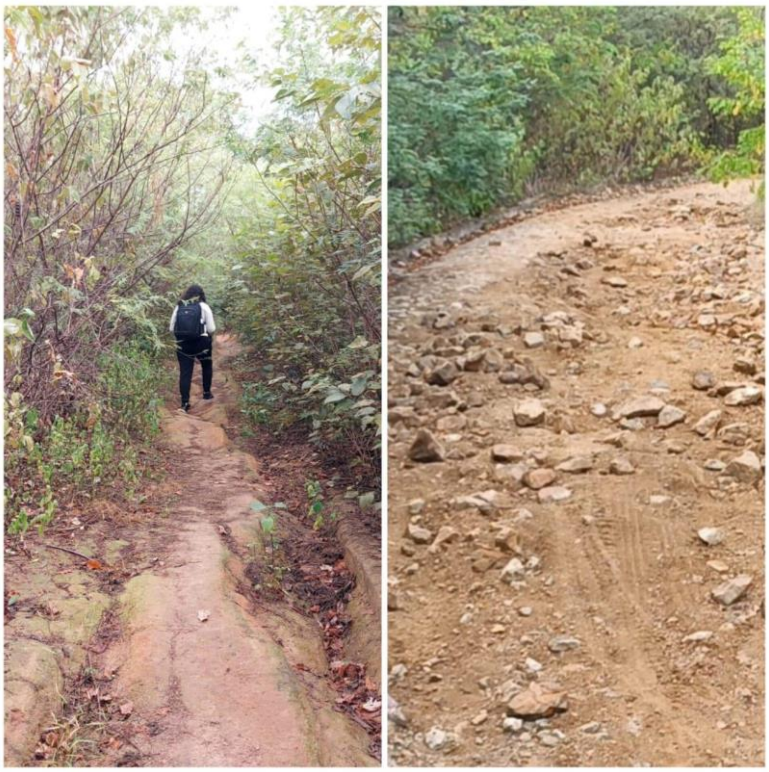
Neste tópico, realizaremos uma quantificação dos parâmetros que contribuem para o valor turístico do Monte Cruz de Pedra. Vamos analisar diversos fatores que influenciam a atração e o apelo desse local como destino turístico. Através dessa análise, poderemos compreender melhor como esses elementos se somam para propiciar uma experiência turística na vista mais bonita da capital do Centro-Sul.

Com base na análise do local, podemos classificar a acessibilidade (1º parâmetro) com a pontuação 2, pois o mesmo possui um acesso por uma estrada de 4 km, sendo os 2 km iniciais de estrada carroçável seguido de 2 km de um trecho macadamizado até o topo. O local de interesse geomorfológico (LIG) possui uma baixa acessibilidade, pois possui acesso restrito a pedestres e motociclistas (figura 4 B).

O acesso por meio de automóveis é comprometido devido à má conservação e ausência de infraestrutura adequada para o transporte. Outro problema identificado é a falta de manutenção ao longo do trecho resultando em erosões causadas pelas chuvas, o que torna a via de acesso mais precária e difícil de transitar, além, da vegetação nativa tomando o lugar da mesma, dificultando ainda mais o acesso, (Figura 4 A).

Diante dessas condições, é recomendável visitar o local durante o período de estiagem, quando a acessibilidade é melhor. Nessa época, as estradas ou trilhas provavelmente estarão em melhores condições e será mais fácil percorrer o trajeto.

Figura 4 – Condições da trilha de acesso ao mirante da serra: presença de ravinas (A) condições da subida até o mirante (B).



Fonte: Os autores (2023).

Em termos de categoria turística (2º parâmetro), podemos classificar o local em questão em dois tipos diferentes: turismo de aventura e ecoturismo. Assim podemos atribuir 2 pontos tendo em vista que no (LIG) atrai um número de pessoas atrás de um interesse religioso mais com números muitos baixos sendo descaracterizado como um tipo de turismo.

O turismo religioso é caracterizado por grupos de pessoas que sobem a serra com o propósito de fazer encontros de orações, esse tipo de turismo é motivado pela fé e pela busca espiritual, onde os visitantes podem encontrar tranquilidade, conexão com a natureza e um local propício para suas práticas religiosas de tal modo que esses grupos podem realizar caminhadas ou trilhas, desfrutando da paisagem e do ambiente sereno ao redor.

Por outro lado, o turismo de aventura é voltado para aqueles que buscam emoções e adrenalina. Nesse caso, o local é utilizado para a prática de esportes como bungee jumping e rapel nas torres, além de se ter a prática do rapel (figura 5 B), essas atividades são realizadas por pessoas que desejam experimentar a sensação de liberdade e a emoção de desafiar os limites pessoais, aproveitando a paisagem deslumbrante da serra durante essas atividades. Esses dois tipos diferentes de turismo, o religioso e o de aventura, atraem visitantes com interesses distintos, proporcionando experiências únicas e enriquecedoras.

Figura 5 – Torre utilizada para prática esportiva: *bungee jumping* (A) e rapel (B)

Fonte: Os autores (2023).

Sem dúvida, o turismo religioso e o turismo de aventura representam abordagens distintas que conseguem atrair públicos variados, proporcionando experiências únicas e enriquecedoras. Cada estilo de turismo tem seus próprios atrativos e vantagens distintas. Enquanto o turismo religioso oferece a oportunidade de vivenciar uma jornada espiritual e cultural, o turismo de aventura oferece momentos emocionantes e a chance de explorar a natureza de maneira mais profunda. Ambos os tipos de experiências têm o potencial de enriquecer e transformar a vida dos indivíduos, tudo isso dependendo dos interesses e objetivos particulares de cada viajante. Isso valoriza ainda mais a ampla atração que essas abordagens têm, cativando públicos com diferentes interesses e preferências.

O ecoturismo no Monte Cruz de Pedra tem o potencial de atrair um número significativo de pessoas que buscam deslumbrar-se com a paisagem natural única da região. O ecoturismo é uma forma de turismo responsável que promove a apreciação e a conservação do meio ambiente, ao mesmo tempo em que proporciona experiências significativas aos visitantes.

Quanto à existência de uso em andamento (3º parâmetro), o LIG possui baixo uso e pouca visitação, desse modo atribui-se pontuação 1, já que o local de interesse atualmente apresenta pequeno uso e um índice de visitação relativamente baixo, apenas uma pequena minoria da comunidade local como público-alvo, com destaque para estudantes e praticantes de esportes de aventura, ainda sim sendo pouco frequentado por motivo da localização ser remota, dificultando a hospedagem e a logística dos visitantes, o que pode desencorajar uma

maior participação. Essas limitações afetam a acessibilidade e a conveniência, influenciando a pontuação atribuída ao local.

No tocante à conveniência (4º parâmetro), o ambiente em questão não é propício para o lazer devido à falta de comodidades e serviços essenciais. Observa-se que a ausência de bares, restaurantes, pousadas e internet nas proximidades pode dificultar o acesso e tornar a experiência menos agradável para os visitantes, assim se assume pontuação 1 visto que não há espaços construídos agradáveis. Embora o local ainda possa atrair um certo fluxo turístico, sua conveniência é comprometida devido à falta de infraestrutura adequada. Isso pode representar obstáculos significativos para as pessoas que desejam aproveitar a região como um destino turístico.

O local é marcado pela falta de placas de sinalização (5º parâmetro), uma preocupação adicional, já que elas desempenham um papel essencial na orientação dos visitantes e fornecimento de informações importantes sobre o caminho a seguir, a ausência dessas placas pode resultar na dificuldade de acesso a áreas específicas de visita.

No decorrer do trajeto podem ser observadas apenas duas placas que orientam a entrada para o acesso da trilha, dificultando assim a orientação para a chegada até o local de interesse. No local também é notável que não há placas informativas sobre as características do local e segurança do visitante que alertam sobre os riscos pertinentes ao visitante (Figura 6).

Figura 6 – Placas de sinalização: placa rodoviária de acesso (A) e painel ressaltando a beleza do local.

Fonte: Os autores (2023).

Assim pontuamos com valor 2, pois como destacado, ao longo de todo trajeto observa-se apenas duas placas sinalizando a entrada do Monte Cruz de Pedra.

Quanto à segurança (6º parâmetro) do LIG, é perceptível no percurso da trilha até o mirante, medidas de segurança, como alambrados, foram instaladas nos trechos considerados mais perigosos. No entanto, ao chegar ao local do mirante, se tem uma ausência de elementos que seriam de grande utilidade no tocante à segurança (Figura 7). Assim sendo, atribuímos pontuação 1, devido a necessidade de identificação da área para visitantes que não conhecem o local.

Figura 7 – Segurança do local:plataforma de voo livre (A), ausência de proteção no mirante (B)

Fonte: Os autores (2023).

Essas necessidades podem incluir infraestrutura básica, como alambrados e cercas de contenção, áreas de descanso, lixeiras e sinalização adequada para orientar os visitantes. A falta desses elementos pode afetar negativamente a experiência dos turistas, já que a falta de comodidades pode dificultar o aproveitamento e a apreciação do mirante. Seria benéfico considerar a implementação desses recursos para melhorar a qualidade do local e torná-lo mais agradável e funcional para o público em geral.

Classificação do valor turístico do mirante da Serra dos Morais (Monte Cruz de Pedra)

Com base nas informações fornecidas, é possível concluir que o valor turístico da Serra dos Morais (Monte Cruz de Pedra) não é elevado de acordo com os critérios utilizados (Tabela 2). Os nove pontos obtidos na avaliação de um total de 24 sugere que apesar de ser considerado um local de bastante visitação da região Centro-Sul, ainda apresenta grandes problemas no tocante ao turismo.

Tabela 2. Valor turístico do mirante.

Parâmetro	Valor turístico						
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	TOTAL
Valor	2	2	1	1	2	1	9
Classificação							
Muito Baixo							
Baixo							
Médio							
Alto							Baixo (9 pontos)
Legenda: C1—Acessibilidade; C2—Categoria turística; C3—Existência em uso corrente; C4—Conveniência; C5—Sinalização; C6—Segurança.							

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Na escala de pontuação que varia de um a quatro, todos os parâmetros avaliados obtiveram, no máximo, 2 pontos. Isso ressalta a presença de necessidades significativas de melhoria em relação à estruturação do local, a fim de que ele possa se tornar um destacado destino geoturístico. As pontuações claramente indicam que há um longo percurso no sentido de desenvolvimento e melhorias para otimizar a experiência dos visitantes, aprimorando os elementos que contribuem para o valor turístico do local.

Conclusões

É importante ressaltar que a valoração quantitativa dos valores turísticos de mirantes pode variar dependendo do contexto específico, das características do local e dos dados disponíveis. Além disso, é recomendável combinar abordagens quantitativas com avaliações

qualitativas para obter uma compreensão mais abrangente e precisa do valor turístico do mirante dessa forma valorando seus aspectos.

Portanto, uma avaliação completa do valor turístico de um mirante requer uma combinação de abordagens quantitativas e qualitativas, que permita uma compreensão abrangente e precisa dos benefícios e atratividade do local. Essa abordagem mais abrangente ajudará na tomada de decisões adequadas para melhorar e promover o mirante como um local de interesse.

Com base nos fatos discutidos anteriormente sobre a falta de conveniências e elementos essenciais no mirante, juntamente com a ausência de movimentação no local, concluir que o mirante Cruz de Pedra se classifica como local de interesse com baixa movimentação, a falta de infraestrutura e comodidades próximas pode desencorajar visitantes em potencial, reduzindo assim a quantidade de pessoas que frequentam o local.

É importante considerar que a baixa movimentação turística pode ter impactos negativos no desenvolvimento e na promoção do mirante como atração turística. Para aumentar a movimentação e atrair mais visitantes, pode ser necessário investir na melhoria da infraestrutura, incluindo a adição de facilidades como restaurantes, pousadas e acesso à internet nas proximidades.

Referências

BRILHA, J. **Património geológico e geoconservação:** a conservação da natureza na sua vertente geológica. Braga: Palimage Editores, 2005.

DINIZ, M. T. M.; ARAÚJO, I. G. D. Proposal of a Quantitative Assessment Method for Viewpoint Geosites. **Resources**. 11, 115. 2022.

GRAY, M. **Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature**. 1. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2004. 434 p

NASCIMENTO, M. A. L; SANTOS, O. J. **Geodiversidade na arte rupestre no Seridó Potiguar**. Natal: Iphan-RN, 2013. 62 p.

OLIVEIRA, A. E. V.; LOPES, M. V. R.; SILVA, L. S.; ALBUQUERQUE, F. N. B. Elementos da geodiversidade da Serra dos Morais no distrito de José de Alencar (Iguatu, Ceará). **Revista Homem, Espaço e Tempo**, 14(2), 09–23. 2020.

SILVA, R. S. **Mirante do Calvário em Água Branca – AL: vínculos e significados sobre o lugar turístico**, 2021, p.13-14

PIRES, P. S. **Dimensões do ecoturismo**. São Paulo: Editora Senac, 2000. p.12.

Avaliação da Efetividade da gestão ambiental na RPPN Stoessel de Brito

Evaluation of Environmental Management Effectiveness at RPPN Stoessel de Brito

Paulo Jerônimo Lucena de Oliveira
Universidade Estadual do Ceará
0000-0002-7620-5681
Paulojeronimo.geo@gmail.com

Iaponan Cardins de Sousa Almeida
Universidade do Pernambuco
0000-0003-2731-8492
iaponan.cardins@upe.br

Irami Rodrigues Monteiro Júnior
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0003-0109-1269
Iramirrodrigues@outlook.com

Emerson Rodrigues Lima
Universidade Estadual do Ceará
0000-0002-5314-9429
emersonrofrigueslima@hotmail.com

Maria Lúcia Brito da Cruz
Instituição de referência ou de trabalho
0000-0002-2202-923X
lucia.cruz@uece.br

Resumo: Nos últimos vinte anos houve um aumento no interesse dos proprietários rurais em transformar parte de suas propriedades em áreas protegidas, convertendo em RPPN's. Fato este que incentivou o surgindo de diversas metodologias capazes de avaliar a sua efetividade, dentre elas, o RAPPAM. Desta forma, esta pesquisa traz como objetivo avaliar o nível de efetividade ambiental da RPPN Stoessel de Brito, através do método RAPPAM. A obtenção dos dados da RAPPAM foi realizada a partir de uma pesquisa de campo, a partir de entrevista semiestruturada com o caseiro relatando suas experiencias. A efetividade da RPPN obteve valor médio, indicando que possui condições adequadas para manutenção enquanto área protegida, mas que ainda apresenta deficiências que dificultam sua eficácia. A RPPN apresentou elementos satisfatórios na sua gestão, apresentando 51% de efetividade. Ações no âmbito do planejamento podem contribuir para melhorar e direcionar as atividades de planejamento da gestão da UC estudada.
Palavras-chave: FTSS. Caatinga. Semiárido. Unidade de Conservação. RAPPAM.

Abstract: In the last twenty years there has been an increase in the interest of rural landowners in transforming part of their properties into protected areas, converting them into RPPN's. This fact encouraged the emergence of several methodologies capable of evaluating its effectiveness, among them, RAPPAM. Thus, this research aims to evaluate the level of environmental effectiveness of the RPPN Stoessel de Brito, through the RAPPAM method. The RAPPAM data were obtained from field research, from semi-structured interviews with the caretaker reporting their experiences. The effectiveness of the RPPN obtained an average value, indicating that it has adequate conditions for maintenance as a protected area, but that it still has deficiencies that hinder its effectiveness. The RPPN presented satisfactory elements in its management, presenting 51% of effectiveness. Actions in the scope of planning can contribute to improve and direct the planning activities of the management of the studied UC.
Keywords: FTSS. Caatinga. Semi-arid. Conservation Unit. RAPPAM.

Introdução

As crises ambientais sentidas no mundo fundamentaram e deram suporte legal para a criação de espaços delimitados geograficamente com intuito de proteger os elementos

naturais. Para além disso, Araripe *et al*. (2021) apresentam as Unidades de Conservação (UC) como uma forma de proteger não somente a diversidade biológica, mas a diversidade social e cultural do espaço no qual está inserido. Segundo Camacho e Baptista (2005), nos últimos vinte anos houveram um aumento no interesse dos proprietários rurais em transformar parte de suas propriedades em áreas protegidas, convertendo em Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN's).

Nesse sentido, alinhando as políticas de desenvolvimento econômico, social e ecológico com às políticas ambientalistas. As políticas ambientalistas vêm se consolidando como estratégia racional de gestão ambiental, implicando em novas formas de regulação do uso e acesso aos recursos naturais de forma sustentável (SILVA, 2017). Essas estratégias de gestão ambiental são imprescindíveis para a eficiência das áreas protegidas, contribuindo na redução das perdas de áreas florestais e minimizando a degradação dos ecossistemas (GUZMÁN; SIBAJA, 2015; LEBERGER *et al*., 2020).

Conforme destacado por Levenrington et al. (2010), a partir das intensas políticas públicas voltadas para criação de novas UCs, foram surgindo diversas metodologias capazes de avaliar a sua efetividade, cada uma com sua abordagem específica para contemplar as peculiaridades de cada tipo de mecanismo preservação (WWF, 1999; ERVIN, 2003; PADOVAN, 2003; STOLTON *et al*., 2007; MARINELLI, 2011; WWF-BRASIL, 2017).

Essas metodologias buscam contribuir para a gestão dessas UCs, sendo mais uma ferramenta de auxílio capaz de trazer uma visão holísticas das variáveis que possam oferecer pressões, ameaças, gravidade e intervenção antrópica sobre essas áreas (STOLL-KLEEMANN, 2010; MASULLO; GURGEL; LAQUES, 2019). Para tanto, segundo Araújo (2012) existe mais 70 tipos de avaliações aplicadas distribuído em torno de 100 países, sendo aplicadas mais de noventa mil dessas metodologias em todo o Planeta.

Esses dados, apesar de já desatualizados, mostram a dimensão e a importância desses procedimentos para avaliação e mensuração da efetividade das áreas protegidas a nível global. Dentre as inúmeras metodologias de efetividade, destaca-se *a Rapid Assessment Priorization Protected Area* (RAPPAM), tendo sido aplicada em mais de 53 países e 1.600 unidades de conservação (SOARES, 2019).

A partir da aplicação da RAPPAM é possível identificar se os objetivos das UCs estão sendo alcançados a partir das ações desenvolvidas no perímetro delimitado, além de mensurar as tendências e criticidades das possíveis pressões e ameaças que possa ter na área protegida (HOCKINGS *et al*., 2000; ERVIN, 2003; NOLTE *et al*., 2010; KINOUCHI *et al*., 2012).

Considerando a importância da realização de estudos e obtenção de dados sobre a efetividade da gestão em unidades de conservação de uso sustentável na Caatinga, esta

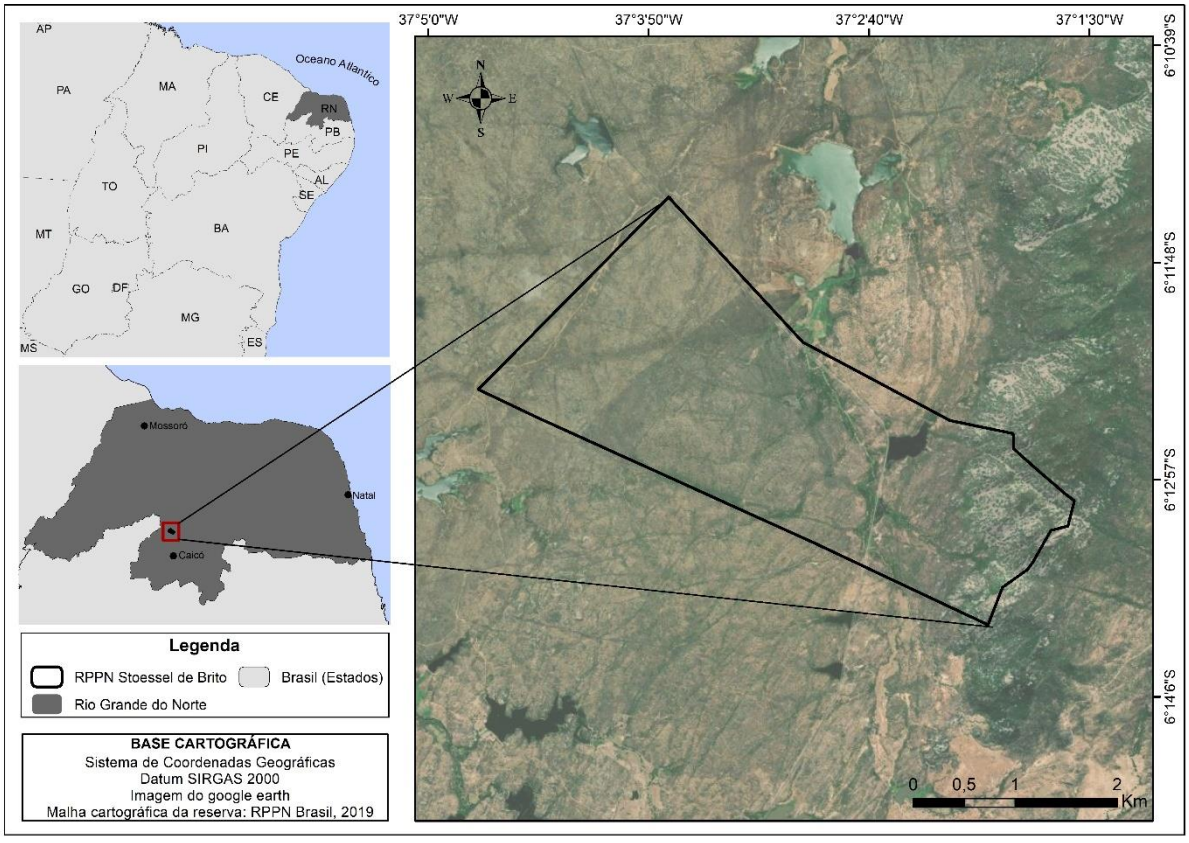
pesquisa traz como objetivo avaliar o nível de efetividade e preservação ambiental da RPPN Stoessel de Brito. Estudos com essa temática proporcionam a implementação de medidas capazes de tornar eficaz o gerenciamento das unidades de conservação no Brasil.

Metodologia

Área de estudo

O desenvolvimento da pesquisa teve como área de estudo a RPPN Fazenda Salobro, conhecida como Stoessel de Brito. A área de estudo é de 818,5 hectares e está localizada no município de Jucurutu-RN entre as coordenadas 6°13'S/37°2' W (Figura 1), a qual se tornou uma área protegida a partir da resolução n° 10, de maio de 1994.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Os autores (2023).

Nesse recorte territorial, apresenta características como relevos de cristas associado as rochas ígneas graníticas e rochas metamórficas de gnaisses da mofoestrutural depressão sertaneja interplanáltica Oriental do maciço da Borborema, orientadas principalmente na direção NE-SW da Borborema, formado através do processo de pediplanação ou dissecação (MAIA; BEZERRA, 2014; DINIZ *et al*., 2017). Ainda segundo esses autores, os maciços são importantes testemunhos de processos erosivos cenozóico, com elevações entre 200 m (cota de base) e 700 (cota média do topo) de altitude.

Essas feições geomorfológicas estão submetidas a forte intemperismo físico e químico do clima semiárido quente e seco (Bswh), com temperaturas que variam entre 25°C e 35°C (SILVA *et al*., 2022). O sistema atmosférico de forte atuação na área de estudo é a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que produz chuvas na estação do verão, no período de janeiro a abril, deixando com déficit hídrico mais críticos os meses de setembro a novembro (VARELA-FREIRE, 2002).

As condições de relevo e clima, juntamente com o uso da ação humana, favorecem a formação de solos do tipo Luvissolos Crômico, Neossolos Litólico e Neossolos Regolítico (IBGE, 2019), típicos de área de baixa pluviosidade e de solos rasos, com o uso intensivo em áreas de baixios no terraço fluvial formados por Neossolos Flúvicos (DINIZ FILHO *et al*., 2009).

A partir dessas condições ambientais, a fitogeografia da área de estudo está inserida na Ecorregião da Depressão Sertaneja Setentrional (VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002; SILVA; BARBORA; TABARELLI, 2017), ligada a região florística das depressões Sertaneja e do São Francisco (SILVA; SOUZA, 2018) e a fisionomias de Caatinga caracterizada por variações na biomassa arbórea-arbustiva xerófitas densa ou aberta (COSTA *et al*., 2002; BEZERRA JÚNIOR; SILVA, 2007).

Procedimento metodológico

A obtenção dos dados na RAPPAM foi realizada a partir da pesquisa de campo, aplicando uma entrevista semiestruturada com o caseiro, no qual expos sua experiência de quase 20 anos de vivência na reserva. Para a análise, foi levado em consideração os fatores naturais e sociais da paisagem através dos elementos e módulos temáticos, além de abordar características expressamente voltado para a gestão, alinhados aos objetivos a serem cumpridos pela UC e analisando a efetividade a partir da coleta de informações com diferentes números de variáveis e de pontuação (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição dos elementos e módulos temáticos da RAPPAM

ELEMENTO	MÓDULO TEMÁTICO	NÚMERO DE VARIÁVEIS	PONTUAÇÃO MÁXIMA
CONTEXTO	Importância biológica	10	50
	Importância socioeconômica	10	50
	Vulnerabilidade	9	45
PLANEJAMENTO	Objetivos	5	25
	Amparo legal	5	25
	Desenho e planejamento da área	6	30
INSUMOS	Recursos humanos	5	25
	Comunicação e informação	6	30
	Infraestrutura	5	25
	Recursos financeiros	6	30
PROCESSOS	Planejamento da gestão	5	25

	Tomada de decisão	6	30
	Pesquisa, avaliação e monitoramento	6	30
RESULTADOS	Resultados	12	60
TOTAL	**15**	**96**	**285**

Fonte: Os autores (2023).

O elemento "*contexto*" é dividido em 4 módulos temáticos que traz os aspectos das pressões e ameaças sofridas pelas UCs, sua importância biológica e socioeconômica, assim como sua vulnerabilidade. Já o elemento "*planejamento*" vai abordar o administrativo da reserva, seus objetivos e aplicação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Os "*insumos*" estão voltados aos aspectos do retorno que a UC proporciona para a população através de renda e educação ambiental.

No que diz respeitos aos "*processos*" e "*resultados*", estes estão interligados aos fatores de ações eficazes na conservação do ambiente e produção de conhecimento científico atrelado a conservação (IBAMA, 2007). Será atribuído para cada questão as mesmas alternativas de respostas em quatro níveis (0, 1, 3 e 5), onde a pontuação máxima remete à situação ideal e são consideradas igualmente importantes para a avaliação da efetividade de gestão das unidades de conservação (ERVIN, 2003) (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição dos elementos e módulos temáticos da RAPPAM.

ALTERNATIVA	PONTUAÇÃO
Sim	5
Predominantemente sim	3
Predominantemente não	1
Não	0

Fonte: Adaptado de WWF-BRASIL (2017).

Foi adotado os valores de Ervin (2003) na obtenção do cálculo da criticidade para cada atividade, no qual varia entre –2 a +2, indicando a redução ou ampliação de cada pressão/ameaça (Quadro 1).

Quadro 1 – Composição dos elementos e módulos temáticos da RAPPAM

TENDÊNCIA	ABRANGÊNCIA	IMPACTO	PERMANÊNCIA
Aumentou drasticamente/Muito alta = 2	Total = 4	Severo = 4	Permanente = 4
Aumentou ligeiramente/Alta = 1	Generalizada = 3	Alto = 3	A longo prazo = 3
Permaneceu constante/Média = 0	Espalhada = 2	Moderado = 2	A médio prazo = 2
Diminuiu ligeiramente /Baixa = -1	Localizada = 1	Suave = 1	A curto prazo = 1
Diminuiu drasticamente/Muito baixa = -2	-	-	-

Fonte: Adaptado de WWF-BRASIL (2017).

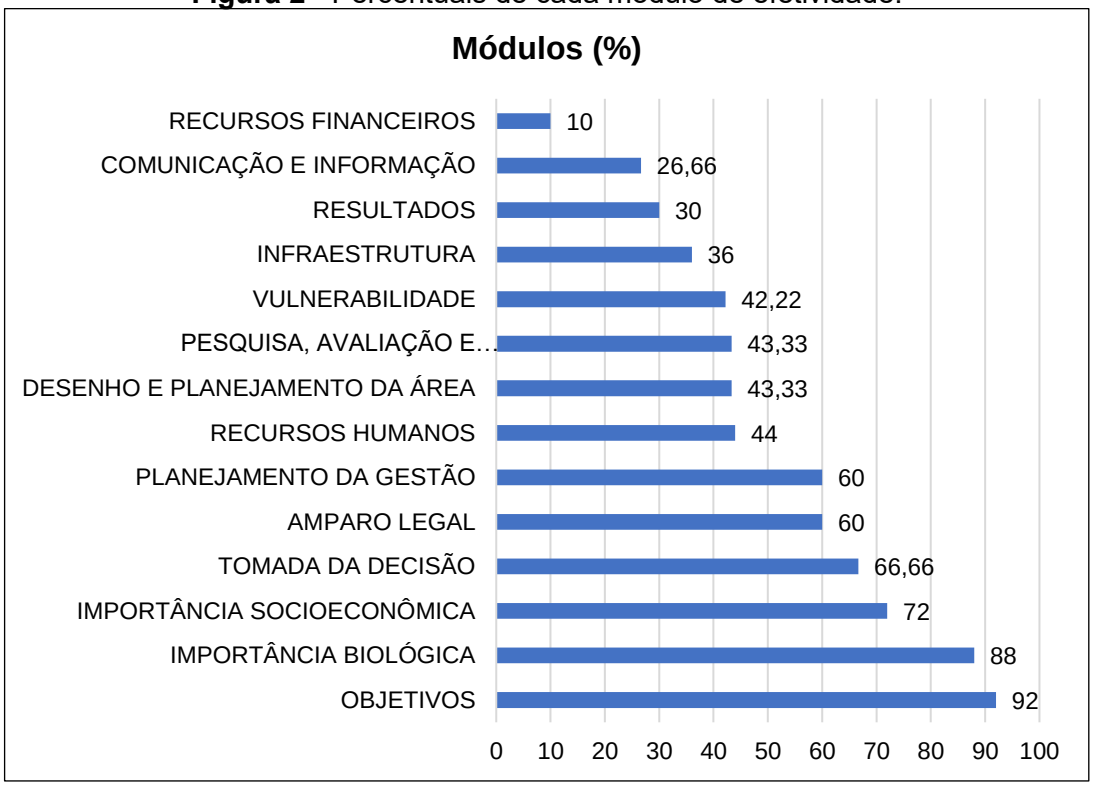
A criticidade da UC é obtida através da abrangência x impacto x permanência de cada atividade, com valores variando entre 1 a 4, podendo atingir até 64 pontos para cada atividade (ERVIN, 2003). O cálculo final para cada atividade avaliada é obtido através da média dos valores atribuídos em relação ao total de questionários aplicados. Para mensurar o nível de efetividade da reserva, será adotado a pontuação de efetividade proposto por Ervin (2003), no qual é considerada alta se a pontuação máxima obtida for acima de 60%; média, entre 40 e 60%; e baixa, abaixo de 40%.

Resultados e discussão

A efetividade total da RPPN Stoessel de Brito foi de 51,01%, enquadrando na classe média (entre 40% e 60%) no método RAPPAM, de acordo com Ervin (2003). Esse valor indica que a área de estudo possui condições adequadas para a sua manutenção enquanto área protegida amparada pelo SNUC, mas que ainda apresenta deficiências que dificultam a eficácia de sua gestão.

Dentre os módulos analisados na efetividade, o que apresentou menor eficiência foi o módulo Recursos financeiro (10%), seguida da Comunicação e informação (26,6%), Resultados (30%) e Infraestrutura (36%), considerados de efetividade baixa (<40%). Já a importância Biológica e Objetivos foram os módulos que apresentaram maior valor em termos de efetividade, com 88% e 92%, respectivamente (Figura 2).

Figura 2 - Percentuais de cada módulo de efetividade.



Fonte: Os autores (2023).

A RPPN apresentou importância socioeconômica alta (72%), assim como a importância biológica (88%), mostrando a importância da área protegida para a conservação da biodiversidade da fauna e flora para a região do Seridó (RN e PB), além do seu papel na educação ambiental e contexto social pelos diversos serviços ambientais prestados direto e indiretamente para a população (LUCENA, 2010).

No entanto, Meira, Nascimento e Silva (2018) destacam a carência de pesquisas em muitas UCs sobre diversidade biológica, dados socioeconômicos e culturais, fato este de maior expressão quando diz respeito as Florestas Tropicais Sazonalmente Secas (FTSS), no qual está inserido o Bioma Caatinga, típico do semiárido brasileiro. Como bem destacado por Araripe *et al*. (2021), essa lacuna de informações dificulta o planejamento, monitoramento e fiscalização das áreas protegidas, sendo necessário o desenvolvimento do planejamento ambiental com foco no patrimônio natural e cultura das áreas protegidas.

Os resultados do RAPPAM indicaram que o módulo em que a gestão da RPPN possui menos efetividade é “Recursos Financeiros” (10%), seguido pelo módulo “Comunicação e Informação” (26%), “Resultados” (30%) e “Infraestrutura” (36%) (Tabela 3). Todos esses módulos se enquadram na classificação de baixa efetividade, correspondendo a 28,5% do total dos módulos.

Tabela 3 – Composição dos elementos e módulos temáticos da RAPPAM. Onde: - Alta efetividade; - Média efetividade; - Baixa efetividade

MÓDULOS	Soma	Pontuação máxima	(%)
IMPORTÂNCIA BIOLÓGICA	44	50	88,0
IMPORTÂNCIA SOCIOECONÔMICA	36	50	72,0
VULNERABILIDADE	19	45	42,2
OBJETIVOS	23	25	92,0
AMPARO LEGAL	15	25	60,0
DESENHO E PLANEJAMENTO DA ÁREA	13	30	43,3
RECURSOS HUMANOS	11	25	44,0
COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO	8	30	26,7
INFRAESTRUTURA	9	25	36,0
RECURSOS FINANCEIROS	3	30	10,0
PLANEJAMENTO DA GESTÃO	15	25	60,0
TOMADA DA DECISÃO	20	30	66,7
PESQUISA, AVALIAÇÃO E MONITORAMENTO	13	30	43,3
RESULTADOS	18	60	30,0
TOTAL	**247**	**176**	**-**

Fonte: Os autores (2023).

Para tanto, o baixo recurso financeiro atrelado ao nível baixo de comunicação e informação favorecem a incidências de crimes ambientais por falta de fiscalização e diálogo com a comunidade local, sendo estes imprescindíveis na efetividade da área protegida, tornando possível traçar objetivos de forma eficaz no manejo para o equilíbrio das espécies nativas (GUZMÁN; SIBAJA, 2015; AZOFEIFA-SOLANO *et al*., 2018).

Percebe-se que, apesar da área de estudo apresentar altos valores de objetivos (92%) e importância biológica (88%), a mesma apresenta uma vulnerabilidade média (42,2%), podendo trazer alterações significativas quando aplicado novas alterações no tocante a avaliação de efetividade de desempenho. O módulo “Recursos humanos” atingiu 44% de eficiência, seguido de “Desenho e planejamento da área” e “Pesquisa, avaliação e monitoramento”, ambos obtendo o valor de 43,3% de efetividade.

Para que haja aumento nesses módulos, um dos caminhos apontados por Almeida *et al*. (2016) como um mecanismo de garantia de comunicação e que precisa se consolidar na UC analisada, é melhorar a comunicação entre o conselho gestor da reserva, comitês e associações locais, por conseguir atrair e direcionar a participação das comunidades locais,

de forma que esses sintam-se parte integrante da reserva e trabalhem conjuntamente para sua preservação.

Isto recai sobre o Planejamento da Gestão da área protegida, no qual Báez-Vargas *et al*. (2017) perceberam em seus estudos que o planejamento através de um manejo adequado é um instrumento essencial para a manutenção e cumprir os objetivos das UCs, pois o pouco manejo altera a composição, estrutura e diversidade das espécies vegetais, interferindo nos níveis de conservação e perturbação humana sobre as áreas.

Considerações Finais

Pode-se perceber que a RPPN Stoessel de Brito apresentou elementos satisfatórios para manutenção e equilíbrio do ecossistema de Caatinga, tendendo ao aumento da efetividade de gestão nos próximos anos. Foi identificado que a efetividade da RPPN obteve valor médio de eficiência, indicando que a área de estudo possui condições adequadas para a sua conservação enquanto área protegida, mas que ainda apresenta deficiências que dificultam a eficácia de sua gestão.

Apesar do baixo valor dos recursos financeiros e comunicação, a reserva obteve valor alto no objetivo e importância biológica, indicando que a área de estudo está conseguindo realizar o manejo e manter o ambiente em equilíbrio, mesmo com pouco recurso financeiro e dificuldade em atingir de forma satisfatória, a comunidade local para uma consciência ecológica. Uma maneira de dirimir essas deficiências é a utilização das Universidades como forma de propagar através da pesquisa científica o papel dessa UC. E ainda, desenvolver atividades junto as lideranças das comunidades no sentido de integrar a gestão e manutenção da RPPN as necessidades das comunidades locais.

Por fim, buscar ações dotadas de criticidade a fim de estimular no âmbito do planejamento e execução de parcerias com comitês e associações locais e órgãos ambientais no intuito de contribuir para melhorar e direcionar as atividades de planejamento da gestão com eficiência da UC estudada, de forma a otimizar as ações dos gerentes e contribuir com a eficácia de áreas protegidas em todos os ecossistemas.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Estadual do Ceará (UECE) e ao Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Aplicados (LABGEO) pelo apoio logístico e instrumental, assim como a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de Bolsa de Pesquisa/Doutorado para PJL Oliveira (CAPES/PROPGEO/UECE).

Referências

ALMEIDA, L. T.; OLÍMPIO, J. L. S.; PANTALENA, A. F.; ALMEIDA, B. S.; SOARES, M. O. Evaluating ten years of management effectiveness in a mangrove protected area. Ocean & Coastal Management, 125, 29-37, 2016.

ARARIPE, F. A. A. L.; CAMACHO, R. G. V.; COSTA, D. F. S.; SOARES, I. A.; BONILLA, O. H.; ALOUFA, M. A. I. Pressões e ameaças em Unidades de Conservação federais da Depressão Sertaneja Setentrional, Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 14 n. 05, p. 3279-3293, 2021.

ARAÚJO, M. A. R. A efetividade da gestão de unidades de conservação. In: Unidades de Conservação no Brasil: o caminho da gestão para resultados. São Carlos: RiMa, 2012.

AZOFEIFA-SOLANO, J. C.; SALAS-MOYA, C.; CUBERO-CAMPOS, Y.; SIBAJA-CORDERO, J. A. Influencia de la vigilancia en una zona rocosa dentro de un área marina protegida, Pacífico Central de Costa Rica. Revista Biologia Tropical, v. 66, n. 3, p. 984-995, 2018.

BÁEZ-VARGAS, A. M.; ESPARZA-OLGUÍN, L.; MARTÍNEZ-ROMERO, E.; OCHOA-GAONA, S.; RAMÍREZ-MARCIAL, N.; GONZÁLEZ-VALDIVIA, N. A. Efecto del manejo sobre la diversidad de árboles en vegetación secundaria en la Reserva de la Biosfera de Calakmul, Campeche, México. Revista Biologia Tropical, v. 65, n. 1, p. 41-53, 2017.

BEZERRA JÚNIOR, J. O.; SILVA, N. M. Caracterização geoambiental da microrregião do Seridó Oriental do Rio Grande do Norte. Holos, v. 2, n. 23, p. 78-91, 2007

CAMACHO, R. G. V.; BAPTISTA, G. M. M. Análise geográfica computadorizada aplicada à vegetação da caatinga em unidades de conservação do Nordeste: Estação Ecológica do Seridó - ESEC/RN/Brasil. In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia. Anais...Goiânia: INPE, 2005, p. 2611-2618.

COSTA, T. C. C.; ACCIOLY, L. J. O.; OLIVEIRA, M. A. J.; BURGOS, N.; SILVA, F. H. B. B. Phytomass mapping of the “Seridó caatinga” vegetation by the plant area and the normalized difference vegetation ndexes. Scientia Agrícola, v. 59, n. 4, p.707-715, 2002.

DINIZ, M. T. M.; OLIVEIRA, G. P.; MAIA, R. P.; FERREIRA, B. Mapeamento Geomorfológico do estado do Rio Grande do Norte. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 18, n. 4, p. 689 - 701, 2017.

DINIZ FILHO, T.; SOBRINHO, F. E.; SILVA, F. N.; MARACAJÁ, P. B.; MAIA, S. S. S. Caracterização e uso de solos em região semi-árida do médio oeste do Rio Grande do Norte. Revista Caatinga, v. 22, n. 3, p. 111-120, 2009.

ERVIN, J. Metodologia para Avaliação Rápida e a Priorização do Manejo de Unidades de Conservação (RAPPAM). Gland, Suíça, 2003.

GUZMÁN, J. A.; SIBAJA, H. V. Is forest cover conserved and restored by protected areas?: The case of two wild protected areas in the Central Pacific of Costa Rica. Revista de Biología Tropical, v. 63, n. 3, p. 579, 2015.

HOCKINGS, M.; STOLTON, S.; DUDLEY, N. Evaluating Effectiveness: A Framework for Assessing the Management of Protected Areas. Gland, Switzerland; Cambridge, UK: IUCN, 2000.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. BDIA – Banco de Dados de Informações Ambientais. Disponível em: https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia. Acesso em: 30/06/2019.

KINOUCHI, M. R. et al. Avaliação Comparada das Aplicações do Método Rappam nas Unidades de Conservação Federais, nos Ciclos 2005-06 e 2010. In: Unidades de Conservação no Brasil: o caminho da gestão para resultados. São Carlos: RiMa, 2012.

LEBERGER, R.; ROSA, I. M. D.; GUERRA, C. A.; WOLF, F.; PEREIRA, H. M. Global patterns of forest loss across IUCN categories of protected areas. Biological Conservation, v. 241 n. 1, p. 1-8, 2020.

LEVENRINGTON, F. et al. Protected Area Management Effectiveness Assessments in Europe: Supplementary Report. Greifswald, Germany: Federal Agency for Nature Conservation, 2010.

MAIA, R. P. BEZERRA, F. H. R. Tópicos de geomorfologia estrutural: Nordeste brasileiro. Fortaleza: Edições UFC, 2014. 124 p.

MASULLO, Y.; GURGEL, H.; LAQUES, A. Métodos para avaliação da efetividade de áreas protegidas: conceitos, aplicações e limitações. Revista de Geografia e Ordenamento do Território, n. 16, p. 203-226, 2019.

MEIRA, S. A.; NASCIMENTO, M. A. L.; SILVA, E. V. Unidades de conservação e geodiversidade: uma breve discussão. Terr Plural, 12(2), 166-187, 2018.

NOLTE, C.; LEVERINGTON, F.; KETTNER, A.; MARR, M.; NIELSEN, G.; BOMHARD, B., STOLTON, S.; STOLL-HLEEMANN, S.; HOCKINGS, M. Protected Area Management Effectiveness Assessments in Europe: Supplementary Report. Greifswald, Germany: Federal Agency for Nature Conservation, 2010.

PADOVAN, M. P. Certificação de Unidades de conservação. São Paulo: conselho nacional da reserva da Biosfera da Mata Atlântica. Ministério do Meio Ambiente, Unesco- MaB, secretaria de estado do Meio Ambiente de são Paulo. 2003. 55p.

SILVA, A. D. G.; SANTOS, A. L. B.; SANTOS, J. M.; LUCENA, R. L. Balanço hídrico climatológico e classificação climática do estado do Rio Grande do Norte. Revista Brasileira De Climatologia, v. 30, n.18, p. 798–816, 2022.

SILVA, J. I. A. O. Desenvolvimento e meio ambiente no semiárido: contradições do modelo de conservação das Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPNs) na Caatinga. Revista Sociedade e Estado, v. 32, n. 2, p. 313-344, 2017.

SILVA, J. M. C.; BARBOSA, L. C. F. Impact of Human Activities on the Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; LEAL, I. R.; TABARELLI, M. Caatinga: the Largest Tropical Dry Forest Region in South America. Cham, Switzerland: Springer Publishing Internacional, 2017, v. 1, Cap.13, p.359 – 368.

SOARES, I. A. Sustentabilidade socioambiental e efetividade de gestão de unidades de conservação. 2019. 219 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Centro de Biociências, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Natal, RN, 2019.

STOLL-KLEEMANN, S. Evaluation of management effectiveness in protected areas: Methodologies and results. Basic and Applied Ecology, v. 11, n. 5, 377-382, 2010.

STOLTON S.; HOCKINGS, M.; DUDLEY, N.; MACKINNON, K.; WHITTEN, T.; LEVERINGTON, F. Reporting Progress in Protected Areas a Site-Level Management Effectiveness Tracking Tool: second edition. World Bank/WWF Fo rest Alliance published by WWF, Gland, Switzerland. (2007).

VARELA-FREIRE, A. A. A caatinga hiperxerófila Seridó: a sua caracterização e estratégias para a sua conservação. São Paulo: Editora ACIESP, 2002. 39 p.

VELLOSO, A. L.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. Ecorregiões propostas para o bioma Caatinga. Recife: Associação Plantas do Nordeste, 2002. 76 p.

WWF - World Wide Found for Nature. Áreas Protegidas ou Espaços Ameaçados: O Grau de Implementação e a vulnerabilidade das Unidades de Conservação federais Brasileiras de Uso Indireto. Org. DE SÁ, Rosa M. Lemos; FERREIRA, Leandro. Brasília. 1999. p. 33.

WWF- Brasil - World Wide Found for Nature Brasil. Avaliação da gestão das unidades de conservação: métodos RAPPAM (2015) e SAMGE (2016). WWF Brasil. 1ª ED. Brasília. 2017. 127p.

LUCENA, M. M. A. Percepção ambiental por uma comunidade rural do entorno de uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), semiárido brasileiro. 2010. 74 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFRN). Natal - RN, 2019.

Atividades e projetos geoeducativos nos geoparques brasileiros

Geoeducational activities and projects in Brazilian geoparks

Raile Mota de Moura
Instituto Federal do Ceará (IFCE), *campus* Iguatu
https://orcid.org/0009-0005-8535-0572
raile.mota62@aluno.ifce.edu.br

Angélica Soares de Sousa Varela
Instituto Federal do Ceará (IFCE), *campus* Iguatu
https://orcid.org/0009-0003-8686-2073
varela.angelica10@aluno.ifce.edu.br

Francisco Nataniel Batista de Albuquerque
Professor do Instituto Federal do Ceará (IFCE), *campus* Iguatu e do Programa de Pós-graduação em Geografia (PROPGEO-UVA)
https://*orcid*.org/0000-0001-8588-2740
nataniel.albuquerque@ifce.edu.br

Resumo: A Geoeducação é uma importante estratégia para a geoconservação da geodiversidade. Nesse contexto, o objetivo do trabalho é identificar as tipologias das principais atividades e projetos geoeducativos dos geoparques mundiais da Unesco no Brasil: Araripe (CE), Seridó (RN), Caminhos dos Cânions do Sul (RS/SC), Caçapava e Quarta Colônia (RS). Do ponto de vista metodológico, a pesquisa quali-quantitativa de cunho exploratória descritiva, busca identificar quais tipos de projetos geoeducativos são desenvolvidos nos geoparques a partir de levantamento bibliográfico em publicações científicas. Como resultado foram identificadas vinte publicações, sendo treze sobre educação e sete sobre Geoeducação, chamando a atenção a abordagem local dos projetos, sendo que destes, treze possuem enfoque *ex situ*. Acerca da tipologia das atividades, projetos e recursos, foram identificadas três tipologias: Elaboração de recursos didáticos; Georoteiros, trilhas e passeios virtuais; Materiais de divulgação. Conclui-se, que tais projetos geoeducativos possibilitam a valoração *in situ* e *ex situ* da geodiversidade.

Palavras-chave: Geodiversidade. Geopatrimônio. Educação Ambiental. Geoconservação. Recurso didático.

Abstract: Geoeducation is an important strategy for geoconservation of geodiversity. In this context, the objective of this work is to identify the typologies of the main geoeducational activities and projects of the world geoparks of Unesco in Brazil: Araripe (CE), Seridó (RN), Caminhos dos Cânions do Sul (RS/SC), Caçapava and Quarta Colônia (LOL). From the methodological point of view, the qualitative and quantitative research of descriptive exploratory nature, seeks to identify which types of geoeducational projects are developed in geoparks from bibliographic survey in scientific publications. As a result, twenty publications were identified, thirteen on education and seven on Geoeducation, calling attention to the local approach of the projects, and of these, thirteen have an *ex situ* focus. Regarding the typology of activities, projects and resources, three typologies were identified: Elaboration of didactic resources; Geotourism, trails and virtual tours; Promotional materials. It is concluded that such geoeducational projects enable the in situ and ex situ valuation of geodiversity.

Keywords: Geodiversity. Geoheritage. Environmental Education. Geoconservation. Didactic Resource.

Introdução

A geodiversidade é a ligação entre paisagens e culturas, é a variedade de ambientes geológicos, fenómenos e processos que constituem a paisagem, as rochas, os minerais, os fósseis e os solos que fornecem a estrutura da vida na Terra (GRAY, 2004). A geodiversidade

é uma área de pesquisa recente, mas os estudos acerca dessa temática têm sido cada vez mais frequentes, em vista do entendimento das relações entre os diversos elementos abióticos que dão origem à paisagem, o valor e como a sociedade se relaciona com o Geopatrimônio.

O geopatrimônio ou Patrimônio Geológico, segundo Brilha (2005, p.54) integra todos os elementos notáveis que constituem a geodiversidade, pode constituir um recurso de elevado valor, seja ele científico, pedagógico, turístico ou econômico. O geopatrimônio recebe valor utilitário de acordo com a sua localização, sendo classificado como a geodiversidade *in situ* e *ex situ*, o patrimônio geológico *in situ* refere-se àquele que se mantém no campo e fora dele, *ex situ* (NASCIMENTO, RUCHKYS e MANTESSO-NETO, 2008).

O geopatrimônio valorado, seja *in situ* ou *ex situ*, desenvolve importante papel para a conservação da geodiversidade, contudo em razão da falta de conhecimento, a qual, em partes, é resultante da pouca divulgação e muitas vezes restrita aos territórios, como também, partes das estratégias de valoração serem realizadas somente no âmbito formal escolar, ou seja, dentro das escolas, contribui para perpetuação da desvalorização da geodiversidade.

Nesse cenário, a Geoeducação, juntamente com a geoconservação e o geoturismo configura como desdobramento do processo de valoração da geodiversidade configurando-se em um dos “8Gs” da geodiversidade (BROCX; SEMENIUK, 2019). Moura-Fé, Nascimento e Soares (2017) entendem a Geoeducação como um ramo específico da Educação Ambiental a ser aplicado na geoconservação e que seja tratado, fomentado e desenvolvido nos âmbitos formais e/ou não formais do ensino, sendo uma chave para a mudança não só de paradigma, mas principalmente na forma como a sociedade se relaciona com os elementos constituintes da geodiversidade, sendo importante para a conservação, o desenvolvimento sustentável e a divulgação dessa geociência.

De acordo com Brilha, Dias e Pereira (2006), a abordagem de temáticas relacionadas com a geoconservação permite aumentar a sensibilidade da sociedade para a necessidade de se promover a conservação do património geológico, devidamente integrada nas políticas de Conservação da Natureza. Assim, seja no âmbito escolar ou fora da escola, as atividades geoeducativas possuem importante papel no processo de ensino-aprendizagem e na conservação do patrimônio geológico, uma vez que propiciam à sociedade compreender a relevância da geodiversidade.

No entanto, Zafeiropoulos et al. (2021) ressaltam que o sistema educacional tradicional, partindo do exemplo grego, não consegue destacar a importância e os componentes do geopatrimônio de forma mais ampla, sendo necessário, portanto, a integração aos programas curriculares dos diferentes níveis de ensino, que a comunidade

obtenham mais informações acerca da importância da geodiversidade e, por consequencia, proporcionar a valoração do patrimônio geológico.

Nesse sentido, o desenvolvimento e a manutenção de atividades e projetos geoeducativos desempenham função fundamental para esta valoração, seja em escala nacional e regional, é uma estratégia de geoconservação que integra diversas etapas sequenciais, de modo a permitir que todos os recursos (humanos, técnicos e financeiros) sejam utilizados com o máximo de eficácia (BRILHA, 2005). Os projetos geoeducativos, portanto, possibilitam que a população se utilize do geopatrimônio de forma eficaz, oportunizando a divulgação, valorização e usufrua de forma consciente dos elementos que compõem o substrato da terra.

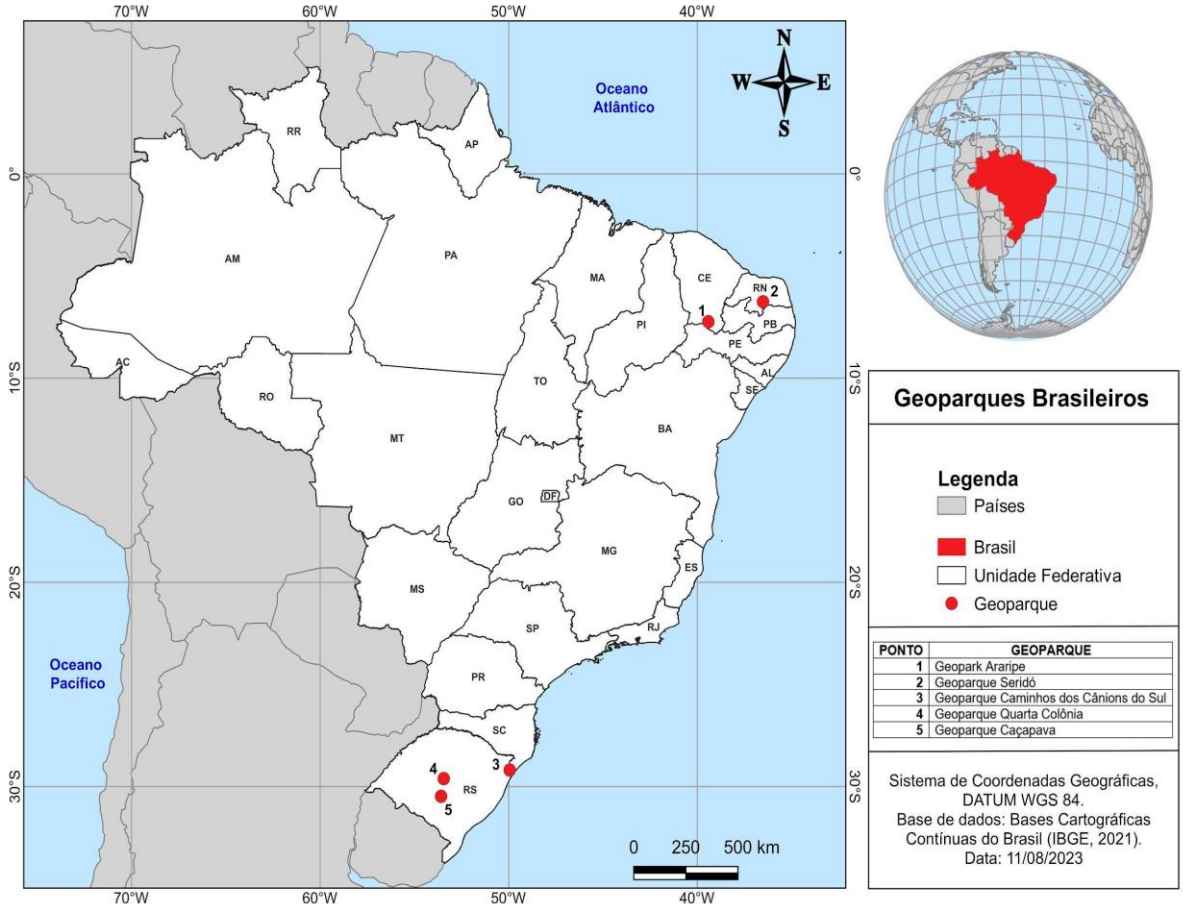
Assim, estratégias de geoconservação, geoturismo e Geoeducação *in situ* ou *ex situ*, são de suma importância para o compartilhamento do conhecimento acerca das geociências e da Geodiversidade. Nesse âmbito, os Geoparques Mundiais da Unesco no Brasil, desenvolvem importante papel, principalmente no que diz respeito ao desenvolvimento de projetos geoeducativos, os quais levam em consideração não somente os eixos ambiental, social e cultural e econômico (BRILHA, 2005), mas também o eixo educacional, uma vez que esse conhecimento chega até o ambiente escolar e, promove, assim, o conhecimento e conscientização da população acerca da geodiversidade.

Diante do exposto, o presente trabalho objetiva identificar e classificar as tipologias das principais atividades e projetos geoeducativos dos cinco geoparques mundiais da Unesco no Brasil: Araripe (Ceará), Seridó (Rio Grande do Norte), Caminhos dos Cânions do Sul (Rio Grande do Sul e Santa Catarina), Caçapava (Rio Grande do Sul) e Quarta Colônia (Rio Grande do Sul).

Área de estudo

A área de estudo da presente pesquisa são os cinco Geoparques Mundiais da Unesco no Brasil: Araripe (2006), Seridó e Caminhos dos Cânions do Sul (2022), Caçapava e Quarta Colônia (2023) (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização dos geoparques mundiais no Brasil.



Fonte: IBGE (2021). Organização dos autores (2023).

Os geoparques permitem a geoconservação de um geopatrimônio de estimável valor para comunidade científica e para a sociedade e, quanto aos geoparques brasileiros, são expressos em suas logomarcas elementos e aspectos que evidenciam os diferentes interesses da geodiversidade nos geossítios (Figura 2).

Figura 2 – Logomarca dos geoparques mundiais no Brasil destacando os principais elementos das paisagens dos geossítios.

Fonte: Organização dos autores (2023).

No Semiárido Brasileiro localizam-se os geoparques Araripe (GA) e Seridó, o primeiro chancelado em 2006, por meio de iniciativas do Governo do estado do Ceará em parceria com a Universidade Regional do Cariri (URCA). O GeoPark está localizado na região sul do estado do Ceará, na porção cearense da Bacia Sedimentar do Araripe, possuindo uma área de aproximadamente 3.789 km² (GEOPARK ARARIPE, 2018) que abrange nove geossítios em seis municípios da macrorregião do Cariri.

Já o Geoparque Seridó (GS), chancelado pela UNESCO em 2022, está localizado na região centro-sul do estado do Rio Grande do Norte e possui uma área de 2.802 km² (GEOPARQUE SERIDÓ, 2023) englobando seis municípios e 21 geossítios.

Os outros três geoparques, por sua vez, situam-se na região Sul do Brasil, sendo dois integralmente no Rio Grande do Sul e um compartilhado com o estado de Santa Catarina. De acordo com o site oficial do Geoparque, o Caminhos dos Cânions do Sul (GCCS) foi aprovado pela Unesco em 2022, tendo uma área de 2.830 km² , integra dois estados brasileiros, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, abrangendo 19 municípios onde estão distribuídos os 20 geossítios.

Os geoparques Caçapava (GC) e Quarta Colônia (GQC), são os mais novos a serem chancelados pela Unesco, em 2023. Ambos pertencem ao Rio Grande do Sul e são iniciativas da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). O Geoparque Caçapava do Sul tem área de 3.047 km² (GEOPARQUE CAÇAPAVA, 2023), abrange nove municípios e é composto por 21 geossítios. Já o Geoparque Quarta Colônia, engloba nove municípios, sendo composto por 20 geossítios distribuídos por 2.923 km^2 (FIGUEIRÓ et.al, 2022).

Procedimentos metodológicos

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa fundamenta-se em uma abordagem de cunho quali-quantitativo e exploratória descritiva quanto aos objetivos, buscou-se realizar um levantamento e identificar quais tipos de projetos geoeducativos são desenvolvidos nos geoparques mundiais situados em território brasileiro.

No que diz respeito às técnicas de pesquisa, os procedimentos desenvolvidos foram baseados no levantamento bibliográfico sistemático de publicações em periódicos, artigos, anais, teses e dissertações na base de dados do *Google Scholar*, além de informações nos *sites* oficiais dos cinco geoparques, que atendem aos objetivos propostos na pesquisa. Sendo dividido, primordialmente, em quatro etapas.

A primeira etapa consistiu em pesquisa por palavras-chave (descritor) “educação GeoPark x”, “projeto geoeducativo GeoPark y”, “Geoeducação geoparque z” sendo considerados resultados apenas de pesquisa em periódicos, artigos,anais, teses e dissertações.

Já na segunda etapa, foi realizada a análise do conteúdo das publicações levantadas, uma vez que, mesmo apesar de serem utilizadas palavras entre aspas para garantir maior precisão na pesquisa, fez-se necessário selecionar os trabalhos que atendessem aos interesses da pesquisa, ou seja, que além de estar vinculado aos descritores, também aborde alguma atividade ou projeto geoeducativo.

A terceira etapa diz respeito à classificação dos trabalhos levantados quanto à abordagem conceitual e local, ou seja, qual o conceito/descritor o trabalho retrata e a área de ocorrência do projeto desenvolvido, *in situ* ou *ex situ*, sendo levado em consideração para a classificação dos projetos *in situ* a área administrativa do território dos geoparques.

Na quarta etapa, por sua vez, foi realizada a classificação das atividades, projetos e programas geoeducativos em tipologias segundo os objetivos e públicos destinados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste tópico, serão abordados a perspectiva conceitual e local dos trabalhos realizados sobre os geoparques, desde os que trazem uma abordagem *in situ* ou *ex situ*, como também, a abordagem temática, ou seja, se os trabalhos discorrem sobre algum projeto geoeducativo. Ressalta-se também que será elencado as tipologias dos projetos geoeducativos desenvolvidos pelos ou nos Geoparques.

Abordagem conceitual e local dos projetos geoeducativos nos geoparques

Os geoparques permitem veicular, não só conhecimentos de caráter técnico-científico, mas também valores promotores de uma cidadania responsável (BRILHA, 2009). Nesse contexto, no decorrer foi realizada a análise do conteúdo para selecionar os trabalhos que atendessem ao interesse da pesquisa, ou seja, traga abordagem de alguma atividade ou projeto geoeducativo. Dessa forma, observou-se que a temática dos projetos geoeducativos são recorrentes em artigos, periódicos e anais de eventos, sendo ações importantes que contribuem para a valoração da geodiversidade e para o desenvolvimento sustentável.

Assim, ao ser realizadas as buscas no google acadêmico identificou-se que para a palavras-chave “Projetos Geoeducativos”, entre aspas para ser mais especifico, seguida pelo nome dos geoparques não há correspondência, supõe-se que por este ser um assunto novo pode não ser amplamente pesquisado e divulgado ou os trabalhos não estão disponíveis para equipe.

Em um quadro mais amplo, ao pesquisar pelas palavras-chave “educação” e “Geoeducação” seguida pelo nome dos Geoparques, verificou-se que vinte trabalhos abordam a temática no território dos Geoparques, seja *in situ* ou *ex situ* (Quadro 1).

Quadro 1 – Abordagem conceitual dos trabalhos no contexto dos geoparques.

Geoparque/ GeoPark	Abordagem educacional		Total
	Educação	Geoeducação	
Araripe	1	4	5
Seridó	3	2	5
Caminho dos Cânions do Sul	2	3	5
Caçapava	0	1	1
Quarta Colônia	1	3	4
Total	7	13	20

Fonte: Os autores (2023).

Quanto ao interesse de pesquisa os trabalhos selecionados abordam, principalmente, a Geoeducação nos geoparques, sendo que o intervalo de tempo é de 2018

a 2022, refletindo, assim, que o interesse de pesquisa pela temática é recente e, pode estar atrelado tanto pelo crescente interesse na conservação da geodiversidade, como também a chancela pela Unesco de quatro Geoparques brasileiros, que antes eram aspirantes – Geoparque Seridó (2022), Geoparque Caminhos dos Caninos do Sul (2022), Quarta Colônia (2023) e Caçapava (2023).

No que diz respeito à abordagem local, cabe ressaltar que integram essa categoria atividades desenvolvidas, *in situ* ou *ex situ*, sendo que desses vinte trabalhos elencados na pesquisa, sete são programas desenvolvidos no local, já os outros treze possuem abordagem voltada para atividades *ex situ*, salienta-se que todos os trabalhos, independente da natureza, abordam discussões sobre a promoção da educação ambiental e objetivam a geoconservação do Patrimônio Geológico dos Geoparques.

Quanto à pesquisa nos sites oficiais são destacadas atividades educacionais desenvolvidas pelos próprios geoparques tais como oficinas, jogos e atividades lúdicas, recursos didáticos, de divulgação e projetos de extensão. Essas iniciativas geoeducativos são importantes para o desenvolvimento sustentável dos territórios dos geoparques, assim como, contribui para disseminar à população conhecimento, em vista a valorização e a utilização de forma sustentável dos recursos naturais.

Tipologia dos projetos geoeducativos nos geoparques

O desenvolvimento de projetos geoeducativos configura-se como importante estratégia para a conservação da geodiversidade, sendo que em conformidade com as ideias de Brilha (2009) uma estratégia de geoconservação bem implementada permite a criação de riqueza através da instituição de atividades geoturísticas garantindo, simultaneamente, um recurso educativo de inegável importância social. Nesse sentido Figueiró et al. (2019, p. 173) afirmam que:

> A geoeducação fornece as ferramentas que permitem às comunidades proteger o seu patrimônio natural e cultural, reduzindo os conflitos e melhorando a qualidade de vida nos seus territórios, mantendo a competitividade econômica por meio de um uso sustentável do território aliado ao fortalecimento do capital social. (FIGUEIRÓ et al, p. 173, 2019)

Os projetos geoeducativos são artifícios não somente para a concretização da geoeducação, mas também para a efetivação dos pilares essenciais dos geoparques – conservação, educação e desenvolvimento sustentável (ROCHA, FERREIRA e FIGUEIREDO, 2017), possibilitando a máxima utilização desses território de forma consciente e sustentável.

Tem-se na educação um importante pilar para a compreensão e conservação do geopatrimônio. Assim sendo, o desenvolvimento de projetos geoeducativos possuem importante função para que as ações desenvolvidas no âmbito dos geoparques cheguem até a população, em vista a proporcionar a Geoeducação e o desenvolvimento sustentável do território.

Dessa forma, com a pesquisa, verificou-se que nos geoparques são desenvolvidos três tipos principais de atividades e projetos geoeducativos *in situ* e *ex situ* sendo agrupados da seguinte forma:

- Elaboração de recursos didáticos (livro didático e paradidático, jogos, maquete, mapas conceituais);
- Georoteiros, trilhas e passeios virtuais;
- Materiais de divulgação (cartilha, guia, banner).

Tipologia 1 – Produção de recursos didáticos

Foram agrupadas nessa tipologia a produção de livros didáticos, revistas em quadrinhos, jogos e maquetes, ou seja, recursos voltados para o público escolar que desempenham importante papel por levar a temática da geodiversidade e do geopatrimônio para as salas de aula. Com a pesquisa conclui-se, quanto a essa tipologia, que todos os geoparques da Unesco no Brasil desenvolvem ações referentes à elaboração de materiais didáticos.

Os projetos geoeducativos desenvolvidos pelos geoparques e elencados pela pesquisa estão voltados à sua aplicação no ambiente escolar, isto é, a produção de recursos que podem ser incorporados pelas escolas. No GeoPark Araripe, ressalta-se que os projetos geoeducativos são realizados *in situ* e as ações segundo Oliveira e Albuquerque (2021) ainda são muito centralizadas, principalmente onde funcionam os centros de interpretação e educação ambiental (CIEAs), enquanto as comunidades do entorno dos geossítios ainda são pouco contempladas com as ações da Educação Ambiental.

No GA são desenvolvidos, *in situ*, três principais projetos, são eles: oficina de réplica de fósseis, teatro de bonecos e a confecção de um livro de pano. São recursos que tratam da paleontologia do geoparque e, utilizando materiais recicláveis, visam despertar a educação ambiental.

Quanto aos outros geoparques, são desenvolvidos projetos que resguardam certa semelhança e que possuem caráter mais voltado para inserção em sala de aula, portanto, *ex situ*, envolvendo a comunidade escolar. Assim, nos geoparques Seridó, Caçapava e Quarta Colônia foram elaborados livros paradidáticos (GEOPARQUE SERIDÓ, 2021; GEOPARQUE

QUARTA COLÔNIA, 2022) que abordam a geodiversidade, a biodiversidade e a paleontologia dos Geoparques, destacam-se, no Seridó as três edições, dos livros abordam, em suas respectivas triagens, a geodiversidade, a biodiversidade e a cultura do GS; No quarta Colônia, além de um guia didático para os professores que objetiva explorar o potencial educativo dos Geomonumentos, tem também os livros Infantis: “Uma menina muito esquisita chamada Dina” e “A Dinossaura Gnatrovorax Azul”, os quais abordam os aspectos paleontológicos do território.

Já no Caçapava foram desenvolvidos materiais que abordam a geologia do local, mas também recursos elaborados em conjunto com professores para a inserção em sala de aula em vista a proporcionar o conhecimento e valorização do patrimônio do geoparque, destacando-se os livros: “Capitéis de Nova Palma”, um material pedagógico com atividades lúdicas para auxiliar professores da educação infantil e o livro “O mistério da Pedra Branca: uma aventura fantástica em Caçapava do Sul”, que aborda a geologia do geoparque.

Outrossim, a produção de livros em quadrinhos (Figura 3) são narrativas que contam a história dos geoparques. Esse recurso didático foi desenvolvido pelos Geoparques Seridó e Caminhos dos Cânions do Sul, e abordam a história das mascotes do geoparque, os geossítios, informações, elementos e aspectos constituintes do território do Geoparque Seridó, assim como, no GCCS a história da “turma do Geoparquito” aborda o como surgiu o geoparque e, explica de forma sucinta o que é um geoparque, o que são geossítios e as metas do geoparque para preservação.

Figura 3 – Recursos didáticos dos geoparques: Oficina de réplica de fósseis no GeoPark Araripe (A), história em quadrinhos com as mascotes do Geoparque Seridó (B), livro paradidático a Dinossaura Gnatrovorax Azul (C) e Jogo de tabuleiro Mega-jogo (D).

Fonte: Organizado pelos autores (2023). A) GeoPark Araripe (2023); B) Geoparque Seridó (2021); C) Geoparque Quarta Colônia (2022) e D) Geoparque Caçapava (2020)

Para finalizar essa subtipologia, no Geoparque Seridó foram elaborados mapas conceituais acerca dos conceitos presentes em um geoparque e sobre a geodiversidade, representando sistematização dos termos centrais que são importantes para a concretização da missão dos geoparques.

Elaboração de jogos

Foram agrupados nessa tipologia jogos eletrônicos ou não, são materiais que permitem maior interação entre a população e o território do geoparque. Observou-se que no GeoPark Araripe não há nenhuma informação relacionada à elaboração de jogos e/ou se existe, a equipe não teve acesso. Quanto aos outros geoparques verifica-se que os jogos estão voltados para auxiliar na compreensão de informações geológicas, como as eras geológicas e acontecimentos geológicos importantes, assim como, conhecimentos voltados à geodiversidade do território que compõem os geoparques.

A produção de jogos são práticas comuns ao território dos geoparques, sendo que esses recursos são todos desenvolvidos e utilizados de forma física. Dentre os jogos elaborados, percebeu-se que a elaboração de quebra-cabeças é o mais recorrentes e é comum ao Geoparque Seridó, GCSS e Caçapava, as temáticas abordadas são a geomorfologia do Seridó (território e geossítios), a descrição dos processos geológicos-geomorfológicos das eras geológicas no GCSS e no Caçapava aborda os aspectos da Megafauna.

Além de quebra-cabeças, são desenvolvidos jogos outros tipos de jogos, sendo que no Caminhos dos cânions do Sul, também há um jogo da memória; no Geoparque Quarta

Colônia, tem um jogo chamado *Role-Playing Game* Q.C.RPG, que apesar do nome, é um jogo físico, o qual aborda os elementos da Paleontologia e o jogador monta seu próprio jogo; Já no Geoparque Caçapava verificou-se a existência de um Mega Jogo de tabuleiro que aborda os períodos geológicos.

Os jogos são importantes recursos por possibilitar a aprendizagem de forma interativa e, quando desenvolvidas temáticas em sobre os Geoparque, possibilita compreender a dinâmica dos diversos elementos que deram origem ou que tem influência no território, como a geodiversidade e os aspectos geológicos-geomorfológicos.

Elaboração de maquetes

As maquetes, enquanto modelos concretos com três dimensões, possibilitam a visualização de fenômenos, aspectos e elementos em escala reduzida. Estando presentes nos geoparques, possibilitam aos visitantes conhecerem o território em sua totalidade e de forma holística, uma vez que por se tratar de uma escala reduzida, os aspectos dos geoparques tornam-se mais evidentes.

Considerando que as maquetes são importantes para a compreensão da geologia e geomorfologia dos geoparques, com a pesquisa, verificou-se que apenas três geoparques possuem esse recurso, sendo eles: GeoPark Araripe, Geoparque Seridó e Quarta Colônia. Admite-se ainda, que os outros dois geoparques podem possuir algum modelo concreto em seus respectivos escritórios, contudo, essa informação não está disponível nos sites oficiais.

As maquetes de mesa dos Geoparques Araripe, Seridó e Caçapava representam de forma minimizada o território do geoparque, possibilitando a compreensão de forma integrada da organização e dos aspectos geológico e geomorfológicos do geoparque, contribuindo dessa forma, para o entendimento das relações presentes no território. Destaca-se, ainda, que no Caçapava há uma maquete de mão, que possui menor tamanho, para facilitar a utilização e manuseio em visitas guiadas.

Tipologia 2 – Georoteiros, trilhas e passeios virtuais

Foram agrupados nessa tipologia a realização de visitações *in situ* e *ex situ*, são atividades que possibilitam o contato com o território dos geoparques, contribuindo para a valorização dos aspectos naturais – bióticos e abióticos – históricos, sociais e culturais.

Os georoteiros diferenciam-se das trilhas por serem, de acordo com Macivuna (2016) com sendo itinerários que englobam um conjunto de locais que apresentam interesse geocientífico e turístico. Já as trilhas, em conformidade com Salvati (2003) *apud* Folmann (2010) são caminhos estabelecidos, com diferentes formas, comprimentos e larguras, que

possuam o objetivo de aproximar o visitante do ambiente natural, ou conduzi-lo a um atrativo específico, possibilitando seu entretenimento ou educação através de sinalizações ou de recursos interpretativos.

Nesse sentido, nos geoparques da Unesco no Brasil todos possuem propostas de trilhas e georoteiros, nas propostas os turistas e alunos têm a possibilidade de fazer visitações aos geossítios, museu e outros atrativos culturais que são importantes na promoção da Geoeducação e para a despertar a população sobre a importância da preservação dos recursos naturais que compõem os geoparques.

Os georoteiros têm grande abrangência nos geoparques, em todos em todos há o objetivo de potencializar o turismo e envolve informações acerca da geologia, geomorfologia e geodiversidade do território. Nesse contexto, como exemplo, pode ser citado o georoteiro do Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul (as informações sobre os georoteiros dos demais geoparques estão em seus respectivos sites oficiais), o qual promove a interação entre a comunidade local e o visitante, o conhecimento sobre a geodiversidade, valorização do patrimônio natural e cultural e a economia. O georoteiro contempla aspectos naturais, geológicos, geomorfológicos, culturais e sociais do geoparque e engloba a visitação aos geossítios.

As trilhas são ações intrínsecas a todos os geoparques, ressalta-se que essa é uma ação desenvolvida *in situ*, destacando-se por serem práticas de campo que contribui para a valorização e reconhecimento do patrimônio natural e cultural da região, através do contato próximo com o território. No GeoPark Araripe (Figura - 4), as trilhas possuem papel abrangente e tem o objetivo de promover a disseminação do conhecimento geológico e geomorfológico, bem como acerca dos outros elementos que compõem o geoparque, como a hidrografia, a fauna e a flora. Assim, são realizadas as trilhas da Floresta Nacional do Araripe, FLONA, e para os geossítios do território.

Já os passeios virtuais são estratégias novas, que se utilizam de tecnologias como o *Google Maps e Google Earth* para a visitação *ex situ* do território, são utilizadas apenas pelo Geoparque Seridó (Figura - 5) e Quarta Colônia. Sobre o GQC, o passeio virtual, para visitação dos geossítios do território, são disponibilizados, no site oficial, QR-Code que direciona o turista para o passeio escolhido. Já no Seridó a proposta, de acordo com Costa, Nascimento e Silva (2022), a elaboração do roteiro virtual se deu com a observação e identificação dos pontos de visualização das paisagens associadas aos geossítios do GS na ferramenta *Google StreetView* no *Google Earth Pro*.

Figura 5 – Georoteiros, trilhas e passeios virtuais: Georoteiro do Geoparque Caminhos dos Canions do Sul(A),Trilha no GeoPark Araripe(B),Passeio virtual no Geoparque Seridó (C).

Fonte: GeoPark Araripe (s.d), Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul (2020); Costa, Nascimento e Silva (2022).

Tipologia 3 – Materiais de divulgação

Estratégias de divulgação do território e das ações desenvolvidas pelos Geoparques desenvolvem importante função na promoção da Geoeducação para além do âmbito escolar. Nessa linha de raciocínio, Brilha (2009) indica que a educação não formal do público em geral é um aspecto muito relevante na perspectiva da sustentabilidade, à qual um geoparque não se deve alhear.

Diante disso, estratégias de divulgação possibilitam ao público em geral entrar em contato com informações relevantes relacionadas aos geoparques. Assim sendo, para organização dessa tipologia, agrupamos a elaboração de cartilhas, guias e *banners*, materiais acessíveis e informacionais que contribuem para uma maior disseminação das informações acerca do território dos geoparques.

Nesse contexto, todos os geoparques possuem materiais de divulgação acerca do seu território, destacando-se que o GeoPark Araripe e o Geoparque Quarta Colônia (Figura 6) possuem livros de divulgação das multifacetas do território, isto é, a origem, os aspectos

naturais, históricos, sociais e culturais. Ressalta-se que no GA o livro de divulgação “GeoPark Araripe” foi o único material de divulgação encontrado.

Quanto aos outros geoparques, a pesquisa mostrou que há produção de *banners* informativos no Geoparque Seridó. No que diz respeito ao Geoparque Quarta Colônia e Caçapava, a produção de cartilhas as quais remetem aos aspectos históricos, culturais e sociais, as quais contribuem para o conhecimento da cultura e das tradições presentes no geoparque. Entre eles, podemos citar a cartilha: “Turismo, patrimônio e artesanato, uma proposta educativa para Geoparque Quarta Colônia”, a obra busca valorizar e ressignificar a referência cultural imaterial do artesanato em palha produzido na região, assim como, a cartilha de orientação para o artesanato em lã, no Geoparque Caçapava, o material de apoio à tecelões, artesãos locais e de outros territórios.

Já no GCCS, em conformidade com as informações do site oficial, observou-se que há a história em quadrinhos da “Turma do Geoparquito”, a qual está elencada na tipologia 1 da presente pesquisa, também se encaixa nesta tipologia, uma vez que irá abordar a história, os geossítios e quais as divulgar as metas para preservação.

Além disso, nos geoparques, há elaboração de guias turísticos é importante por facilitar a orientação na visitação ao território, acerca disso, foi observado que apenas o GeoPark Araripe não disponibiliza informações referentes a guias turísticos. Quantos aos outros territórios, há produção de guia turísticos, disponíveis nos sites oficiais, com informativo sobre o Geoparque e os geossítios, podendo ser citado, o guia turístico do Geoparque Seridó e do Caçapava (Figura-6), os quais trazem informações a respeito do território, os geossítios, geodiversidade e outros aspectos, os quais contribuir com o desenvolvimento regional e com a preservação dos patrimônios cultural e natural encontrados no município.

Figura 6 – Materiais de divulgação: GeoPark Araripe (A), Geoparque Seridó(B), Geoparque Quarta Colônia (C).

Fonte: GeoPark Araripe (2010) , Geoparque Caçapava (2020) e Geoparque Quarta Colônia (2022).

Assim,os projetos geoeducativos elencados na pesquisa, de maneira ampla, subdivididos em três tipologias, que apesar da divisão se complementam quanto ao seu objetivo, desempenham importante função na efetivação do tripé que norteia os geoparques - geodiversidade, Geoeducação e Geoturismo (CARVALHO; SILVA; SILVA, 2020) – e deixam evidente que essas ações geoeducativos devem ser desenvolvidas *in situ*, mas também *ex situ* para possibilitar que toda a comunidade tenha o contato e desperte o interesse para a conservação da geodiversidade e do patrimônio geológico do geoparque.

Considerações Finais

Nos geoparques mundiais da Unesco no Brasil os projetos geoeducativos desenvolvidos possuem propostas parecidas e com objetivos semelhantes, isto é, divulgar a história, os aspectos sociais e culturais dos territórios, com o objetivo macro de assegurar a preservação dos aspectos bióticos e abióticos do geoparque, ou seja, preservar a geodiversidade.

Aponta-se, que todos os geoparques desenvolvem projetos educativos, mas infere-se que o caso do GeoPark Araripe chama atenção, sendo o mais antigo no Brasil a integrar a Rede Global de Geoparque (RGG) é o que possui menos ações para a além do seu território, ou seja, *ex situ*, fato que pode estar relacionado com a centralização das atividades nos

centros de interpretação e educação ambiental, como observado por Oliveira e Albuquerque (2021), mas também limita o raio de alcance das atividades educativas promovidas.

Quanto aos outros geoparques, verificou-se maior abrangência das atividades, sendo desenvolvidas *in situ*, mas também *ex situ*, estratégia que corrobora para maior disseminação das ações dos geoparques e a conscientização da população acerca da importância da conservação da geodiversidade.

Destaca-se, que as ações educativas desenvolvidas pelos geoparques, apesar de serem voltadas para toda a comunidade, tem respaldo maior no âmbito escolar, sendo que, grande parte da produção de materiais geoeducativos são voltados para a comunidade escolar, com livros paradidáticos, livretos, histórias em quadrinhos e jogos educativos.

Conclui-se, por fim, que os projetos geoeducativos possuem caráter para além do âmbito escolar e, apesar de possuírem grande respaldo na escola, configuram-se como ações que estão voltadas para toda a sociedade, fato este que possibilita materializar a geoconservação e amplia o público interessado pelo tema, uma vez que, por meio desses projetos, há maior divulgação da temática e, por consequência, maior conscientização e valoração dos elementos que a compõem a geodiversidade.

Agradecimentos

As autoras agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela bolsa de iniciação à docência.

Referências

BRILHA, J. **Patrimônio Geológico e Geoconservação**: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage Editores: Viseu, 2005. p.54.

BRILHA, J. A importância dos geoparques no ensino e divulgação das Geociências. **Geol. USP**, Publ. espec, São Paulo, v. 5, p. 27-33, outubro 2009.

BRILHA, J.; DIAS, G.; PEREIRA, D. A geoconservação e o ensino/aprendizagem da Geologia. **Simpósio Ibérico do Ensino da Geologia, Simpósio sobre Enseñanza de la Geologia**, XIV, Curso de Actualização de Professores de Geociências, XXVI, Universidade de Aveiro, 2006. Resumo. Universidade de Aveiro, 2006. p. 445-448.

BROCX, M.; SEMENIUK, V. The '8Gs'— a blueprint for Geoheritage, Geoconservation, Geo-education and Geotourism**. Australian Journal of Earth Sciences.** 2019, vol. 66, n. 6, 803–821.

CARVALHO, P. M.; SILVA, J. G. S; SILVA, B. N. da. O território do projeto Geoparque Caminho dos Cânions do Sul. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 26, Criciúma, Santa Catarina/SC, 2020.

COSTA, S. S. S.; NASCIMENTO, M. A. L.; SILVA, M. L. N. da. Roteiro virtual pelos geossítios do Geoparque Aspirante Seridó: ferramentas cartográficas livres do Google® para Geoeducação. **Terræ Didática**, 18 (Publ. Contínua), 1-9, 2022.

GEOPARK ARARIPE. **Planejamento estratégico Araripe Geoparque mundial da Unesco –** período: 2019 a 2022. Disponível em: <http://geoparkararipe.urca.br/wp-content/uploads/2020/06/Planejamento-Estrategico_GeoPark-Araripe-1.pdf>. Acesso em 10 jul. 2023.

GEOPARK ARARIPE. **GeoPark Araripe**. Disponível em: <http://geoparkararipe.urca.br/>. Acesso em: 10 jul. 2023.

GEOPARQUE CAÇAPAVA. **Geoparque Caçapava.** Disponível em: <https://geoparquecacapava.com.br/ >. Acesso em: 12 jul,2023.

GEOPARQUE CAMINHOS DOS CÂNIONS DO SUL. **Geoparque Caminhos dos Cânions do Sul**. Disponível em: <https://canionsdosul.org/>. Acesso em: 14 jul., 2023.

GEOPARQUE QUARTA COLÔNIA. **Geoparque Quarta Colônia**. Disponível em: <https://www.geoparquequartacolonia.com.br/home>. Acesso em: 12 jul., 2023.

GEOPARQUE SERIDÓ. **Geoparque Seridó**. Disponível em: <http://geoparqueserido.com.br/> Acesso em 10 jul. 2023.

GRAY, M. **Geodiversity**: valuing and conserving abiotic nature. 1 ed. Chichester: John Wiley and Sons, 2004. 434p

FIGUEIRÓ, A. S.; MOTTA, V.; BRUNHAUSER, T.; VENTURA, H.; CECHIN, D. A produção de materiais geoeducativos na proposta do Geoparque Quarta Colônia, RS. **Physis Terrae - Revista Ibero-Afro-Americana de Geografia Física e Ambiente,** v. 1, n. 2, p. 171-184, 2019.

FIGUEIRÓ, Adriano Severo et.al. **Quarta Colônia aspiring geopark territory and heritage**. 1 Ed. UFSM, Pró-Reitoria de extensão, Santa Maria - RS, 2022.

FOLMANN, A. C.; PINTO, M. L. C.; GUIMARÃES, G. B. Trilhas interpretativas como instrumentos de geoturismo e geoconservação: caso da trilha do Salto São Jorge, campos gerais do Paraná. **Geo UERJ** - Ano 12, nº. 21, v. 2, 2º semestre de 2010.

MOREIRA, J. C. **Geoturismo e interpretação ambiental**. 1. ed. rev. atual. Ponta Grossa: Editora UEPG, 2014, p. 73. ISBN 978-85-7798-213-4.

MOURA-FÉ, M. M.; NASCIMENTO, R. L.; SOARES, L. N. Geoeducação: princípios teóricos e bases legais. In: **XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Instituto de Geociência - Unicamp. Campinas - SP. 2017, p. 3054-3065.

MUCIVUNA, V. C.; LAMA, Eliane A. D.; GARCIA, M. G. M. Proposta de roteiros geoturísticos para as fortificações do litoral paulista. **Geonomos**, v. 24, n. 2, p. 287-292. 2016.

NASCIMENTO, Marcos A. L do; RUCHKYS, Úrsula A.; MANTESSO-NETO, Virgínio. **Geodiversidade, geoconservação e geoturismo: trinômio importante para a proteção do patrimônio geológico**. Sociedade Brasileira de Geologia. 2008

OLIVEIRA, B. A.; ALBUQUERQUE, F.N.B. Geoconservação e educação ambiental no GeoPark Araripe (Ceará) através de oficinas didáticas e aulas de campo**. International Journal Semiarid.** vol. 4, nº 4, p. 126-138, 2021.

ROCHA, Leonardo Cristian; FERREIRA, Arlon Cândido; FIGUEIREDO Múcio do Amaral

A Rede Global de Geoparques e os desafios da integração dos Geoparques Brasileiros. Caderno de Geografia, vol. 27, núm. 2, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, p. 271-292. 2017.

ZAFEIROPOULOS, G.; DRINIA, H.; ANTONARAKOU, A.; ZOUROS, N. From Geoheritage to Geoeducation, Geoethics and Geotourism: a critical evaluation of the Greek Region. **Geosciences**. 2021.

Distribuição Geográfica das Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade no Estado do Maranhão, Nordeste do Brasil

Geographical Distribution of Priority Areas for Biodiversity Conservation in the State of Maranhão, Northeast Brazil

Nicollas Silva Mendes
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0002-0909-992X
nicollasmendes@aluno.uema.br

Vanderson Viana Rodrigues
Universidade Estadual do Maranhão
Identificador Orcid
vanderson2016rodrigues@gmail.com

Antonio José Araújo Cruz
Universidade Estadual do Maranhão
Identificador Orcid
antinioaraujo1096@gmail.com

Alex da Silva Pereira
Universidade Estadual do Maranhão
Identificador Orcid
a1991pereira@gmail.com

Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0001-9850-4167
luizjorgedias@hotmail.com

Resumo: A preservação das áreas com vasta biodiversidades são importantes para a manutenção da riqueza biodiversa do estado do Maranhão, contudo não é um trabalho fácil em decorrência da dinâmica da modernização conservadora e capitalista no campo brasileiro. Neste caminho, o presente artigo tem norte na dualidade a qual buscamos a compreensão por meio do materialismo histórico e dialético. Assim, o objetivo do trabalho foi analisar as áreas prioritárias (por tipologia - Bioma Amazônico, Bioma Cerrado, Sistema Costeiro - Marinho) para conservação da biodiversidade no estado do Maranhão, assim como a instalação do corredores ecológicos delimitados via cartogramas em buffer de 10 km de Terras Indígenas e de Unidade de Conservação de Proteção Integral para análise de possíveis conexões entre elas e as áreas prioritárias além da criação de buffer de 100 km de distância da costa para identificação das áreas prioritárias para conservação dos oceanos.

Palavras-chave: Geografia; Preservação; Áreas prioritárias.

Abstract: The preservation of areas with vast biodiversity are important for maintaining the biodiverse wealth of the state of Maranhão, however it is not an easy job due to the dynamics of conservative and capitalist modernization in the Brazilian countryside. In this way, the present article is guided by the duality which we seek to understand through historical and dialectical materialism. Thus, the objective of the work was to analyze the priority areas (by typology - Amazon Biome, Cerrado Biome, Coastal System - Marine) for biodiversity conservation in the state of Maranhão, as well as the installation of ecological corridors delimited via cartograms in a 10 km buffer of Indigenous Lands and Integral Protection Conservation Units to analyze possible connections between them and priority areas, in addition to creating a buffer 100 km away from the coast to identify priority areas for ocean conservation.
Keywords: Geography, Preservation, Priority Areas.

Introdução

A preservação da biodiversidade para a conservação de áreas frágeis e com relevância a manutenção por se tratarem de recortes com peculiaridades únicas ou raras, como é o caso de biomas, florestas, reservas e territórios com peculiaridades com extrema primazia em manter e preservar são cenas de relevância para a sociedade. Assim, as “áreas prioritárias à conservação da biodiversidade. Estes são de extrema importância para permear a adoção de medidas conservacionistas, assegurando resguardar o patrimônio natural em escalas regional e nacional” (IMESC, 2019, p. 348).

Neste cenário, ressaltamos que o estado do Maranhão esboça vasta peculiaridade em áreas de extrema importância para a preservação, tendo em vista que o estado se divide nos biomas “Cerrado (64% do Estado), Amazônia (35%) e Caatinga (1%) [...] identificamos que 76% do estado do Maranhão são considerados áreas de vegetação, principalmente Vegetação Secundária (26%), Savana (23%) e Floresta Sazonal Semidecidual (13%)” (SPINELLI-ARAUJO, 2016, 9).

Tendo em vista a baixa produção de dados sobre as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no estado do Maranhão, haja vista que para a coleta, sistematização e produção é preciso de vastos recursos o Estado do Maranhão por meio da Secretaria de Estado de Programas Estratégicos – SEPE via Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos – IMESC desenvolveu o Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão (ZEE-MA): etapa Bioma Amazônico em 2019 e o Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão: etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro em 2021, ambos culminando em vasta produção de dados e materiais.

As análises e levantamentos partem da conjuntura territorial entendendo os usos reais e os usos escamoteados pelo capitalismo no campo, também são ressaltadas as áreas utilizadas para produção, as áreas de preservação e toda a parte social engendrada e indissociável da análise ambiental e sua preservação, tendo em vista que a equação entre as áreas de produção mais as áreas sociais são responsáveis pelos impactos e, também, preservações das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, haja vista que “em relação às áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, o Maranhão totaliza aproximadamente 13 mil ha, ou 38,6% do Estado” (SPINELLI-ARAUJO, 2016, 24).

O território, “[...] não é apenas o conjunto dos sistemas naturais e sistemas de coisas superpostas; o território tem que ser entendido como o território usado, não o território em si. O território usado é o chão mais a identidade. A identidade é o sentimento de pertencer àquele que nos pertence” (SANTOS, 2011, p. 14). Os distintos interesses pelos usos dos territórios, são marcados pelos agentes envolvidos, o que também esboça os impactos ambientais e

dificuldades na preservação e manutenção integral, pois dá-se de forma desigual, principalmente no tocante as condições dialéticas.

De um lado, temos os interesses sociais, a preservação e, do outro, o da exploração para a transformação em recurso lucrativos ou até mesmo e ativos financeiros, sendo o território um lugar multiverso e com um emaranhando de correlações e sistemas de ações e objetos naturais e artificiais, "*Es un lugar de variada escala - micro, meso, macro - donde actores - públicos, privados, ciudadanos, otros - ponen en marcha procesos complejos de interacción -complementaria, contradictoria, conflictiva, cooperativa - entre sistemas de acciones y sistemas de objetos*" (BOZZANO, 2017, p. 102).

As áreas de prioritárias a preservação e a sua dinâmica para efetivação, as relações sociais intrínsecas ao território, a dinâmica capitalista acelerada no campo e as sobreposições – o capital, formam a dialética deste estudo, pois para subsidiar a escrita desse artigo e as análises dessa dualidade utilizamos como método a dialética apoiando-se na teoria materialismo histórico, pois "compreende a história num movimento de luta entre contrários, entre opostos" (ROSSI, 2014, p. 253).

Tendo em vista que a dialética é a "teoria das leis gerais do movimento, do desenvolvimento do mundo e do conhecimento humano. Ou seja, a filosofia dialética pode ser definida como modelo mental dos processos de modificação e desenvolvimento do mundo" (SOUZA, 2011, p. 5). Ou seja, a complexidade das relações e o conjunto desigual de interesses nas diferentes escalas acarretados pela dinâmica das relações entre os distintos interesses do uso e manutenção do território para a conservação da biodiversidade.

Assim, é por este conjunto de relações, sentidos e multi-informações que apresentamos como objetivo do artigo: analisar as áreas prioritárias (por tipologia - Bioma Amazônico, Bioma Cerrado, Sistema Costeiro - Marinho) para conservação da biodiversidade no estado do Maranhão, assim como a instalação do corredores ecológicos delimitados via cartogramas em *buffer* de 10 km de Terras Indígenas e de Unidade de Conservação de Proteção Integral para análise de possíveis conexões entre elas e as áreas prioritárias além da criação de *buffer* de 100 km de distância da costa para identificação das áreas prioritárias para conservação dos oceanos.

Importante destacar, que as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade do estado do Maranhão, sofrem grandes impactos com as redefinições de usos da terra ao seu redor, principalmente pela inserção da produção agrícola no Cerrado e a exploração de madeireira e mineral na Amazônia, conjunto de ações que ressaltando as ocorrências de conflitos territoriais envoltos as relações desiguais no processo de verticalização dos interesses do capital sobre os territórios.

Assim, traçamos como metodologia da pesquisa “O caminho do pensamento e a pratica exercida na abordagem da realidade. Neste sentido, a metodologia ocupa um lugar central no interior das teorias” (MINAYO, 2002, p. 16). A abordagem da presente temática foi realizada por meio de pesquisa bibliográfica em busca de dados secundários, realizada em livros, periódicos, anais de eventos e projetos, anuários e outros documentos elaborados pelo poder público e as sociedades civis (MARCONI; LAKATOS, 2003).

Quanto à abordagem, a pesquisa será qualiquantitativa por se tratar de aspectos da realidade que podem ser quantificados e qualificados. Quanto à natureza será uma pesquisa aplicada, pois objetiva gerar conhecimentos que possam ter aplicação prática, desta forma o pesquisador tem interesse na interpretação dos participantes sob a situação analisada, bem como exerce influência sobre a situação de pesquisa e é por ela também influenciado (DALFOVO; LANA; SILVEIRA, 2008, p.10). Segundo Fonseca (2009, p. 35) “o pesquisador se propõe a participar, compreender e interpretar as informações”, haja vista que este trabalho é cunhado na geografia crítica, sendo a “geografia, dialética, desvendadora do papel da ciência na sociedade burguesa, melhor diríamos, no âmbito do capitalismo” (BOMBARDI, 2007, p. 318).

Procedimentos Metodológicos

Análise das Áreas Prioritárias do Maranhão

A utilização de técnicas de Geoprocessamento, assim como do Sensoriamento Remoto (SR), nos dias atuais, tem sido de grande valia para diversas áreas do conhecimento, podendo ser utilizado para os mais diversos fins, neste sentido, o mesmo tem fornecido dados consistentes da superfície da Terra para estudos relacionados ao monitoramento de áreas rurais, agrícolas, urbanas, florestais, ecológicas, também tem subsidiado estudos cartográficos, militares, hidrológicas, e suas respectivas mudanças. Sendo os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) um “conjunto de técnicas que tem como finalidade básica a obtenção de informações sobre alvos na superfície terrestre (objetos, áreas, fenômenos), através do registro da interação da radiação eletromagnética com esses alvos.” (SILVA, 2014, p. 33).

Neste sentido, para a produção do mapa das áreas prioritárias para a conservação do estado do Maranhão realizou-se, inicialmente, o *download* dos dados no formato *shapefile* no site do Ministério do Meio Ambiente – MMA (2007). Já os limites dos biomas, unidades federativas e sistema costeiro-marinho brasileiro no formato vetorial e compatível com a escala de 1:250.000 encontram-se disponíveis no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019, 2022). Os dados vetoriais de Terras Indígenas (FUNAI, 2020) e de

Unidades de Conservação de Proteção Integral do Maranhão foram obtidas no site do Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão (IMESC, 2019; 2021), as Unidades de Conservação Federais de Proteção Integral foram adquiridas do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBIO, 2023).

Após obtenção dos dados, procedeu-se sua importação para o QGIS 3.28.3 onde realizou-se as seguintes operações de geoprocessamento: reprojeção (SIRGAS 2000 / Brazil Polyconic, EPSG:5880); recorte dos *shapefiles* de UC federais, biomas e sistema costeiro-marinho para o limite do Maranhão; criação *buffer* de 10 km de Terras Indígenas e de Unidade de Conservação de Proteção Integral para análise de possíveis conexões entre elas e as áreas prioritárias; criação de *buffer* de 100 km de distância da costa para identificação das áreas prioritárias para conservação dos oceanos.

Importante ressaltar que, para o alcance do objetivo do trabalho, realizamos recortes nos cartogramas elaborados e ressaltamos suas analises nas tabelas 2 e 3, tendo em vista o levantamento das áreas de influência e suas zonas sob as áreas de extrema primazia na conservação da biodiversidade, estas também são demarcadas com a técnica dos *shapefile,* de 10 e 100 km.

Resultados e Discussão

Esboço das Áreas Prioritárias à Conservação

Definir áreas que necessitam ser preservadas e mantidas para a preservação de biodiversidade é competência do Estado (governo estadual e/ou federal), contudo a tomada de decisão não é simples e, também, não é sem pressão das organizações e grupos organizados da sociedade civil. Neste sentido, são asseverados os choques, entre sociedade civil e o Estado na criação e preservação.

É importante destacar que o ponto de análise mais cruel e de empecilhos a criação de zonas de preservação tem sido os interesses diversos, o qual o capital e suas raízes sobre o território, apresentando, assim, noções de relação e tempos diferenciados nos processos e formas de ocupação territorial na Amazônia, nos cerrados, nas zonas costeiras e oceânicas e também dos propósitos de uso do solo e suas nuanças, sendo esses pontos um “desencontro de perspectivas é, nesse caso, essencialmente expressão da contraditória diversidade da fronteira, [...], diversidade de relações sociais marcadas por tempos históricos diversos e, ao mesmo tempo, contemporâneos” (MARTINS, 1996, p. 30).

Neste sentido, apresentamos na Figura 1, as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no estado do Maranhão, destacando as tipologias e as zonas de influência “as

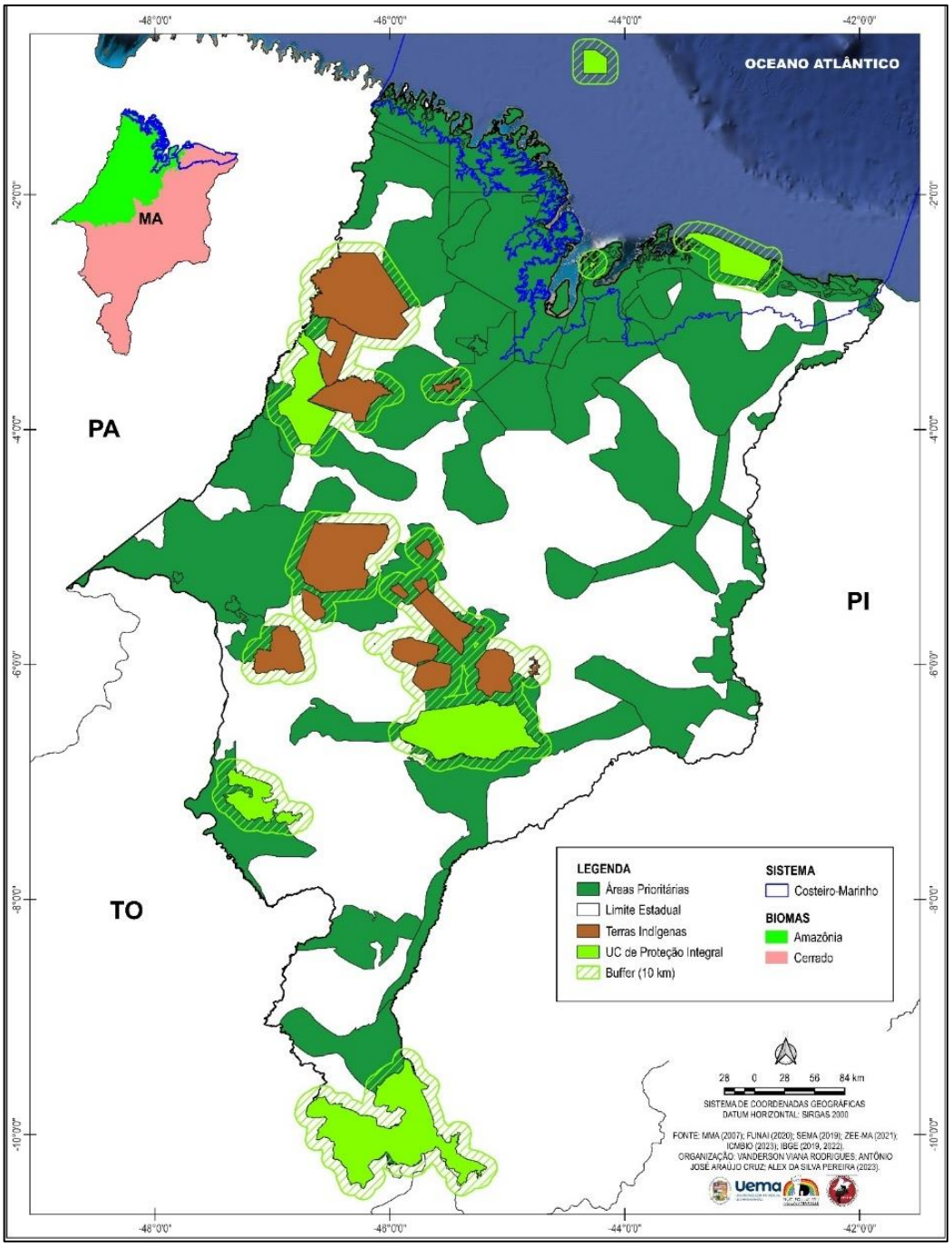
áreas de maior presença predita para as espécies ameaçadas no Maranhão sem nenhuma proteção ambiental, sendo então estas áreas definidas como as Áreas Prioritárias para Conservação" (IMESC, 2021, p. 352-353).

Dessa forma, elaboramos um conjunto distributivo separando as áreas prioritárias por conservação no estado do Maranhão, importante ressaltar que algumas dessas regiões geográficas indicadas no cartograma já são demarcadas e são de preservação integral ou com usos restritos, contudo, a maior parte está englobada em áreas particulares, e que estão sendo exploradas comercialmente, sendo atravessadas por projetos de desenvolvimento que cumprem a marcha comercial no campo, "[...] a agricultura sob o capitalismo monopolista mundializado, passou a estruturar-se sobre três pilares: na produção de commodities, nas bolsas de mercadorias e de futuro e nos monopólios mundiais" (OLIVEIRA, 2012, p. 6).

Destaca-se também que as áreas prioritárias demonstradas no Quadro 1 são ocupadas por povos tradicionais e/ou camponês que tendo o território como meio das relações sociais o fazem como modo de vida, buscando prioritariamente sua manutenção e bem viver, haja vista que o território também é tecido com ênfase nas suas dimensões, das quais destaca as relações sociais, asseverando que "o território, de qualquer forma, define-se antes de tudo com referência às relações sociais (ou culturais, em sentido amplo) em que está mergulhado, relações estas que são sempre, também, relações de poder" (HAESBAERT, 2006, p. 54).

As áreas prioritárias para conservação, ao serem tipificadas apresentam alguns pontos extremamente importantes, assim, no Bioma amazônico temos 1 área total de Mesorregião, 9 áreas de Área de Proteção Ambiental (APA), 9 áreas de Terras Indígenas (TI), 2 áreas de Parques Estaduais (PE), 8 áreas de Reservas Extrativistas (RESEX), 1 área de Reserva Biológica (REBIO). Já no Bioma Cerrado são aprestadas 5 áreas de Área de Proteção Ambiental (APA), 8 áreas de Terras Indígenas (TI), 1 áreas de Parques Estaduais (PE), 4 áreas de Reservas Extrativistas (RESEX), 3 áreas de Parques Nacionais (PN).

Figura 1 – Localização das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no estado do Maranhão.



Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Quadro 1 - Áreas prioritárias para conservação e suas tipologias.

BIOMA AMAZÔNICO	BIOMA CERRADO	SISTEMA COSTEIRO - MARINHO
APA Baixada Maranhense - baixo Pindaré	Norte da APA Foz do Rio Preguiças	Faixa Costeira Litoral Leste MA /PI
RESEX dos Lagos de Penalva	Luzilândia	Golfão Maranhense
TI Karú	Lizarda	Faixa costeira das reentrâncias maranhenses e paraenses

BIOMA AMAZÔNICO	BIOMA CERRADO	SISTEMA COSTEIRO - MARINHO
TI Rio Pindaré	Rio Caracol	-
RESEX do Taim	Itaguatins	-
TI Araribóia	Ananás (TO)	-
TI Alto Turiaçu	Campos Lindos	-
TI Awá	Médio Parnaíba	-
REBIO Gurupi	Timbiras	-
APA do Gurupi	Corredor Cocais	-
RESEX Mata Grande	Baixo Parnaíba	-
Sistema Foz do Gurupi e Baía de Turiaçu	Rio das Flores	-
Itinga	Serra das Alpercatas	-
Sul APA Baixada Maranhense - Divisa MA/PA	Sul da APA Foz do Rio Preguiças	-
Bico do Papagaio	Pastos Bons	-
Leste da Baía de São José	Serra Negra (MA)	-
MA-05	Rio Balsas	-
Lago da Pedra	Alto Parnaíba	-
Centro Novo	Montes Altos - Querubina	-
Conexão Pindaré	Chapadinha	-
Baixada	Croeira	-
Ilha dos Caranguejos	MA-06	-
Corredor Turiaçu	Baías das Canárias	-
Maracaçumé	Ilha do Caju	-
Buriticupu	Vale do Itaueira/Gurguéia	-
Ponta do Bico do Papagaio	Cocais 2	-
RESEX Baia do Tubarão	TI Bacurizinho	-
Curupu/Panaquatira	Baixo Parnaíba (Delta)	-
Guarapiranga	Carolina	-
Lago Quebra Pote	APA Fóz do Rio Preguiças	-
Ulianópolis	Lagoas do Baixo Parnaíba	-
APA Upaon-açu / Miritiba / Alto Preguiça (Oeste)	APA Foz do Rio Preguiças/Peq.Lençois	-
RESEX de Cururupu	RESEX Lago da Taboa	-
APA Baixada Maranhense - Baixo Mearim	RESEX Marinha do Delta do Parnaíba	-
APA Baixada Maranhense - Litoral	PE do Mirador	-
TI Alto Rio Guamá	PN Chapada das Mesas	-
RESEX Ciriaco	PN Nascentes do Parnaíba	-
APA do Itapiracá	TI Cana Brava/Guajajara	-
APA Baixada Maranhense - Baixo Mearim	Sul da APA Foz do Rio Preguiças	-
RESEX do Quilombo do Frechal	TI Rodeador	-
TI Governador	RESEX Mata Grande	-
TI Urucú/Juruá	TI Urucú-Juruá	-
TI Geralda Toco Preto	TI Krikati	-
APA do Maracanã	TI Lagoa Comprida	-
PE do Bacanga	Sambaíba-Fragoso	-
RESEX Cedral/Guimarães/Porto Rico/Alcântara	PN dos Lençóis Maranhenses	-
APA Baixada Maranhense - Estuário	Ampliação RESEX do Delta	-
PE do Encontro das Águas	TI Porquinhos	-
Manguezais e várzeas do Rio Anil	TI Kanela	-
Corredor APAs Maranhão	-	-
Mesorregião de Imperatriz	-	-
Total **51** – 1 = 50	**Total** **49** – 6 = 43	**Total** **3**
Total geral	**103** – 7 = 96	

Fonte: MMA, 2023; FUNAI, 2020; SEMA, 2019; IMESC, 2019,2021; ICMBIO, 2023; IBGE, 2019, 2022. Organizado pelos autores (2023).

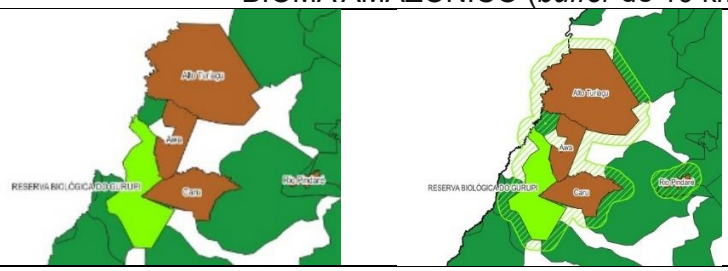
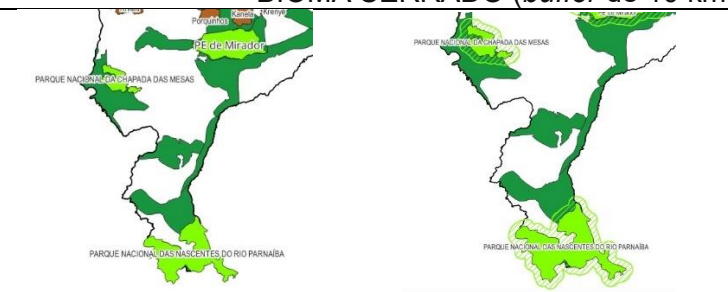
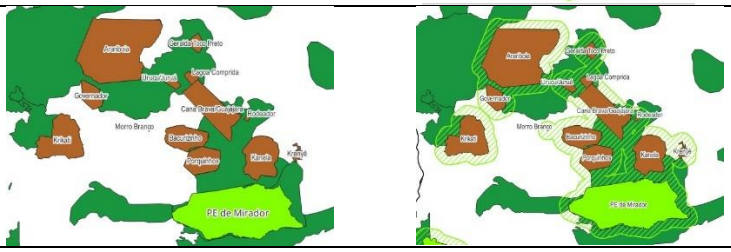
Essas áreas são fundamentais a manutenção da sociobiodiversidade, assim como para manutenção de povos e comunidades tradicionais que estão nessas zonas. Ressaltamos que a Área total das Terras Indígenas no Maranhão é de 1.913.785,621 ha, já a de áreas de Parques Estaduais é de 504.120,967 ha, e a de áreas de Parques Nacionais no estado é de 1.337.537,533 ha. Territórios extremamente frágeis e que abrigam uma infinidade de fauna e flora, deste modo, a melhor compreensão dessas relações é dada pela geodiversidade das relações entre temas como geologia, clima, solo, relevo e biota, pois é uma dimensão do espaço terrestre, onde os diversos componentes naturais se encontram em conexões sistêmicas uns com os outros, interagindo com a esfera cósmica e com a sociedade humana.

Zonas dos Biomas Amazônico e do Cerrado

Tendo em vista a melhor análise dos dados na elaboração dos mapas sobre as áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no estado do Maranhão sob a aplicação dos *buffers* de 10 km nas zonas dos Biomas Amazônico e do Cerrado fragmentamos o detalhamento conforme o Quadro 2, esboçando, assim, os recortes estratégicos por ponto de extrema atenção para conservação e preservação ambiental no estado do Maranhão.

Para as áreas recortadas com *buffer* de 10 km, ressaltamos as zonas de influência e suas relevâncias de impacto para a conservação da biodiversidade, sendo UC Chapada das Mesas envolve a área prioritária Carolina, UC Parque Nacional das Nascentes do Rio Parnaíba envolve ela mesmo (área prioritária) e área prioritária Alto Parnaíba, UC PE Mirador envolve a área prioritária Serra Negra; Croeira; Serra das Alpercatas, Reserva biológica do Gurupi envolve área prioritária Centro Novo; Buriticupu; APA do Gurupi; envolve um raio de apenas 1 k da área prioritária Itinga, TI Alto Turiaçu envolve a área prioritária Corredor Turiaçu; APA do Gurupi; TI Awá. Observações devem ser feitas: A TI Alto Turiaçu é vizinha da TI Awá, TI Awa envolve a área prioritária REBIO Gurupi; APA Gurupi; TI Alto Turiaçu; TI Karu.

Quadro 2 - Recortes por ponto de extrema prioridade para conservação nas áreas dos Biomas Amazônico e Cerrado para conservação da biodiversidade do Maranhão

BIOMA AMAZÔNICO (*buffer* de 10 km)	
	Complexo Gurupi
BIOMA CERRADO (*buffer* de 10 km)	
	Complexo Chapada das mesas
	Complexo Mirador

Fonte: MMA, 2023; FUNAI, 2020; SEMA, 2019; IMESC, 2019,2021; ICMBIO, 2023; IBGE, 2019, 2022. Organizado pelos autores (2023).

Por conseguinte, a TI Caru envolve a área prioritária Conexão Pindaré; REBIO Gurupi, envolve a TI Awa, TI Rio Pindaré envolve a área prioritária APA Baixada Maranhense - Baixo Mearim; APA Baixada Maranhense - baixo Pindaré; Conexão Pindaré, TI Arariboia envolve a área prioritária Meso Região Imperatriz; envolve a TI Governador, TI Governador envolve a área prioritária Meso Região Imperatriz. TI Krikati envolve a área prioritária Montes Altos – Querubina; o buffer dessa TI se aproxima do buffer da TI Governador, TI Geralda Toco Preto envolve a área Meso Região Imperatriz; o buffer dessa Ti faz uma interseção com o buffer da TI Lagoa Comprida.

TI Lagoa Comprida envolve a área Mesorregião de Imperatriz; vizinha da TI Cana Brava/Guajajara; seu buffer alcança 958 m da área da TI Urucu/Juruá, TI Urucu/Juruá envolve a área Meso Região Imperatriz; seu buffer envolve as Tis Urucu/Juruá e Lagoa Comprida, TI Cana Brava/Guajajara envolve a área Mesorregião Imperatriz; Serra das Alpercatas; seu buffer envolve as Tis Urucu/Juruá e Lagoa Comprida, seu buffer envolve integralmente a TI Rodeador; seu buffer cria intercessão com o buffer da TI Bacurizinho e adentra 825m da área da TI Bacurizinho; seu buffer faz uma interconexão com o buffer das Tis Kanela e Porquinhos,

TI Rodeador envolve a área Serra das Alpercatas, TI Cana Brava/Guajajara; seu buffer cria intercessão com o buffer da TI Kanela. TI Kanela envolve a área Serra das Alpercatas; PE do Mirador; seu buffer se interconecta ao buffer da TI Krenyê, Rodeador, Cana Brava/Guajajara, TI Krenyê envolve PE do Mirador,

Serra das Alpercatas, seu buffer faz conexão com o buffer da TI Kanela, TI Porquinhos envolve Serra das Alpercatas; envolve a TI Bacurizinho; seu buffer se conecta ao buffer da TI Cana Brava/Guajajara, TI Bacurizinho envolve a TI Porquinhos; Serra das Alpercatas; seu buffer se interconectar com o buffer da TI Morro Branco e Cana Brava/Guajajara, TI Morro Branco seu buffer se interconectar com o buffer da TI Bacurizinho.

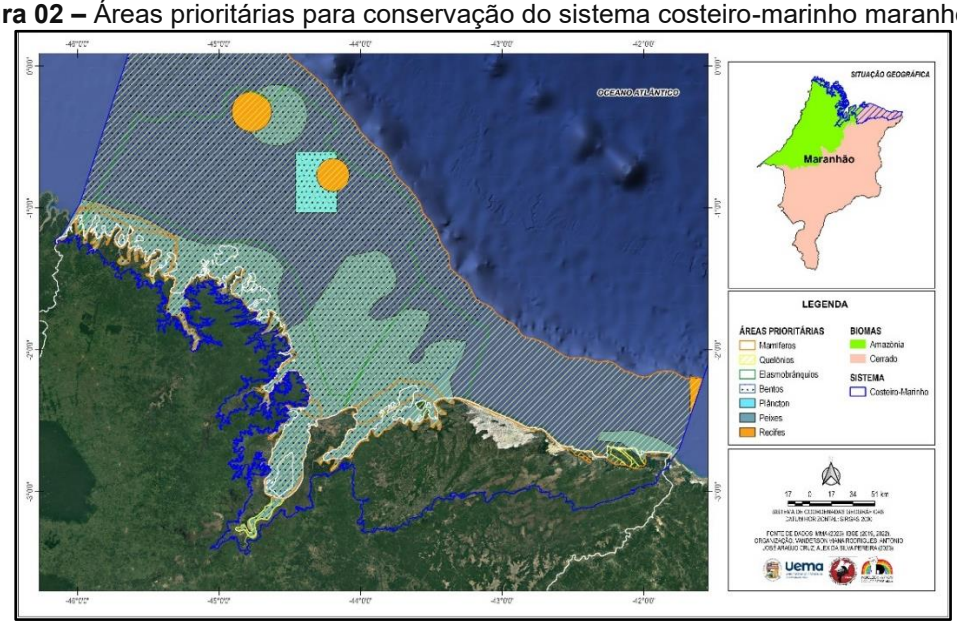
Sistema Costeiro – Marinho

Com o foco de apresentar melhor materialidade das análises referentes a Zona Costeira-Marinha do Maranhão, demarcamos a Zona e suas peculiaridades, ressaltando a dinâmica única das reentrâncias maranhenses e do conjunto integrado entre a Costa e a área oceânica conforme a Figura 2. Nessas áreas prioritárias da Zona Costeira Marinha do Maranhão recortadas pelo buffer de 100 km, são ressaltados os Mamíferos, bentos, peixes, plâncton, quelônios, recifes, elasmobrânquios, das zonas costeiras-marinho terrestre do Maranhão: Estuários, banhados, praias, restingas (Quadro 3).

Para melhoramento da visada de detalhamento, assim como a análise dos dados e resultados da cartografia desenvolvida para esse trabalho, fragmentamos os pontos referentes ao Sistema Costeiro – Marinho das áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no estado do Maranhão sob a aplicação dos *buffers* de 100 km para as zonas marinhas e de 10 km nas zonas costeiras, em especifico para Parque nacional dos Lenções maranhenses e a Unidade de conservação da Ilha do Maranhão conforme a Quadro 3.

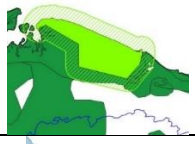
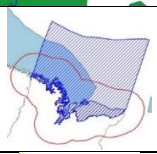
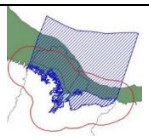
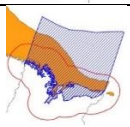
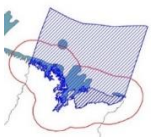
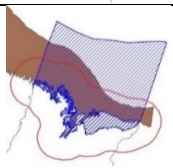
São demarcadas com *buffer* de 10 km, os recortes de influência e suas relevâncias de impacto para a conservação da biodiversidade na zona costeira-marinho a PE Marinho Parcel de Manuel Luís fica isolado no mar, Parque nacional dos lençóis maranhenses envolve APA Upaon-Açu / Miritiba / Alto Preguiça (Oeste); APA Foz do Rio Preguiças / Peq. Lençóis; Faixa Costeira Litoral Leste MA /PI; MA-06; RESEX Baia do Tubarão, PE do Bacanga envolve MA-05; PE do Bacanga; APA do Maracanã; APA Upaon-Açu / Miritiba / Alto Preguiça (Oeste); RESEX do Taim; Leste da Baía de São José; APA Itapiracó; Manguezais e várzeas do Rio Anil; APA Baixada Maranhense – Estuário; APA Baixada Maranhense – Litoral; pequena área da área Guarapiranga.

Figura 02 – Áreas prioritárias para conservação do sistema costeiro-marinho maranhense.



Fonte: MMA, 2023; IBGE, 2019, 2022.

Quadro 3: Recortes por ponto de extrema prioridade para conservação nas áreas do Sistema Costeiro – Marinho para conservação da biodiversidade do Maranhão

	Parque Nacional dos Lençóis maranhenses		Unidade de conservação da Ilha do Maranhão
	Bentos		Elasmobrânquios
	Mamíferos		Peixes
	Plâncton		Quelônios

Fonte: MMA, 2023; FUNAI, 2020; SEMA, 2019; IMESC, 2019,2021; ICMBIO, 2023; IBGE, 2019, 2022. Organizado pelos autores (2023).

Considerações Finais

As áreas prioritárias para conservação da biodiversidade no estado do Maranhão representam pontos frágeis nos Biomas Amazônico, Cerrado e também na Zona Costeira-Marinho, sendo um conjunto de ambientes que necessitam de atenção dos setores da sociedade e, sobretudo, dos órgãos públicos com atuação a preservação, demarcação e criação de zonas de preservação e corredores ecológicos. Os territórios para preservação

apresentados neste trabalho são compreendidos sobre a dinâmica das verticalidades e horizontalidades, e é por esse trilho, que o trabalho apresentou as relações duais entre os pares dialéticos (preservação x exploração / sociedade civil x Estado), o qual também é político e social, uma vez que há a redefinição dos usos de uma ordem territorial dinâmica e funcional.

Identificamos que as áreas prioritárias sob tipologias - Bioma Amazônico, Bioma Cerrado, Sistema Costeiro-Marinho para conservação da biodiversidade no Estado do Maranhão, quando delimitadas e analisadas apresentam corredores ecológicos delimitados, contudo, para isso, precisamos alimentar as cartografias com *buffer*s de 10 km para Terras Indígenas e de Unidade de Conservação de Proteção Integral e com *buffers* de 100 km de distância da costa identificando áreas prioritárias para conservação dos oceanos.

Assim, conclui-se que as distintas vistas e ações para conservação das áreas prioritárias da biodiversidade no estado e seus usos partem da dinâmica dos interesses e conjunturas, as quais a zona está inserida, sendo reflexo de processos que se confluem dos danos sociais, ambientais, e da concentração fundiária, tal qual a sujeição das áreas com extrema necessidade de preservação aos esquemas modernizadores encunhados pelo Estado.

Referências

BOMBARDI, L. M. A dialética e a geografia agrária na obra de Ariovaldo Umbelino de Oliveira. In. FERNANDES, B. M.; MARQUES, M. I. M.; SUZUKI, J. C. (Org.). **Geografia agrária:** teoria e poder. 1ª edição. Editora Expressão Popular. São Paulo – 2007.

BOZZANO, H. **Territorios posibles:** procesos, lugares y actores. 3 Ed. Buenos Aires: Lumiere, 2017.

DALFOVO, M. S.; LANA, R. A.; SILVEIRA, A. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v2, n. 4, 2008.

FUNAI. Fundação Nacional dos Povos Indígenas. **Terras Indígenas**, 2020. disponível em https://www.gov.br/funai/pt-br/atuacao/terras-indigenas acesso em 26 de jun. 2023.

HAESBAERT, R. Concepções de território para entender a desterritorialização. In: SANTOS, M.; BECKER, B. K. et al. **Território, territórios:** ensaios sobre o ordenamento territorial. 3. ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2006.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapas Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil 1:250000**. 2019. Disponível em https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15842-biomas.html acesso em 26 de jun. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sistema Costeiro-Marinho do Brasil 1:250 000**. 2022. Disponível em https://www.ibge.gov.br/geo acesso em 26 de jun. 2023.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Vetores Biomas do Brasil 1:250 000**. 2022. Disponível em https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas acesso em 26 de jun. 2023.

ICMBIO. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Dados geoespaciais de referência da Cartografia Nacional e dados temáticos produzidos no ICMBio.** 2023. Disponível em https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/dados_geoespaciais/mapa-tematico-e-dados-geoestatisticos-das-unidades-de-conservacao-federais acesso em 26 de jun. 2023.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias... [et al.] (Orgs). **Sumário Executivo do Zoneamento Ecológico-Econômico do Maranhão (ZEE-MA):** meio físico-biótico – etapa Bioma Cerrado e Sistema Costeiro. 2. ed. v.1 / São Luís: IMESC, 2021.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Relatório Técnico de Diversidade Faunística da Amazônia Maranhense:** avaliação da composição, áreas prioritárias, ameaças e recomendações de ações para sua conservação do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado do Maranhão- Bioma Amazônico. São Luís: IMESC, 2019.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Base de Dados - Bioma Amazônico do Maranhão - Escala 1:250.000**, 2019. disponível em http://zee.ma.gov.br/. Acesso em: 26. jun. 2023.

IMESC. Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos. **Base de Dados - Biomas Cerrado e Sistema Costeiro do Maranhão - Escala 1:250.000**, 2021. disponível em http://zee.ma.gov.br/ acesso em 26 de jun. 2023.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** 5. ed. - São Paulo: Atlas 2003.

MARTINS, J. S. O tempo da fronteira retorno à controvérsia sobre o tempo histórico da frente de expansão e da frente pioneira. **Tempo Social; Rev. Sociol**. USP, 1996. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/ts/article/view/86141 Acesso em: 27 de mai. 2023.

MINAYO, M. C. S. **Pesquisa social:** Teoria, Método e criatividade. 21ª Edição. Editora Vozes – Petrópolis/SP. 2002.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Download de dados geográficos**. 2017. Disponível em http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm acesso em 23 de jun. 2023.

OLIVEIRA, A. U. A Mundialização da Agricultura Brasileira. **Anais do 12º Coloque Geocrítica.** Bogotá, 2012.

ROSSI, R. Materialismo histórico dialético e educação do campo. **OKARA:** Geografia em debate, 2014. Disponível em: https://periodicos.ufpb.br/index.ph acesso em 13 de jun. de 2023.

SANTOS, M. **Técnica, espaço, tempo:** globalização e meio técnico-científico-informacional. São Paulo – SP. EDUSP, 6° Edição 2011.

SILVA, O. F. **Análise de imagens multitermais do sensor TM Landsat-5 da vegetação do cerrado, utilizando técnicas de NDVI, no Parque Nacional das Emas-Goiás.** Instituto Federal de Educação de Goiás – IFGO, Goiânia, 2014.

SOUZA, G. L. Dialética e Educação - Dialética e Violência“ Dialética e Felicidade. **Revista RESAFE**, 2011. https://doi.org/10.26512/resafe.v0i1.3783.

SPINELLI-ARAÚJO, L. [et al.]. **Conservação da biodiversidade do estado do Maranhão**: cenário atual em dados geoespaciais. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016.

Exóticas invasoras da FLORA e FUNGA das Unidades de Conservação da Natureza (UCNs) de Recife, Pernambuco, Nordeste do Brasil

Exotic invasive FLORA and FUNGA in the Nature Conservation Units (UCNs) in Recife, Pernambuco, Northeastern Brazil

Erica Paula Elias Vidal de Negreiros
Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade da Prefeitura da Cidade do Recife
evidaldenegreiros@recife.pe.gov.br

Marcelo Sobral Leite
Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade da Prefeitura da Cidade do Recife
marcelo.leite@recife.pe.gov.br

Marcos Antônio das Chagas
Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade da Prefeitura da Cidade do Recife
mswchagas@yahoo.com.br

Vitória Cezário Borges dos Santos
Universidade Federal de Pernambuco Identificador
Orcid: 0000-0002-7566-291X
vitoria.borges@ufpe.br

Resumo: A gestão adequada de áreas protegidas deve tomar como base a compreensão da riqueza biológica que abrange seu território. Soma-se a esse conhecimento essencial o levantamento de espécies exóticas invasoras, classificando grupos taxonômicos mais frequentes, espécies dominantes, origens, rotas ou históricos de invasão, uma vez que são elementos fundamentais para nortear o manejo com vistas a uma efetiva conservação biológica das áreas. Este trabalho objetiva apresentar uma visão geral sobre as espécies exóticas invasoras da flora e funga das Unidades de Conservação da Natureza do Recife, tendo em vista os aspectos essenciais mencionados anteriormente. Os dados foram obtidos através de dados primários, pesquisa documental e bases de dados e coleções virtuais. Conclui-se que cerca de 5% das espécies registradas são exóticas invasoras ou de elevado potencial invasor. Isto aponta para a importância de estabelecimento de estratégias de manejo para reduzir a perda de biodiversidade.

Palavras-chave: Invasões biológicas, Áreas protegidas, Mata Atlântica Nordestina.

Abstract: The proper management of protected areas must be based on an understanding of the biological wealth that covers their territory. Added to this essential knowledge is a survey of invasive alien species, classifying the most frequent taxonomic groups, dominant species, origins, routes or invasion histories, as these are fundamental elements to guide management with a view to effective biological conservation of the areas. The aim of this paper is to present an overview of the invasive exotic species of flora and fungi in Recife's Nature Conservation Units, taking into account the essential aspects mentioned above. The data was obtained through primary data, documentary research and databases and virtual collections. It was concluded that around 5% of the species recorded are exotic invaders or have a high invasive potential. This points to the importance of establishing management strategies to reduce biodiversity loss.

Keywords: Biological invasions, Protected areas, Northeastern Atlantic Forest.

Introdução

Exóticas invasoras são espécies pertencentes a diversos grupos de organismos, desde vírus a vertebrados de grande porte, passando por plantas e fungos, levados pelo ser

humano para fora de sua área de distribuição natural (CBD 1992; Leão et al. 2011; SOBRAL-LEITE et al. 2011). Em seus “novos ambientes”, estes organismos proliferam-se descontroladamente pela ausência de patógenos e predadores e abundância de recursos, exterminando as espécies nativas, ocasionando graves problemas ecológicos, econômicos e de saúde pública (CBD 1992; LEÃO et al. 2011; SOBRAL-LEITE et al. 2011; CAPIZZi et al. 2018; LAZZARO et al. 2018; ROMI et al. 2018; IPBES, 2019). A invasão biológica promovida pelas espécies exóticas invasoras é considerada a segunda maior causa de perda de biodiversidade no mundo, só ficando atrás da própria destruição direta dos habitats naturais (CBD 1992; LEÃO et al. 2011; IPBES, 2019).

As Unidades de Conservação da Natureza (UCNs) do Recife são áreas destinadas ao uso sustentável dos recursos naturais e a conservação biológica integral ou parcial, a depender de seu zoneamento (PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE – SMAS, 2020a; BRAGA et al. 2021). Nestas áreas ainda resistem remanescentes de Mata Atlântica e seus ecossistemas associados como manguezais e restingas, sendo nelas encontrada elevada riqueza da FLORA, FUNGA e FAUNA (BRAGA et al. 2021). Espécies endêmicas, ameaçadas de extinção, registros novos e ocorrências exclusivas para alguns grupos biológicos, assim como nascentes e olhos d’água que auxiliam no abastecimento do município, compõem parte da riqueza salvaguardada pelas UCNs (BRAGA et al. 2021). No entanto, foram registradas também nestas áreas diversas espécies exóticas invasoras, algumas das quais, com elevada frequência e dominância sobre a vegetação nativa (PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE – SMAS, 2020a; b; c).

Em áreas especiais para a conservação que são as Unidades de Conservação (UCs), como as UCNs, as exóticas invasoras representam forte ameaça, tanto por competição direta com as espécies nativas, quanto por impossibilitar a regeneração natural dos ambientes invadidos (SOBRAL-LEITE et al. 2011; ZILLER & DECHOUM, 2013; ICMBio, 2019; IPBES, 2019; BRAGA et al. 2021). A maioria das UCs no Brasil ainda carece de informações básicas sobre invasões biológicas, como: (a) riqueza de espécies ocorrentes; (b) grupos taxonômicos mais frequentes (c) espécies dominantes; (d) origens, rotas ou histórico de invasão, etc. Tais informações são os primeiros passos para se conhecer e, consequentemente, subsidiar estratégias de gestão e manejo com vistas a efetiva restauração e conservação biológicas e dos recursos naturais destas áreas protegidas (ZILLER & DECHOUM, 2013; ICMBio, 2019; IPBES, 2019; BRAGA et al. 2021).

Objetivamos neste estudo apresentar uma visão geral sobre as espécies exóticas invasoras da FLORA e FUNGA das UCNs de Recife, enfocando: (a) na riqueza de espécies; (b) nos grupos taxonômicos mais frequentes (c) nas espécies dominantes e (d) nas origens, rotas de entrada ou histórico de invasão nas áreas. Estas informações serão comparadas com

as de outras áreas protegidas ou não, estudadas no Brasil. Esperamos que estes dados, discussões e conclusões possam subsidiar estratégias de gestão para as UCNs, assim como auxiliar programas em outras UCs da Mata Atlântica da região Nordeste.

Material e Métodos

Obtenção e tratamento dos dados da FLORA e FUNGA

As espécies da FLORA e FUNGA exóticas invasoras ou com elevado potencial invasor das UCNs foram sinalizadas de acordo com os bancos de dados do CABI (2023), GISP (2023), INSTITUTO HÓRUS (2023) e com o livro “Espécies Exóticas Invasoras no Nordeste do Brasil” (LEÃO et al. 2011). Para a obtenção dos dados foram utilizados: (I) dados primários, a partir da identificação e listagem das espécies por botânicos e parabotânicos com vasta experiência, durante os estudos técnicos de campo para elaboração dos Planos de Manejo das UCNs (2018-2023). As espécies foram identificadas durante caminhamentos nas UCNs e por levantamento quantitativo, por meio de pontos quadrantes, método empregado para amostragem; (II) pesquisa documental (sobretudo relatórios técnicos, livros e artigos científicos). Os argumentos de busca na INTERNET foram desde a localidade de ocorrência, a família ou a espécie individualmente (nome vernacular e científico) até associações destas informações (p. Ex. jaqueira + Dois Unidos) e (III) bases de dados e coleções virtuais: REFLORA (2023), SPECIESLINK (2023) e TROPICOS.ORG (2023).

A partir desse conjunto de informações obtidas, foi construída uma base de dados na qual os nomes científicos foram inseridos, juntamente com outros elementos de classificação básica associados como filo, família, nome vernacular, origem, vetor de introdução e uso/função. Para a grafia e validação dos nomes das samambaias e licófitas, gimnospermas e angiospermas seguiu-se primariamente a FLORA E FUNGA DO BRASIL (2023) e, nos casos omissos, o WFO (2023). Para os nomes dos Ascomycota e Myxomycota seguiu-se primariamente o GBIF SECRETARIAT (2023) e, nos casos omissos, utilizou-se o INDEXFUNGORUM.ORG (2023) e o MYCOBANK.ORG (2023).

Resultados

A lista da FLORA e FUNGA exótica invasora das UCNs inclui plantas (samambaias e licófitas, gimnospermas e angiospermas) e espécies “não vegetais” como fungos e mixomicetos. Do total de espécie registradas, 120 são exóticas invasoras ou de elevado potencial invasor (cerca de 5% do total das espécies registradas nestas áreas, 2.298) pertencentes a cinco Filos (Myxomycota, Ascomycota, Pteridophyta, Gymnospermae e Anthophyta) e 48 Famílias (TABELA 1).

As famílias mais ricas foram: Poaceae (com 22 espécies), Fabaceae (15), Myrtaceae (seis), Arecaceae e Moraceae (com cinco espécies cada uma) e Asparagaceae, Asteraceae e Commelinaceae (com quatro espécies cada). Estas oito famílias correspondem a cerca de 54% do total das exóticas invasoras da FLORA e FUNGA das UCNs.

Dentre as exóticas invasoras da FLORA e FUNGA das UCNs, as mais frequentes foram: as arbóreas; mangueira Mangifera indica L. (Anacardiaceae), castanhola Terminalia catappa L. (Combretaceae), sombreiro Clitoria fairchildiana R.A.Howard, leucena Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit, mata-fome Pithecellobium dulce (Roxb.) Benth. (Fabaceae), carolina Pachira aquatica Aubl. (Malvaceae), nim-indiano Azadirachta indica A.Juss. (Meliaceae), jaqueira Artocarpus heterophyllus Lam. (Moraceae) e azeitona-roxa Syzygium cumini (L.) Skeels (Myrtaceae) e a arborescente; dendezeiro Elaeis guineensis Jacq. (Arecaceae). Entre as herbáceas, destacaram-se: jiboia-verde-amarela Epipremnum aureum (Linden & André) G.S.Bunting (Araceae), zebrina Tradescantia zebrina Heynh. ex Bosse (Commelinaceae), capins braquiária; Urochloa decumbens (Stapf) R.D.Webster e U. mutica (Forssk.) T.Q.Nguyen e bambus; Bambusa vulgaris Schrad. ex J.C.Wendl. e Dendrocalamus giganteus Wall. ex Munro (Poaceae). Destaca-se ainda a baronesa Eichhornia crassipes (Mart.) Solms (Pontederiaceae), invasora predominante nos corpos de água doce e salobra da cidade.

No que diz respeito a origem das exóticas invasoras da FLORA e FUNGA das UCNs: 64 espécies são nativas da Ásia, 38 da África, 34 da América (incluindo a região Amazônica), 30 da Oceania, três da Europa e outras três consideradas pantropicais, mas exóticas no Brasil, conforme observado na Figura 1. No entanto, esta classificação não indica que uma dada espécie não co-ocorra em outro continente, como pode ser observado na Tabela 1.

Com relação ao vetor ou atividade vetora de exóticas invasoras da FLORA e FUNGA, a jardinagem/paisagismo foi responsável pela introdução de 53 espécies (44% do total de exóticas invasoras), seguida pela agricultura com 38 (31%) e a pecuária com 29 (24%). Quanto ao uso/função, 53 espécies das exóticas invasoras são ornamentais, 30 (25% do total) são forrageiras, 17 (14%) medicinais, 16 (13%) alimentares, três (2,5%) são patógenos de plantas e uma, a seringueira Hevea brasiliensis (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. (Euphorbiaceae), é considerada de uso/função industrial por ser produtora de borracha natural.

Tabela 1. FLORA e FUNGA exótica invasora ou de elevado potencial invasor das UCNs. Táxons organizados por filo, família, espécie, nome popular, origem, vetor de introdução e uso/função.

Filo/Família	Nome popular	Origem	Vetor	Uso/função
Myxomycota				
Physaraceae				
Fuligo septica* (L.) F.H. Wigg.*	limo-ovo-mexido	Não informada	agricultura	patógeno
Ascomycota				
Massarinaceae				
Helminthosporium dorycarpum* Mont.*	fungo	Não informada	agricultura	patógeno
Phyllostictaceae				
Phyllosticta manihoticola* Syd. & P.Syd.*	fungo	Não informada	agricultura	patógeno
Pteridophyta				
Pteridaceae				
Pteris vittata* L.*	samambaia	África, Ásia e Oceania	paisagismo	ornamental
Thelypteridaceae				
Christella dentata* (Forssk.) Brownsey & Jermy*	samambaia	Ásia	paisagismo	ornamental
Macrothelypteris torresiana* (Gaudich.) Ching*	samambaia	África, Ásia e Oceania	paisagismo	ornamental
Gymnospermae				
Cycadaceae				
Cycas revoluta* Thunb.*	sagu-de-jardim	Ásia	paisagismo	ornamental
Pinaceae				
Pinus caribaea* Morelet*	pinheiro-do-caribe	América Central	paisagismo	ornamental
Anthophyta				
Acanthaceae				
Thunbergia alata* Bojer ex Sims*	bunda-de-mulata	África	paisagismo	ornamental
Aizoaceae				
Tetragonia tetragonoides* (Pall.) Kuntze*	espinafre	Ásia e Oceania	agricultura	alimentar
Amaranthaceae				
Amaranthus spinosus* L.*	bredo-de-porco	Américas do Norte e do Sul	agricultura	medicinal

Anacardiaceae				
Mangifera indica* L.*	mangueira	Ásia	agricultura	alimentar
Apiaceae				
Centella asiatica* (L.) Urb.*	pé-de-cavalo	Ásia e Oceania	agricultura	medicinal
Apocynaceae				
Calotropis procera* (Aiton) W.T.Aiton*	bombardeira	África e Ásia	paisagismo	ornamental
Plumeria rubra* L.*	jasmim-manga	Américas Central e do Sul	paisagismo	ornamental
Araceae				
Colocasia esculenta* (L.) Schott*	taioba-de-são-tomé	Ásia	paisagismo	ornamental
Epipremnum aureum* (Linden & André) G.S.Bunting*	jibóia-verde-amarela	Ásia e Oceania	paisagismo	ornamental
Araliaceae				
Heptapleurum actinophyllum* (Endl.) Lowry & G.M. Plunkett*	brassia	Oceania	paisagismo	ornamental
Arecaceae				
Elaeis guineensis* Jacq.*	dendê	África	agricultura	
Phoenix roebelenii* O'Brien*	fênix	Ásia	paisagismo	ornamental
Ptychosperma elegans* (R.Br.) Blume*	palmeira-solitária	Oceania	paisagismo	ornamental
Ptychosperma macarthurii* (H.Wendl. ex H.J.Veitch) H.Wendl. ex Hook.f.*	palmeira-de-macarthur	Oceania	paisagismo	ornamental
Roystonea oleracea* (Jacq.) O.F.Cook*	palmeira-real	América Central	paisagismo	ornamental
Asparagaceae				
Agave sisalana* Perrine ex Engelm.*	sisal	América Central	paisagismo	ornamental
Dracaena fragrans* (L.) Ker Gawl.*	pau-d'água	África	paisagismo	ornamental
Sansevieria trifasciata* Prain*	espada-de-são-jorge	África	paisagismo	ornamental
Yucca aloifolia* L.*	baioneta-espanhola	Americas do Norte e Central	paisagismo	ornamental
Asteraceae				
Bidens pilosa* L.*	picão-preto	América do Norte	agricultura	medicinal
Eleutheranthera ruderalis* (Sw.) Sch.Bip.*	ogiera	Américas Central e do Sul	agricultura	medicinal
Galinsoga parviflora* Cav.*	botão-de-ouro	Américas do Norte,	agricultura	medicinal

		Central e do Sul		
Helianthus annuus* L.*	girassol	Américas do Norte e Central	agricultura	alimentar
Bignoniaceae				
Spathodea campanulata* P. Beauv.*	tulipa-africana	África	paisagismo	ornamental
Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth*	ipezinho-amarelo	América do Norte	paisagismo	ornamental
Casuarinaceae				
Casuarina equisetifolia* L.*	casuarina	Ásia e Oceania	paisagismo	ornamental
Combretaceae				
Terminalia catappa* L.*	coração-de-nêgo	África, Ásia e Oceania	paisagismo	ornamental
Commelinaceae				
Commelina benghalensis* L.*	trapoeraba	África e Ásia	agricultura	medicinal
Commelina diffusa* Burm.f.*	andaca	África, Ásia e Oceania		medicinal
Tradescantia spathacea* Sw.*	abacaxi-roxo	Américas Central e do Sul	paisagismo	ornamental
Tradescantia zebrina* Heynh. ex Bosse*	zebrina	América Central	paisagismo	ornamental
Cucurbitaceae				
Momordica charantia* L.*	melão-de-são-caetano	África, Ásia e Oceania	agricultura	medicinal
Euphorbiaceae				
Ricinus communis* L.*	carrapateira	África	agricultura	medicinal
Fabaceae				
Acacia mangium* Willd.*	acácia-mangio	Ásia e Oceania	paisagismo	ornamental
Albizia lebbeck* (L.) Benth.*	faveiro	Ásia e Oceania	paisagismo	ornamental
Caesalpinia pulcherrima* (L.) Sw.*	flamboyanzinho	América Central	paisagismo	ornamental
Cassia javanica* L.*	acácia-javanesa	Ásia	paisagismo	ornamental
Clitoria fairchildiana* R.A.Howard*	sombreiro	América do Sul (região amazônica)	paisagismo	ornamental
Clitoria ternatea* L.*	feijão-borboleta	África e Ásia	pecuária	forrageiro
Crotalaria lanceolata* E.Mey.*	guizo-de-cascavel	África	pecuária	forrageiro
Crotalaria pallida* Aiton*	xique-xique	África, Ásia e Oceania	pecuária	forrageiro

Crotalaria retusa* L.*	amendoim-bravo	África, Ásia e Oceania	pecuária	forrageiro
Desmodium adscendens* (Sw.) DC.*	pega-pega-graúdo	Pantropical	pecuária	forrageiro
Desmodium incanum* (Sw.) DC.*	pega-pega	Pantropical	pecuária	forrageiro
Desmodium triflorum* (L.) DC.*	amor-de-velho	Pantropical	pecuária	forrageiro
Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit*	leucena	América Central	pecuária	forrageiro
Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth.*	mata-fome	Américas Central e do Sul	paisagismo	ornamental
Senna siamea* (Lam.) H.S.Irwin & Barneby*	acácia-amarela	Ásia	paisagismo	ornamental
Lamiaceae				
Holmskioldia sanguinea* Retz.*	chapéu-de-mandarim	Ásia	paisagismo	ornamental
Lauraceae				
Cinnamomum verum* J.Presl*	canela-da-índia	Ásia	agricultura	medicinal
Persea americana* Mill.*	abacateiro	América Central	agricultura	alimentar
Lythraceae				
Rotala ramosior* (L.) Koehne*	sete-sangria	Américas do Norte, Central e do Sul	pecuária	forrageiro
Malvaceae				
Pachira aquatica* Aubl.*	carolina	Américas Central e do Sul	paisagismo	ornamental
Sterculia foetida* L.*	chichá-fedorento	Ásia	paisagismo	ornamental
Thespesia populnea* (L.) Sol. ex Corrêa*	tulipeiro-índio	África e Ásia	paisagismo	ornamental
Meliaceae				
Azadirachta indica* A.Juss.*	nim-indiano	Ásia	paisagismo	ornamental
Moraceae				
Artocarpus altilis* (Parkinson) Fosberg*	fruta-pão	Ásia e Oceania	agricultura	alimentar
Artocarpus heterophyllus* Lam.*	jaqueira	Ásia	agricultura	alimentar
Ficus benjamina* L.*	fico-chorão	Ásia e Oceania	paisagismo	ornamental
Ficus elastica* Roxb. ex Hornem.*	goma-elástica	Ásia	paisagismo	ornamental
Ficus pumila* L.*	unha-de-gato	Ásia	paisagismo	ornamental
Myrtaceae				

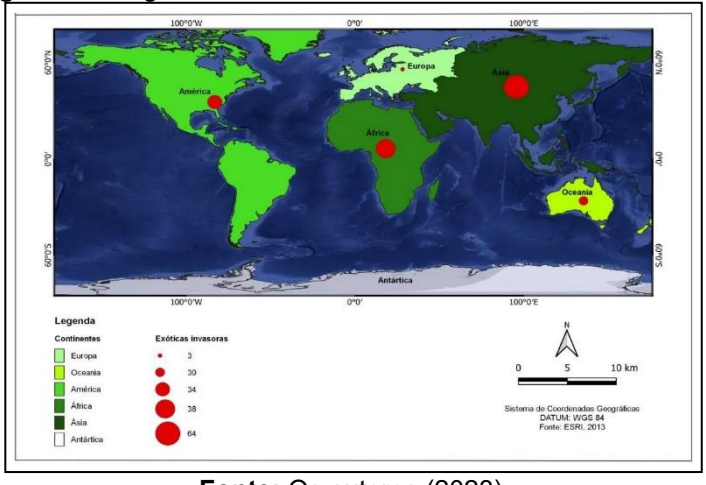
Corymbia citriodora* (Hook.) K.D.Hill & L.A.S.Johnson*	eucalipto-cidró	Oceania	agricultura	industrial
Melaleuca leucadendra* (L.) L.*	melaleuca	Oceania	agricultura	medicinal
Psidium guajava* L.*	goiabeira	Américas Central e do Sul	agricultura	alimentar
Syzygium cumini* (L.) Skeels*	azeitona-roxa	Ásia	agricultura	alimentar
Syzygium jambos* (L.) Alston*	jambo-amarelo	Ásia	agricultura	alimentar
Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M.Perry*	jambo-vermelho	Ásia	agricultura	alimentar
Nyctaginaceae				
Boerhavia coccinea* Mill.*	tangaracá	América do Sul	agricultura	medicinal
Oleaceae				
Jasminum officinale* L.*	jasmim-comum	Europa e Ásia	paisagismo	ornamental
Orchidaceae				
Oeceoclades maculata* (Lindl.) Lindl.*	cantaria	África	paisagismo	ornamental
Orobanchaceae				
Parentucellia viscosa* (L.) Caruel*	parentucélia-peganhenta	África, Europa e Ásia	agricultura	medicinal
Oxalidaceae				
Averrhoa carambola* L.*	caramboleira	Oceania	agricultura	alimentar
Averrhoa bilimbi* L.*	caramboleira-amarela	Ásia	agricultura	alimentar
Poaceae				
Bambusa tuldoides* Munro*	bambu-taquara	Ásia	paisagismo	ornamental
Bambusa vulgaris* Schrad. ex J.C.Wendl.*	bambu-comum	África e Ásia	paisagismo	ornamental
Cenchrus ciliaris* L.*	capim-buffel	África e Ásia	pecuária	forrageiro
Cenchrus purpureus* (Schumach.) Morrone*	capim-elefante	África e Ásia	pecuária	forrageiro
Cynodon dactylon* (L.) Pers.*	grama-bermudas	África, Ásia e Oceania	pecuária	forrageiro
Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd.*	capim-calandrini	África, Ásia e Oceania	pecuária	forrageiro
Dendrocalamus giganteus* Wall. ex Munro*	bambu-balde	Ásia	paisagismo	ornamental
Digitaria ciliaris* (Retz.) Koeler*	milhã	África, Ásia e Oceania	pecuária	forrageiro
Digitaria eriantha* subsp. *pentzii* (Stent) Kok*	capim-pangola	África	pecuária	forrageiro
Digitaria horizontalis* Willd.*	capim-colchão	África	pecuária	forrageiro
Echinochloa polystachya* (Kunth) Hitchc.*	canarana-de-paramaribo	Américas do Norte,	pecuária	forrageiro

		Central e do Sul		
Eleusine indica* (L.) Gaertn.*	pé-de-galinha	África, Ásia e Oceania	pecuária	forrageiro
Eragrostis ciliaris* (L.) R.Br.*	capim-penacho	África, Ásia e Oceania	pecuária	forrageiro
Eragrostis pilosa* (L.) P.Beauv.*	pega-pinto	África, Europa, Ásia e Oceania	pecuária	forrageiro
Megathyrsus maximus* (Jacq.) B.K.Simon & S.W.L.Jacobs*	capim-mombaça	África e Ásia	pecuária	forrageiro
Melinis repens* (Willd.) Zizka*	capim-de-tenerife	África e Ásia	pecuária	forrageiro
Sorghum halepense* (L.) Pers.*	sorgo-de-alepo	África e Ásia	agricultura	forrageiro
Urochloa brizantha* (Hochst. ex A.Rich.) R.D.Webster*	braquiária	África e Ásia	pecuária	forrageiro
Urochloa fusca* (Sw.) B.F.Hansen & Wunderlin*	braquiária	Américas do Norte, Central e do Sul	pecuária	forrageiro
Urochloa mollis* (Sw.) Morrone & Zuloaga*	braquiária	Américas Central e do Sul	pecuária	forrageiro
Urochloa mutica* (Forssk.) T.Q.Nguyen*	braquiária	África e Ásia	pecuária	forrageiro
Urochloa plantaginea* (Link) R.D.Webster*	braquiária	Américas Central e do Sul	pecuária	forrageiro
Polygonaceae				
Antigonon leptopus* Hook. & Arn.*	amor-agarradinho	América Central	paisagismo	ornamental
Pontederiaceae				
Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms*	baronesa	América do Sul (região amazônica)	paisagismo	ornamental
Rubiaceae				
Ixora coccinea* L.*	icsória-coral	Ásia	paisagismo	ornamental
Morinda citrifolia* L.*	nono-taiti	Ásia e Oceania	paisagismo	ornamental
Oldenlandia corymbosa* L.*	fumaria-da-índia	África, Ásia e Oceania	paisagismo	ornamental
Rutaceae				
Citrus* × *limon* (L.) Osbeck*	limão-siciliano	Ásia	agricultura	alimentar
Citrus* × *aurantium* L.*	laranja-da-terra	Ásia	agricultura	alimentar
Sapotaceae				

Manilkara zapota* (L.) P.Royen*	sapoti	Américas Central e do Sul	agricultura	alimentar
Solanaceae				
Datura metel* L.*	trombeta-roxa	Américas do Norte, Central e do Sul	paisagismo	ornamental
Physalis angulata* L.*	camapú	Américas do Norte, Central e do Sul	pecuária	forrageiro
Sphenocleaceae				
Sphenoclea zeylanica* Gaertn.*	majuba	África, Ásia e Oceania	pecuária	forrageiro
Urticaceae				
Pilea microphylla* (L.) Liebm.*	beldroega	Américas do Norte, Central e do Sul	agricultura	medicinal
Verbenaceae				
Duranta erecta* L.*	violeteira	Américas do Norte e Central	paisagismo	ornamental
Lantana camara* L.*	chumbinho	Américas do Norte, Central e do Sul	agricultura	medicinal
Zingiberaceae				
Alpinia purpurata* (Vieill.) K.Schum.*	gengibre-vermelho	Ásia	paisagismo	ornamental
Alpinia zerumbet* (Pers.) B.L.Burtt & R.M.Sm.*	colônia	Ásia	agricultura	medicinal
Hedychium coronarium* J.Koenig*	lírio-do-brejo	Ásia	agricultura	medicinal

Fonte: Os autores (2023).

Figura 1 – Origens das exóticas invasoras das UCNs do Recife.



Fonte: Os autores (2023).

Discussão

Nossos resultados mostram cerca de 42% (69 espécies) a mais de exóticas invasoras da FLORA e FUNGA nas UCNs, em relação ao anteriormente reportado por LEÃO et al (2011) para toda região Nordeste do Brasil. Esta diferença provavelmente se deve a metodologia empregada por estes autores, utilizando dados secundários como fonte primária de informação, além da subamostragem de campo (ver LEÃO et al. 2011), regra para a flora em geral no Brasil. O período transcorrido entre os estudos também é um fator importante, pois se reconhece que o número de exóticas invasoras tende a aumentar com o passar do tempo (SEEBENS et al. 2020).

As UCNs recifenses estão tomadas por 92% (116 espécies) do total de 125 plantas exóticas invasoras registrado para as UCs brasileiras (ZILLER & DECHOUM, 1993) e 55% das 210 reconhecidas para todo o Brasil (CNN BRASIL, 2023; INSTITUTO HÓRUS, 2023). Sabe-se que a fragmentação e a perda de habitats reduzem o número de espécies nativas e que exóticas invasoras se estabelecem mais facilmente em áreas cuja vegetação nativa tenha sido degradada e/ou esteja em estágios iniciais de sucessão ecológica (DIDHAM et al. 2007; LEÃO et al. 2011; MULLU, 2016; PARDINI et al. 2017). Recife integra um dos setores com mais perdas de habitat e fragmentados da Mata Atlântica, formado majoritariamente por pequenas manchas florestais em diferentes estados de conservação (RANTA et al. 1998; MYERS et al. 2000). Em tal paisagem, exóticas invasoras tem maior chance de sucesso (DIDHAM et al. 2007; LEÃO et al. 2011; MULLU, 2016; PARDINI et al. 2017; DECHOUM et al. 2018), sendo esta umas das possíveis explicações para seus elevados valores nas UCNs de Recife.

Poaceae, Fabaceae, Moraceae e Myrtaceae foram as famílias mais representativas entre as exóticas invasoras nas UCs do Nordeste do Brasil de acordo com ZILLER & DECHOUM (2013), corroborando com os resultados do presente estudo. Estas famílias, excetuando Moraceae, foram as mais ricas na região Nordeste de forma geral, independentemente de ocorrerem em áreas protegidas ou não (LEÃO et al. 2011), e mesmo no sul do Brasil (INSTITUTO HÓRUS, 2016).

As Poaceae, salvo os bambus e o sorgo Sorghum halepense (L.) Pers., e Fabaceae (53%) são forrageiras com intenso crescimento vegetativo e r estrategistas. Estes capins e leguminosas invasoras são predominantemente Africanas e Asiáticas, tendo sido trazidas a décadas para formar pastagens para o gado (Leão et al. 2011; PASTORE et al. 2012). Tais plantas exóticas invasoras escapam dos pastos e áreas de cultivo adjacentes as UCs, penetrando nos remanescentes tanto pelas bordas, quanto via sementes em meio aos trechos

degradados ou em estado inicial de sucessão (LEÃO et al. 2011; PASTORE et al. 2012; DECHOUM et al. 2018).

R-estrategistas são espécies de cuidado parental muito baixo ou ausente, capacidade de se multiplicar rapidamente e crescimento exponencial, produzindo elevado número de descendentes (RICKLEFS, 2003: RAVEN et al. 2014). DECHOUM et al. (2018) explicam que espécies generalistas, de crescimento rápido e prolíficas (r-estrategistas), são favorecidas em habitats perturbados em comparação com as especialistas (k-estrategistas), como a maioria das nativas de interior florestal.

Já 43% das Fabaceae e 60% das Moraceae são ornamentais empregadas na arborização urbana originárias da América Central, Ásia e África, afora o sombreiro C. fairchildiana (Fabaceae), amplamente utilizado, mas nativo da região Amazônica (Tabela 1). LEÃO et al. (2011) e SARTORELLI et al. (2018) explicam que arbóreas exóticas invasoras de arborização urbana, a exemplo também das alimentares jaqueira A. heterophyllus (Moraceae) e da azeitona-roxa Syzygium cumini (L.) Skeels (Myrtaceae), se adaptaram às diferentes condições do Brasil. Por sua produção abundante de frutos e sementes e uso de mecanismos alelopáticos contra a vegetação nativa, tais arbóreas invasoras se espalharam em vários ecossistemas brasileiros (ABREU & RODRIGUES, 2010; CHENGXU et al. 2011; LEÃO et al. 2011). Dentro dos remanescentes de Mata Atlântica, a partir principalmente das áreas urbanas adjacentes, estas árvores exóticas invasoras ocupam desde o estrato regenerante até o dossel (ABREU & RODRIGUES, 2010; LEÃO et al. 2011; SARTORELLI et al. 2018).

Conclusão

Considerar o manejo das zonas do entorno imediato das UCNs, tendo em vista parecem ser pontos importantes de entrada e infestação de exóticas invasoras, com o intuito de prevenir ou diminuir as chances de invasão biológica.

Poaceae e Fabaceae exóticas utilizadas na pecuária e agricultura, sobretudo r-estratégistas, devem ser monitoradas com mais atenção, pois tem histórico de invasão frequente em UCNs, inclusive de outras regiões do país.

A arborização urbana deve priorizar as espécies nativas regionais, evitando espécies exóticas e exóticas invasoras de reconhecido histórico de invasividade em outros locais.

Os planos de manejo precisam ser efetivamente implementados. Os programas de manejo e erradicação de espécies exóticas invasoras, tendo em vista tanto o impedimento de novas invasões biológicas e a erradicação das já estabelecidas, em vista da salvaguarda da diversidade da vegetação nativa.

As plantas pertencentes as categorias de jardinagem/paisagismo e as ornamentais, de forma geral, devem ser mais cuidadosamente examinadas em importações e

comercialização, pois foram estes os principais vetores de introdução de exóticas invasoras nas UCs.

Referências

ABREU, R. C. R. DE; RODRIGUES, P. J. F. P. Exotic tree Exotic tree Artocarpus heterophyllus (Moraceae) invades (Moraceae) invades the Brazilian Atlantic Rainforest the Brazilian Atlantic Rainforest. Rodriguésia v. 61, n. 4, 677-688, 2010.

BRAGA, M.; LUZ, S. C. S. da; SOBRAL-LEITE, M. Biodiversidade das Unidades de Conservação do Recife. Pará, Ananindeua: Editora Itacaiúnas, 2021.

CAPIZZI, D.; MONACO, A.; GENOVESI, P.; SCALERA, R.; CARNEVALI, L. Impact of alien

mammals on human health, Chapter 10. In: MAZZA, G.; TRICARICO, E. (Eds.). Invasive Species and Human Health. CABI Invasive Species Series 10. Wallingford, Oxfordshire, UK, Boston, MA: CAB International, 2018. p. 130-150.

CBD – Convention on Biological Diversity. United Nations Convention on Biological Diversity, Nairobi, Kenya: Convention on Biological Diversity Committee, 1992.

CHENGXU, W.; MINGXING, Z.; XUHUI, C.; BO, Q. Review on Allelopathy of Exotic Invasive Plants. Procedia Engineering, v. 18, 240–246, 2011.

CNN BRASIL – Cable News Network Brasil. Brasil tem 272 animais e 210 plantas invasoras que ameaçam biodiversidade, alerta instituto. Disponível em: https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/brasil-tem-272-animais-e-210-plantas-invasoras-que-ameacam-biodiversidade-alerta-instituto/. Acesso em: 04 ago. 2023.

DECHOUM, M. de S.; SAMPAIO, A. B.; ZILLER, S. R.; ZENNI, R. D. Invasive species and the Global Strategy for Plant Conservation: how close has Brazil come to achieving Target 10? Rodriguésia v. 69, n. 4, 1567-1576, 2018.

DIDHAM, R. K.; TYLIANAKIS, J. M.; GEMMELL, N. J.; RAND, T. A.; EWERS, R. M. Interactive

effects of habitat modification and species invasion on native species decline. Trends in Ecology & Evolution, v. 22, n. 9, p. 489-496, 2007.

ESRI DATA AND MAPS. World Continents. Disponível em: https://hub.arcgis.com/datasets/esri::world-continents/about . Acesso em 17 ago. 2023.

FLORA E FUNGA DO BRASIL – REFLORA. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: https://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do#CondicaoTaxonCP. Acesso em: 04 ago. 2023.

GISP – Global Invasive Species Programme. Search species. Disponível em: http://www.gisp.org/. Acesso em: 07 ago. 2023.

GBIF Secretariat – Global Biodiversity Information Facility. GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset. Disponível em: https://www.gbif.org/species/search?q=. Acesso em: 07 ago. 2023.

INDEX FUNGORUM. Searchnames. Disponível em: https://www.indexfungorum.org/names/names.asp. Acesso em: 07 ago. 2023.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Guia de orientação para o manejo de espécies exóticas invasoras em unidades de conservação federais. Versão 3. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Outubro, 2019.

IPBES – International Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. Global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. BRONDIZIO, E. S.; SETTELE, J.; DÍAZ, S.; NGO, H. T. (Eds.). Bonn, Germany: IPBES secretariat, 2019.

LAZZARO, L.; ESSL, F.; LUGLIÈ, A.; PADEDDA, B. M.; PYSĚK, P.; BRUNDU, G. Invasive

alien plant impacts on human health and well-being, Chapter 2. In: MAZZA, G.; TRICARICO,

E. (Eds.). Invasive Species and Human Health. CABI Invasive Species Series 10. Wallingford, Oxfordshire, UK, Boston, MA: CAB International, 2018. p. 16-33.

LEÃO, T. C. C.; ALMEIDA, W. R. de; DECHOUM, M. S.; ZILLER, S. R. Espécies exóticas

invasoras no Nordeste do Brasil: contextualização, manejo e políticas públicas. Recife: CEPAN, Instituto Hórus, 2011.

MULLU, D. A Review on the Effect of Habitat Fragmentation on Ecosystem. Journal of Natural Sciences Research, v. 6, n. 15, 2016.

MYCOBANK Database. Fungal Databases, Nomenclature & Species Banks. Disponível em: https://www.mycobank.org/Simple%20names%20search. Acesso em: 07 ago. 2023.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER C. G.; DA FONSECA G. A. B.; KENT, J.

Biodiversity hotspots for conservation priorities. Nature, v. 403, 853–858, 2000.

PARDINI, R.; NICHOLS, E.; PÜTTKER, T. Biodiversity Response to Habitat Loss and Fragmentation. In: DELLASALA, D; GOLDSTEIN, M. (Eds). Encyclopedia of the Anthropocene. Amsterdam, Netherlands: Elsevier, 2017. p. 1-11.

PASTORE, M.; RODRIGUES, R. S.; SIMÃO-BIANCHINI, R.; FILGUEIRAS, T. de S. Plantas exóticas invasoras na Reserva Biológica do Alto da Serra de Paranapiacaba, Santo André – SP: guia de campo. São Paulo: Instituto de Botânica, 2012.

PREFEITURA DO RECIFE, SMAS – Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Plano de Manejo da UCN ARIE Lagoa do Araçá, Decreto nº 34.015/2020. Prefeitura da Cidade do Recife, 2020a. Disponível em: http://licenciamentoambiental.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/arquivos/servico/decreto_plano_de_manejo_lagoa_do_araca.pdf. Acesso em: 07 jun. 2023.

PREFEITURA DO RECIFE, SMAS – Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Plano de Manejo da UCN APA Caxangá, Decreto nº 33.675/2020. Prefeitura da Cidade do Recife, 2020b. Disponível em http://licenciamentoambiental.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/arquivos/servico/decreto_plano_de_manejo_varzea_0.pdf. Acesso em: 07 jun. 2023.

PREFEITURA DO RECIFE, SMAS – Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Plano de Manejo da UCN ARIE Dois Unidos, Decreto nº 33.812/2020. Prefeitura da Cidade do Recife, 2020c. Disponível em: http://licenciamentoambiental.recife.pe.gov.br/sites/default/files/midia/arquivos/servico/decreto_plano_de_manejo_dois_unidos.pdf. Acesso em: 07 jun. 2023.

RAVEN, P. H.; EICHHORN, S. E.; EVERT, R. F. Biologia Vegetal. 8ª Edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

RANTA, P.; BLOM, T.; NIEMELA, J.; JOENSUU, E.; SIITONEN, M. The fragmented Atlantic rain forest of Brazil: size, shape and distribution of forest fragments. Biodiversity and Conservation, v. 7, 385–403, 1998.

REFLORA – HERBÁRIO VIRTUAL. Consulta Pública do Herbário Virtual. Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: https://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do/. Acesso em: 4 ago. 2023.

RICKLEFS, R. E. A Economia da Natureza. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003. ROMI, R.; BOCCOLINI, D.; DI LUCA, M.; MEDLOCK, J. O. M.; SCHAFFNER, F.; SEVERINI,

F.; TOMA, L. The invasive mosquitoes of medical importance, Chapter 6. In: MAZZA, G.; TRICARICO, E. (Eds.). Invasive Species and Human Health. CABI Invasive Species Series 10. Wallingford, Oxfordshire, UK, Boston, MA: CAB International, 2018. p. 76-90.

RUIZ, G. M.; CARLTON, J. T. Invasion vectors: a conceptual framework for management. In: RUIZ, G. M.; CARLTON, J. T. (Eds.). Invasive species: vectors and management strategies. Washington, D.C.: Island Press, 2003. p. 459-504.

SARTORELLI, P. A. R.; BENEDITO, A. L. D.; FILHO, E. M. C.; SAMPAIO, A. B.; GOUVÊA, A. P. de M. L. 2018. Guia de plantas não desejáveis na restauração florestal, São Paulo: Agroicone, 2018.

SEEBENS, H.; BACHER, S.; BLACKBURN, T. M.; CAPINHA, C.; DAWSON, W.; DULLINGER, S.; GENOVESI, P.; HULME, P. E.; VAN KLEUNEN, M.; KÜHN, I.; JESCHKE, J. M.; LENZNER, B.; LIEBHOLD, A. M.; PATTISON, Z.; PERGL, J.; PYŠEK, P.; WINTER, M.; ESSL, F. Projecting the continental accumulation of alien species through to 2050. Global Change Biology, p. 1–13, 2020.

SHARROCK, S. Plant Conservation Report 2020: A review of progress in implementation of the Global Strategy for Plant Conservation 2011-2020. Technical Series No. 95. Richmond, UK: Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montréal, Canada and Botanic Gardens Conservation International, 2020.

SOBRAL-LEITE, M.; GEISELER, S.; PINTO, S. R. R. Como criar Unidades de Conservação: guia prático para Pernambuco. Recife, PE: JLV Gráfica & Editora, 2011.

SPECIESLINK NETWORK 2023. Disponível em: specieslink.net/search. Acesso em: 04 ago. 2023, 15:33.

TROPICOS.ORG. Missouri Botanical Garden. Tropicos v3.4.2. Disponível em: https://tropicos.org/name/Search. Acesso em: 04 ago. 2023.

WFO – World Flora Online. Published on the Internet. Search species. Disponível em: http://www.worldfloraonline.org. Acesso em: 07 ago. 2023.

ZILLER, S. R.; DECHOUM, M. de S. Plantas e Vertebrados Exóticos Invasores em Unidades de Conservação no Brasil. Biodiversidade Brasileira, v. 3, n. 2, p. 4-31, 2013.

Análise Geoambiental da Unidade de Conservação Ararinha Azul-Bahia/Brasil

Geoenvironmental Analysis of the Conservation Unit Ararinha Azul-Bahia/Brasil

Debora Coelho Moura
Universidade Federal de Campina Grande, UAG/CH
https://orcid.org/0000-0003-2663-2308
debygeo@hotmail.com

Janaína Barbosa da Silva
Universidade Federal de Campina Grande, UAG/CH
https://orcid.org/0000-0001-6366-2165
janainasimov@yahoo.com.br

Neison Cabral Freire
IBGE/AL
https://orcid.org/0000-0003-0153-8964
neison.freire@ibge.gov.br

Alexandrina Sobreira de Moura
https://orcid.org/0000-0002-9643-7180
alexandrina.sobreira@gmail.com

Resumo: A Ararinha-Azul é uma espécie endêmica da Caatinga e para a sua proteção, foi criada a Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental à sua proteção e preservação no sertão baiano. Para um plano de manejo e gestão adequados, essa pesquisa objetivou uma análise geoambiental para caracterização da área de preservação, para tanto foram utilizados Levantamento Bibliográfico; Aquisição e Processamento Digital das Imagens; Caracterização Morfométrica e Estudo de campo. Como resultados, tem-se que a Unidade de Proteção apresenta um mosaico florestal de Florestas Estacional, Caatinga e Cerrado. As unidades possuem extensa área de cobertura, e apresenta-se em excelente estado de conservação. Contudo, devido à agricultura de subsistência, pecuária extensiva e mineração, há uma grave ameaça para os gestores a fiscalização e monitoramento. Todavia, a equipe constatou nas visitas por ser a área do Parque extensa, nota-se uma escassez de informações científicas, botânicas, faunística e geoambiental da área do entorno. Quanto a estrutura fitofisionômica, necessita-se de estudos sobre a composição florística, para entende-se que estas áreas de conservação ambiental possuem bases para o conhecimento científico e o desenvolvimento sustentável da Região, em especial para as populações locais, que vivem e dependem dos recursos naturais oriundos destas áreas. Contudo este estudo de Mapeamento e análise espectro temporal das unidades de conservação vem subsidiar uma investigação, delineamento e conhecimento sobre a real situação de conservação ambiental.

Palavras-chave: SNUC; PARNA; Proteção ambiental.

Abstract: The Ararinha Azul is an endemic species of the Caatinga and for its protection, the Wildlife Refuge Conservation Unit and the Environmental Protection Area were created for its protection and preservation in the interior of Bahia. For an adequate handling and management plan, this research aimed at a geoenvironmental analysis to characterize the preservation area, for which a Bibliographic Survey was used; Acquisition and Digital Processing of Images; Morphometric Characterization and Field Study. As a result, the Protection Unit presents a forest mosaic of Seasonal Forests, Caatinga and Cerrado. The units have an extensive coverage area, and are in excellent condition. However, due to subsistence agriculture, extensive livestock and mining, there is a serious threat for managers to inspect and monitor. However, the team found in the visits, as the Park area is extensive, there is a lack of scientific, botanical, faunal and geoenvironmental information on the surrounding area. As for the phytophysiognomic structure, studies on the floristic composition are needed, in order to understand that these areas of environmental conservation have bases for scientific knowledge and the sustainable development of the Region, especially for the local populations, who live and depend on the natural resources from these areas. However, this study of Mapping and analysis of the temporal spectrum of conservation units supports an investigation, design and knowledge about the real situation of environmental conservation.

Keywords: SNUC; PARNA; Environmental Protection.

Introdução

A Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul, foi criada pelo (Decreto nº 9.402, de 5 de junho de 2018) e está localizada na região entre os municípios de Juazeiro e Curaçá e o Parque Nacional do Boqueirão da Onça, criado pelo (Decretos nº 9.336 e nº 3.337, de 5 de Abril de 2018) localizado nos municípios de as cidades de Sento Sé, Campo Formoso, Sobradinho, Juazeiro e Umburanas, com 345.378 hectares, estas áreas situam-se ao norte da Bahia. Nestas localidades ocorrem a presença das espécies ararinha-azul (*Cyanopsitta spixii*) e no Boqueirão das Onças 32 espécies de mamíferos, sendo 26 selvagens e seis domésticas, no qual estas espécies estão submetidas a pressão antrópica e a caça predatória (BRASIL, 2018; CAMPOS et al, 2019 CORBARI, 2022).

Esta espécie é endêmica da vegetação de Caatinga, a qual só é possível de sobrevivência nas áreas registradas dos municípios ao Norte da Bahia e foi descoberta no século 19, por Johann Baptist von Spix, um naturalista alemão. Em decorrência de ser uma espécie rara e exclusiva para a Caatinga, foi criado e está sob a administração federal do ICMBio, as duas unidades de conservação, o Refúgio de Vida Silvestre, o qual possui 29,2 mil hectares e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul, com 90,6 mil hectares. A ave ararinha é avaliada uma das espécies mais ameaçadas do mundo. Portanto, encontra-se classificada como Criticamente em Perigo (CR) possivelmente extinta na Natureza (EW), apenas alguns de seus indivíduos vivendo em cativeiro.

Porquanto, o governo federal através do O ICMBio promulgou em 2012, o “Plano de Ação Nacional a Conservação da Ararinha-azul (PAN Ararinha-azul)”, que visava proporcionar o crescimento da população, na qual vive em cativeiro e a reestruturação da vegetação de mata ciliar, local de nicho ecológico da espécie, para possível reintrodução na natureza (SAVE Brasil, 2014).

Através de várias parcerias, o Centro Nacional de Pesquisa e Conservação de Aves Silvestres (Cemave/ICMBio), o PAN Ararinha-azul, além de fundações de fora do país, colaboram para reintroduzir a espécie na Caatinga, como foi feita no dia. Assim, as entidades como a Association for the Conservation of Threatened Parrots (ACTP), na Alemanha; a Al-Wabra Wildlife Preservation, no Catar; os criadouros da Fazenda Cachoeira, Nest e a Fundação Lymington, no Brasil, Vale e de organizações da sociedade civil sem fins lucrativos, como o /Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio) e a Sociedade para a Conservação das Aves do Brasil (SAVE Brasil) financiaram este projeto (BRASIL, 2018).

Entretanto, na área do Parna de Boqueirão das Onças ocorre conflitos ambientais entre a mineração ilegítima de pedras semipreciosas (Ametistas), com a gestão da unidade de

conservação. A área propicia a utilização de energia eólica e solar, além da exploração mineral. Contudo, o mosaico vegetacional apresenta-se em conservação, e exibe beleza cênica singular. Porquanto, o estado de conservação, deve-se aos trabalhos dos gestores e os centros de pesquisa, como a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF e as comunidades adjacentes.

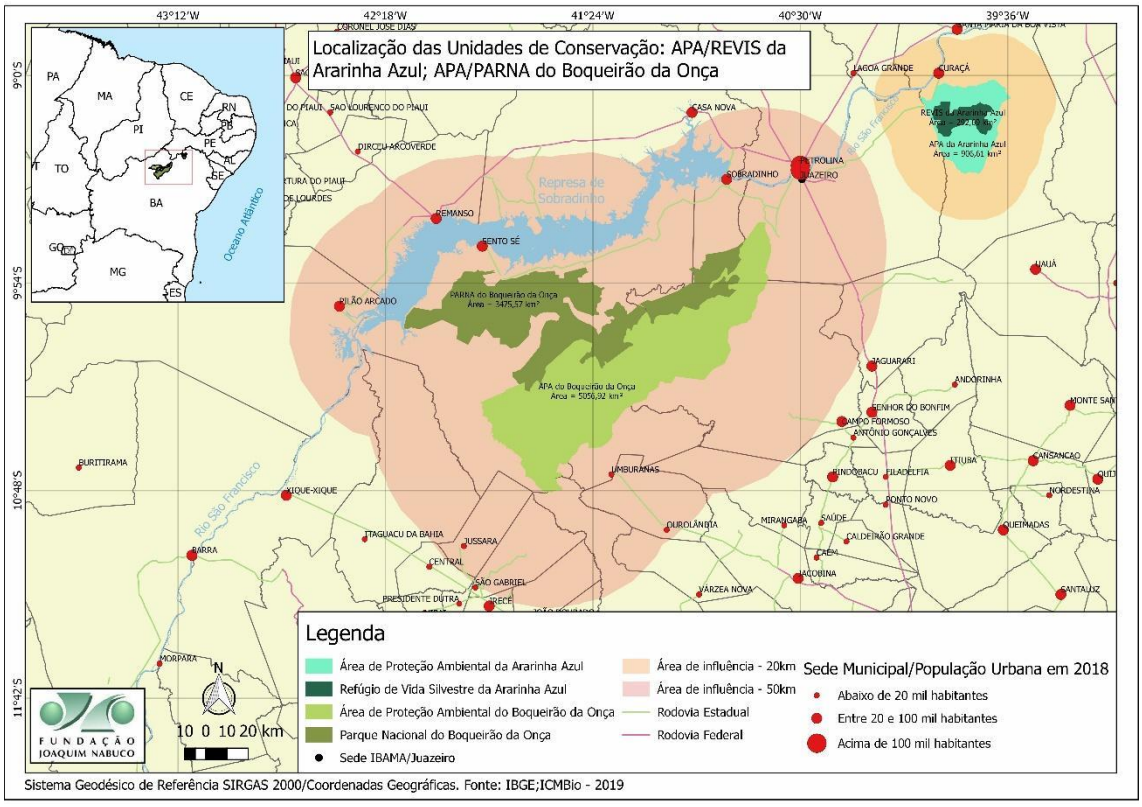
Para avaliar as unidades de conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul e o Parna de Boqueirão das Onças objetivou-se realizar uma análise geoambiental e fitofisionômica, para diagnosticar os conflitos ambientais às alterações no mosaico vegetacional, no contexto do Semiárido.

Material e Métodos

Características da Área

Esta importante unidade de conservação, encontra-se sobre as coordenadas geográficas 9°07’00” – 9°14’00”S e 39°41’ – 39°55’00”W (BRASIL, 2018)(Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização das unidades de conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul, e o Parna de Boqueirão das Onças no estado da Bahia



Fonte: N. Freire, 2020.

Na área registra-se uma cobertura florística típica de Caatinga hiperxerófila, que compreende uma diversidade vegetal, adapta ao conjunto edáfico-climático localizado ao

norte da Bahia A região apresenta as atividades agrícolas, ligadas ao agronegócio irrigado, devido à proximidade do Lago de Sobradinho e pecuárias extensiva.

Nesta localidade, encontra-se o desmatamento da vegetação nativa, para a implantação do perímetro irrigado de fruticulturas e áreas degradadas com uma ocupação de espécies exóticas, como a Algoroba, *Prosopis juliflora* (Sw.) DC., que é a mais comum. Portanto, com a criação das unidades de conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul, as áreas de Mata ciliar e as Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do entorno estão em bom estado de conservação. Por conseguinte, resguarda-se em seu interior, uma Caatinga com fitofisionomia arbustiva arbórea à herbácea, devido as condições pedológicas (FERNANDES, 2007; OLIVEIRA et al, 2023).

Procedimentos metodológicos

Com base nos objetivos, o trabalho foi desenvolvido obedecendo as seguintes etapas: 1) Levantamento Bibliográfico; 2) Aquisição das Imagens; 3) Processamento Digital das Imagens-PDI; 4) Caracterização Morfométrica e 5) Estudo de campo.

Para a realização do PDI e elaboração dos mapas foram utilizados os softwares Erdas Imagine 2010 e o ArcGIS 10, ambos licenciados para o Laboratório de Cartografia Digital, Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto (CADIGEOS) dos cursos de Pós-graduação do Centro de Humanidades da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Para o levantamento dos parâmetros morfométricos foi utilizado o *software* Spring versão 5.5.4. Para os demais procedimentos foram utilizados os *softwares* QGIS versão 2.18.16 e o Google Earth.

Aquisição de imagens

Utilizando técnicas de PDI, é possível monitorar as ações antrópicas nas paisagens, identificando distintos graus de degradação do meio ambiente e permitindo, assim, uma quantificação de áreas atingidas pelo problema – condição essencial para a avaliação do estado de conservação destas Unidades de Conservação.

Resultados e Discussão

Análise Geoambiental da Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul

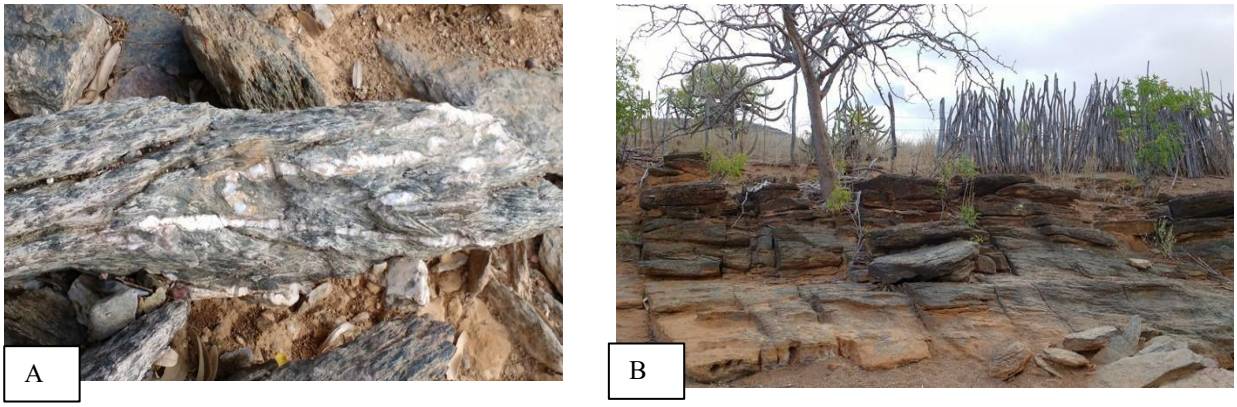
Analisando a geologia das unidades de conservação estas fazem parte da Faixa Salvador-Curaçá (FSC), porção setentrional do Cráton de São Francisco (TEIXEIRA et al, 2017). Esta entidade geotectônica foi consolidada no Ciclo Brasiliano, distinguindo-se em conjuntos de rochas pré-cambrianas, as do Vale do Curaçá, localizadas na Suíte São José do

Jacuípe e os Complexos Caraíba e Tanque Novo-Ipirá, constituídas por litotipos de granitoides, que apresentam compartimento de uma incisão paleoproterozóica (ca. 2,0 – 2,2 Ga). No qual estes compartimentos geológicos da parte oriental são representados pelos Blocos Serrinha, Jequié e Itabuna-Salvador-Curaçá, com rochas de idades arqueanas (3,2 – 2,6 Ga) a paleoproterozóicas (2,2 – 2,0 Ga) (BARBOSA; SABATÉ 2002, CRUZ; LEITE; CONCEIÇÃO, 2012, BARBOSA et al, 2019).

Segundo Barbosa; Alexandre; Cavalcanti (2019) e Cruz; Leite; Conceição, (2012) a área é resultado de um alinhamento de granitos peraluminosos paleoproterozóicos, com idades entre 2,15 e 1,88 Ga, no qual está representado por um conjunto de arcabouços tectônicos da evolução deformacional do evento orogênico paleoproterozóico, no Estado da Bahia.

Assim, Teixeira et al, (2010) e Cruz; Leite; Conceição, (2012) discutem, que associados a estes granitoides ocorrem rochas metassedimentares, as quais foram metamorfisadas nas fácies anfibolito/xisto verde e ortognaisses migmatizados, que são de idades paleoarqueanas (3,4 – 3,2 Ga) (Figura 2 A e B). O vale do rio Curaça registra ocorrências de cobre, que resulta das unidades do Complexo Caraíba e Tanque Novo-Ipirá. Estes compreendem, os corpos máfico-ultramáficos próprios de mineralizações de cobre, oriundos de distintas gerações de granitóides paleoproterozóicos intrusivos.

Figura 2 - (A e B): Fáceis dos litotipos do ortognaisses migmatizados do Embasamento Cristalino, localizados Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul e o Par**na de Boqueirão das Onças.**



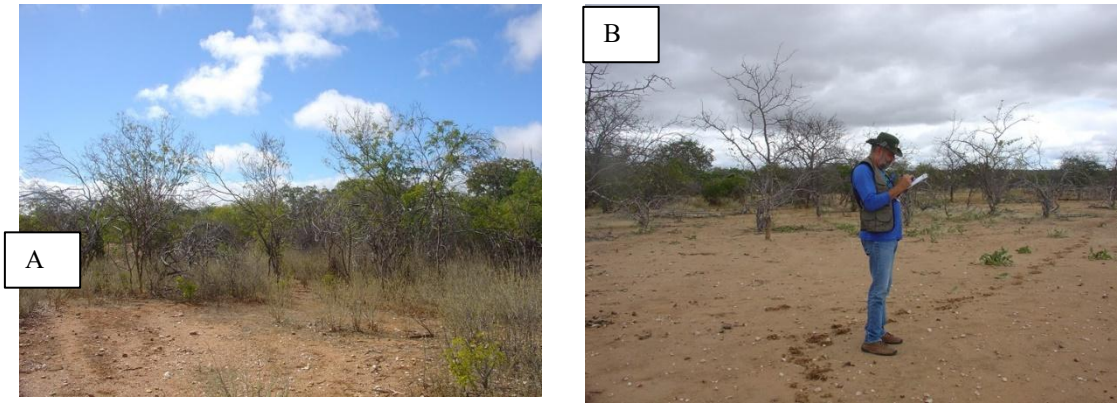
Fonte: Moura, 2019.

No Vale do Rio Curaçá, inclui mineralizações econômicas sulfetadas de cobre, na forma de bornita e calcopirita. Ao longo de 1700km^2, no qual estende-se entre os municípios de Juazeiro, Jaguararí e Curaçá ocorre o complexo de corpos mineralizados da Província Cuprífera do Vale do Rio Curaçá, (LOUREIRO 1991, MELO 1995, DEVELEY et al, 2021).

Segundo Kosin et al (2003); Corrêa et al, (2010)Teixeira et al, (2010), Cruz et al, (2012) a ocorrência das mineralizações sulfetadas de cobre estão ligadas diretamente, com sedimentos carbonáticos, coligada à existência de sulfetos conexos a grafita, coo ocorre na jazida de Caraíba. Estes compostos de sedimentos carbonáticos apresentam uma associação, com o minério e fortes indicativos de absorção de enxofre na formação desses depósitos.

A geomorfologia da área compreende uma particularidade ao ambiente morfológico da Depressão Periférica e Interplanáltica do norte da Bahia, ao longo da bacia do rio São Francisco, no Nordeste brasileiro. Estas unidades de conservação, propiciam uma área típica dessa porção do Semiárido nordestino (Figura 3 A e B). Portanto, a área compreende um compartimento regional de uma planície, com uma área de relevo suave-ondulado, apresentando compartimentos altimétricos regionais, com cota do terreno alternadas em média de 350 a 700 m.

Figura 3 - (A e B): Feições do relevo do compartimento regional de uma planície, com uma área de relevo suave-ondulado, localizados Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul e o Parna de Boqueirão das Onças.



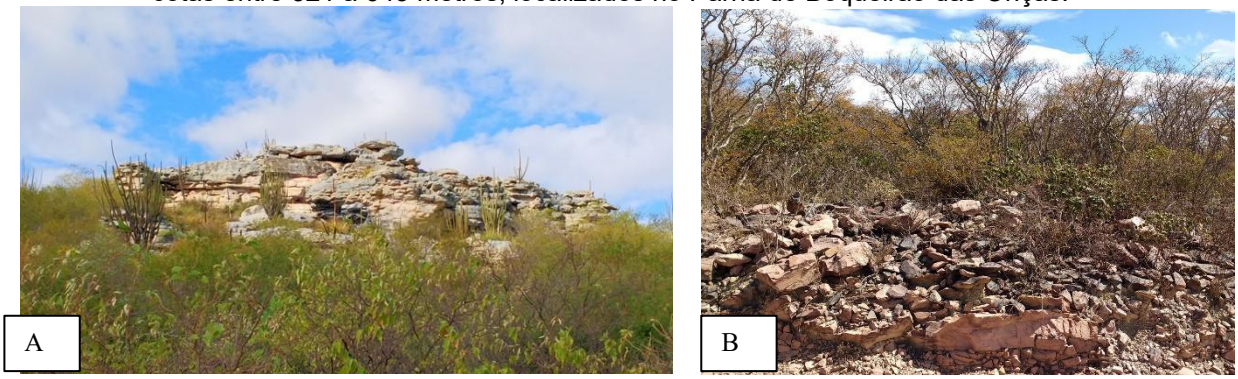
Fonte: Moura, 2019.

O relevo residual de origem litotípica do complexo granitoide, e apresenta-se com cobertura de Argilito, Filito, Folhelho e Siltito, no Parna de Boqueirão das Onças (Figura 4 A e B), enquanto que no vale do rio Curaça registra-se as fáceis de ortognaisses migmatizados. O relevo destas unidades estão cotados nas localidades mais altas, o qual defini as áreas dissecada e disseminada na paisagem regional. Estas áreas possuem cotas entre 321 a 643 metros, podendo chegar 804 m nas porções à Nordeste e à Sudeste (Figura 4 C e D).

Este relevo apresenta-se como interflúvios e margeiam o vale fluvial do rio Curaçá, que apresenta as cotas mais baixas. Estes compartimentos de relevo residual apresentam cobertura de colúvio-tálus, propiciando um microclima, que favorece uma vegetação de

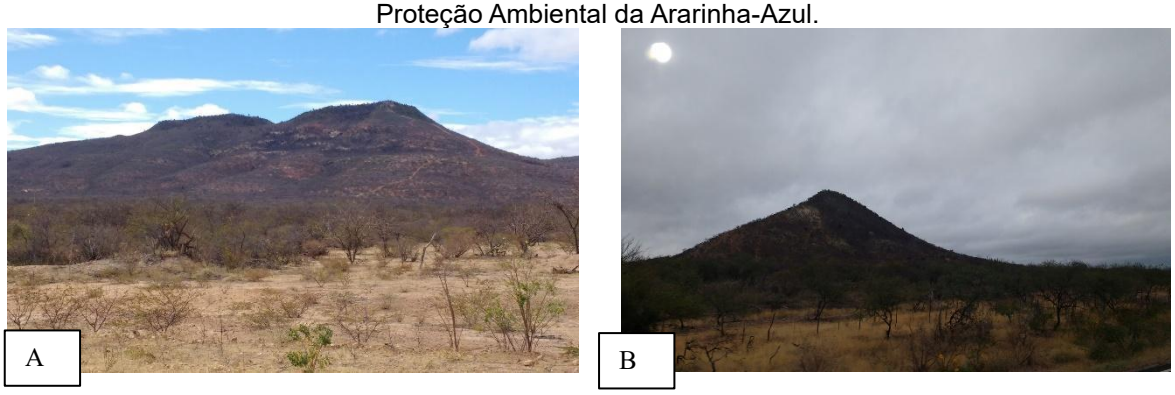
Caatinga arbórea, enquanto nas áreas de afloramento rochoso o estabelecimento de espécies rupestres, as quais ocorrem nas Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul e o Parna de Boqueirão das Onças (VELOSSO, 2002; BARBOSA; ALEXANDRE; CAVALCANTI, 2019).

Figuras 4 - A e B: Panorama do relevo residual, A: siltitos e B: com argilito vermelho, que possuem cotas entre 321 a 643 metros, localizados no Parna de Boqueirão das Onças.



Fonte: Moura, 2019.

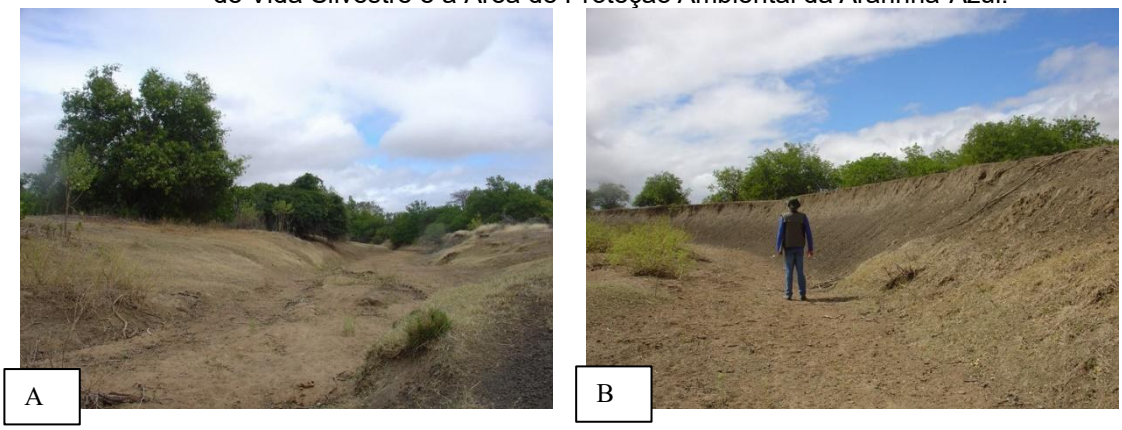
Figuras 4 - C e D: O relevo residual de origem litotípica do complexo granitóide, que possuem cotas entre 321 a 643 metros, localizados Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul.



Fonte: Moura, 2019.

No entanto, superfície de pediplanação da (depressão periférica do Vale do Rio Curaçá), na qual ocorrem afloramentos rochosos não apresentam grandes altitudes. Nestas áreas ocorrem tanto na base, como rampa colúvio, que são detritos e sedimentos carreados das encosta abaixo, pelo fluxo gravitacional atuante, provocado pelo escoamento superficial, da drenagem dendrítica. Estas áreas de planície e terraços fluviais possuem composição sedimentar diversas, as quais apresentam grande heterogeneidade e variabilidade espacial de sua granulometria, com relação às características morfológicas, físico-químicas, e mineralógicas. A paisagem fluvial do rio Curaçá está disposta em relevo suave, com declividade de até 3º e altimetria varia de 350 a 550 metros (Figura 5 A e B) (TEIXEIRA et al, 2010; BARBOSA; ALEXANDRE; CAVALCANTI, 2019).

Figuras 5 - A e B: A: Superfície de pediplanação da depressão periférica do Vale do Rio Curaçá. B: Planície e terraços fluviais de composição sedimentar, localizados Unidade de Conservação Refúgio de Vida Silvestre e a Área de Proteção Ambiental da Ararinha-Azul.



A B

Fonte: Moura, 2019.

A região Semiárida, na qual está localizada as unidades de conservação compreende uma área de clima Tropical Quente e Seco, do tipo semiárido Bsw'. Esse regime pluviométrico apresenta chuvas esporádicas e mal distribuídas ao longo do ano (NOBREGA, SANTIAGO, 2014). As precipitações apresentam uma variabilidade sazonal, típica de regiões Semiáridas, no que os mecanismos de macro escala interferem, como as La Niña e El Niño, Zona de Convergência Intertropical-ZCIT. A variabilidade climática pode oscilar a nível decadal e anual, no qual determina que a estação chuvosa possa no verão a outono, com média anual entre 500 a 730 mm. A temperatura média da área e entorno das unidade de Conservação são de 29°C, nos períodos de verão e outono, contudo, ocorre ligeiro declínio da temperatura nos meses de maio a agosto (WANDERLEY et al, 2017; SANTOS; CUNHA; RIBEIRO-NETO, 2019, NEVES et al, 2020).

Conclusão

Unidades de conservação, Refúgio de Vida Silvestre da Ararinha Azul (Revis Ararinha Azul) e o Parque Nacional do Boqueirão da Onça (Parna Boqueirão da Onça), que abrigam um mosaico florestal de Florestas Estacional, Caatinga e Cerrado. As unidades possuem extensa área de cobertura, e apresenta-se em excelente estado de conservação. Contudo, devido à agricultura de subsistência, pecuária extensiva e mineração, tornam-se uma grave ameaça para os gestores a fiscalização e monitoramento. Contudo, a equipe constatou nas visitas feitas a área, que a preocupação dos gestores tem demonstrado e incentivos a pesquisa, e são comprometidos com a conservação.

Por ser a área do Parque extensa, nota-se uma escassez de informações científicas, botânicas, faunística e geoambiental da área do entorno. Quanto a estrutura fitofisionômica, necessita-se de estudos sobre a composição florística, para entende-se que estas áreas de conservação ambiental possuem bases para o conhecimento científico e o desenvolvimento

sustentável da Região, em especial para as populações locais, que vivem e dependem dos recursos naturais oriundos destas áreas. Contudo este estudo de Mapeamento e análise espectrotemporal das unidades de conservação vem subsidiar uma investigação, delineamento e conhecimento sobre a real situação de conservação ambiental.

Referências

BARBOSA J.S.F., SABATÉ P. Archean and Paleoproterozoic crust of the São Francisco Craton, Bahia, Brazil: geodynamic features. *Prec. Res.* 133:1–27. 2004.

BARBOSA, LAYS CRISTHINE SANTOS, ALEXANDRE, FERNANDO DA SILVA, CAVALCANTI, LUCAS COSTA SOUZA. MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DE DETALHE COMO FERRAMENTA PARA ESTUDO INTEGRADO DA PAISAGEM: O CASO DA SERRA DA CANABRAVA, CURAÇÁ – BA. *In*: Selva, Vanice Santiago Fragoso et al. (Organizadores) Tecnologias no contexto das vulnerabilidades ambientais [livro eletrônico]/ –Ananindeua: Itacaiúnas, 717p, 2019.

BRASIL, ICMbio. DECRETO Nº 9.336 DE 05 DE ABRIL DE 2018. Cria o Parque Nacional do Boqueirão da Onça, localizado nos Municípios de Sento Sé, Juazeiro, Sobradinho e Campo Formoso, Estado da Bahia. Brasília-DF, 2018.

Campos, Cláudia Bueno de; Esteves, Carolina Franco; Dias, Douglas de Matos; Rodrigues, Flávio Henrique Guimarães. Medium and large sized mammals of the Boqueirão da Onça, North of Bahia State, Brazil. Pap. Avulsos Zool., v.59: e20195912. 2019.

CORBARI,S. D.A raridadeno contexto do turismo de observação de aves: o caso da ararinha-azul(Cyanopsitta spixii)e os desafios futuros. Revista Brasileira de Ecoturismo, São Paulo, v. 15,n.3, jun, pp. 307-328.2022 .

CORRÊA. A, C, B, et al. Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema. *In*.: Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 31 (1/2), 35-52. 2010.

CRUZ, SIMONE CERQUEIRA PEREIRA, LEITE, CARLSON DE MATOS MAIA, CONCEIÇÃO, MARCELO ANTÔNIO GONÇALVES. Arcabouço estrutural da Mina Bananeira, Miguel Calmon, Bahia:uma contribuição ao estudo da evolução tectônica do OrógenoItabuna-Salvador-Curaçá. *Revista Brasileira de Geociências,* 42(4): 863-874, 2012.

DEVELEY, Pedro Ferreira. Conservação de aves no Brasil: desafios e soluções práticas para um país megadiverso. Perspectivas em Ecologia e Conservação , v. 19, n. 2, pág. 171-178, 2021. See More

FERNANDES. A. Fitogeografia Brasileira. 3. Ed. Editora da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza – CE. 2007.

LOUREIRO H.S.C. (ORG). PLGB. Mundo Novo. Folha SC-24-Y-D-IV. Escala 1:100.000. DNPM, Brasilia. CPRM/SUREG-AS. 1991.

MARROQUIM, Paula Maria Guimarães et al. Análise da vegetação em área de mata ciliar no Baixo São Francisco, em Sergipe. Advances in Forestry Science, v. 10, n. 2, p. 2013-2029, 2023.

MELO R.C., LOUREIRO H.S.C., PEREIRA L.H.M. *Projeto Mapas Metalogenéticos e de Previsão de Recursos Minerais; Folha SC.24-Y-D Serrinha*. Escala 1:250.000. Salvador, CPRM.1995.

NEVES, BENJAMIM BLEY DE BRITO, PASSARELLI, CLÁUDIA REGINA. Terrenos tectonoestratigráficos dispersos do embasamento pre-Brasiliano (São José do Caiana, Açude Coremas e Icaiçara) na porção centro-oeste da Zona Transversal (Paraíba, Ceará e Pernambuco). Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v. 20, n. 3, p.8-105, 2020.

OLIVEIRA, Paulo Jerônimo Lucena de; GUEDES, Jânio Fernandes; COSTA, Diógenes Félix da Silva. SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS DE REGULAÇÃO EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA NO SEMIÁRIDO DO BRASIL. Mercator (Fortaleza), v. 21, p. e21028, 2023.

SANTOS, SERGIO RODRIGO QUADROS DOS, CUNHA, ANA PAULA MARTINS DO AMARAL, RIBEIRO-NETO, GERMANO GONDIM. AVALIAÇÃO DE DADOS DE PRECIPITAÇÃO PARA O MONITORAMENTO DO PADRÃO ESPAÇO-TEMPORAL DA SECA NO NORDESTE DO BRASIL. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 15 – Vol. 25, 2019.

TEIXEIRA, JOÃO BATISTA GUIMARÃES, SILVA, MARIA DA GLÓRIA DA, LINDENMAYER, ZARA GERHARDT, D'EL-REY SILVA, LUIZ JOSÉ HOMEM, VASCONCELOS, PAULO MARCOS, REIS, CARLOS HENRIQUE CASTRO DOS, ANDRADE, JOÃO BATISTA FREITAS. DEPÓSITOS DE COBRE DO VALE DO RIO CURAÇÁ, BAHIA. *In*: Brito, Reinaldo Santana Correia de. Modelos de depósitos de cobre do Brasil e sua resposta ao Intemperismo / editores Reinaldo Santana Correia de Brito, Maria da Glória da Silva [e] Raul Minas Kuyumjian. – Brasília: CPRM, 190 p. 2010.

VELLOSO, A. L. et al (EDS). Ecorregiões, propostas para o bioma Caatinga. Associação Plantas do Nordeste, Instituto de Conservação Ambiental, The Nature Conservancy do Brasil, Recife, 2002.

Análise preliminar da espacialização da espécie Pau-Ferro em Sergipe

Preliminary analysis of the spatialization of the Pau-Ferro species in Sergipe

Felipe Freire da Silva
Universidade Federal de Sergipe
0000-0001-8217-3041
felipe-freire2014@hotmail.com

Marcia Eliane Silva Carvalho
Universidade Federal de Sergipe
0000-0003-2209-6341
marciacarvalho@academico.ufs.br

Larissa Monteiro Rafael
Universidade Federal de Sergipe
0000-0001-9955-0763
larissa.rafael@academico.ufs.br

Resumo: O uso das plantas medicinais vem sendo feito desde as populações mais antigas com a finalidade de combater as mais variadas enfermidades. Dessa forma, em meio as várias plantas medicinais existentes, as espécies arbóreas acabam sendo alvo da pressão antrópica e sofrendo alguns impactos. Nesse sentido, o objetivo da pesquisa foi analisar a distribuição da planta medicinal Pau-Ferro em Sergipe, afim de identificar as áreas de ocorrência/ausência e seu potencial de usos. Para executar a pesquisa, foram realizados levantamentos bibliográficos sobre as plantas medicinais de Sergipe, bem como o uso da ferramenta QGIS. Em seguida, foi elaborado um mapa de localizações da espécie para analisar o seu desempenho no estado. Dessa forma, a *Libidibia ferrea* apresenta espacialização em Sergipe, tendo forte abrangência em regiões como Alto Sertão Sergipano e Agreste, havendo uma redução na região Sul e Baixo São Francisco.

Palavras-chave: Pau-Ferro; Plantas Medicinais; Sergipe.

Abstract: The use of medicinal plants has been made since the oldest populations in order to combat the most varied diseases. Thus, among the various existing medicinal plants, tree species end up being the target of anthropic pressure and suffering some impacts. In this sense, the objective of the research was to analyze the spatialization of the medicinal species Pau-Ferro in Sergipe, in order to understand how it behaves in the state, in addition to identifying its uses and potentialities. To carry out the research, bibliographic surveys were carried out on the medicinal plants of Sergipe, as well as the use of the QGIS tool. Then, a map of the species' locations was prepared to analyze its performance in the state. Thus, Libidibia ferrea presents spatialization in Sergipe, with a strong coverage in regions such as Alto Sertão Sergipano and Agreste, with a reduction in the South region and Baixo São Francisco.

Keywords: Pau-Ferro; Medicinal plants; Sergipe.

Introdução

O uso das plantas medicinais vem sendo feito desde as populações mais antigas com a finalidade de combater algum tipo de enfermidade (TESKE, TRENTINE, 2001). Dessa forma, a Organização Mundial da Saúde (OMS) caracteriza as plantas medicinais como "todo

e qualquer vegetal que possui, em um ou mais órgãos, substâncias que podem ser utilizadas com fins terapêuticos ou que sejam precursores de fármacos semi-sintéticos".

Ainda na década de 1990, a OMS divulgou que entre 65-80% da população dos países que estavam em desenvolvimento necessitavam fazer o uso de plantas medicinais, pois, esse era o principal meio de conseguir ter acesso aos cuidados básicos de saúde (VEIGA JUNIOR, PINTO, MACIEL, 2005).

No Brasil, a utilização das espécies medicinais era considerada uma prática indígena e quando somada a outras formas de uso que foram apresentadas pelos escravos africanos e pelos portugueses, fez com que se tornasse uma parte importante da cultura popular (CASTELLANO, 1981; TESKE et al., 2001; BOTSARIS, 2006).

As plantas medicinais são ricas em compostos secundários com propriedades farmacológicas e a experiência que a população detém sobre os efeitos terapêuticos que essas plantas promovem vem sendo passado de geração em geração, durante os séculos. As folhas, frutos, raízes, cascas do caule ou semente são as partes da planta mais usadas para fazer a preparação dos medicamentos caseiros. Na região semi-árida nordestina estão presentes várias plantas medicinais, com destaque para *Libidibia ferrea* (ALBUQUERQUE et al., 2007 apud SILVA, 2014).

A *Libidibia ferrea*, é uma espécie arbórea da Caatinga e faz parte da família Fabaceae (Leguminosae). É uma árvore bastante conhecida pela população como pau ferro, jucá, ibirá-obi e imirá-ita, considerada uma espécie de porte arbóreo que pode atingir de 10 a 15 m de altura. A mesma tem um tronco liso, escuro e com manchas acinzentadas, suas vagens são duras e de cor marrom escura, havendo muita variação entre o tamanho e a quantidade de sementes que carrega (LORENZI, 2008).

O Pau-Ferro é uma espécie endêmica do Brasil e predominante da Caatinga do Nordeste (LEWIS, 2015). Além do seu uso medicinal, a mesma tem grande importância na construção civil, fitoterapia, ornamentação, forrageiro e também é usada para a recuperar áreas degradadas (LORENZI, MATOS, 2008).

Levando em conta a importância da *Libidia ferrea* para a sociedade e a sua diversidade de propriedades terapêuticas, é relevante verificar a presença/ausência da mesma no território sergipano, visando também sua proteção e conservação, já que esse recurso vem sendo constantemente degradado pela ação humana.

Uma prática muito comum no estado de Sergipe é o uso de plantas medicinais para o tratamento das mais variadas doenças (MELLO & XAVIER-FILHO, 2000). No entanto, esse uso é feito principalmente pelas populações que vivem ou que tem acesso as áreas rurais. De acordo com uma pesquisa realizada nos municípios de Lagarto e Salgado, foi observado que 70% das pessoas que foram entrevistados recorrem ao uso de plantas medicinais (REIS,

2018).

Atualmente, as atividades econômicas mais importantes do estado ainda se liga claramente com a exploração dos recursos naturais, fazendo então com que haja uma carência de manejo significativo e eficaz em algumas áreas, já que em contrapartida essa problemática faz com que haja uma ameaça sobre a paisagem e consequentemente sobre as plantas medicinais. Assim, é a partir desse problema que é necessário criar medidas que sejam eficientes e possam garantir a permanência desses ecossistemas visando melhores condições de vida para a geração atual e sobretudo as gerações vindouras (VASCONCELOS, OLIVEIRA, FARIAS, 2013).

Dessa forma, o objetivo da pesquisa foi caracterizar a distribuição da *Libidibia ferrea* (pau-ferro) em Sergipe, afim de identificar as áreas de ocorrência/ausência e seu potencial de usos.

Fundamentação Teórica

Paisagem

Entende-se como paisagem natural “uma área da superfície da terra representada por um determinado tipo de relevo, composta por um tipo de rocha ou sedimentos e coberta em cada momento de sua existência por uma comunidade vegetal” (MIRLEAN et al 2006; apud SILVA, BASTOS, 2010).

Sendo assim, os primeiros estudos realizados sobre a paisagem, tanto sistemático quanto integrado foram desenvolvidos somente quando surgiram as fotografias aéreas e quando a teoria dos sistemas passa a ser utilizada, sendo a exploração da potencialidade e limitações de uso do território o grande motivo para que isso acontecesse (CAVALCANTI, 2016).

No entanto, dentro da concepção geossistêmica, a paisagem é tida como a categoria de análise mais importante. Assim, Bertrand (1971) conceitua a paisagem como uma determinada parcela do espaço, que é resultado da relação dinâmica e instável dos atributos físicos, biológicos e antrópicos, que, quando interagem juntamente, acabam gerando transformações sobre ela. Já Christofoletti (1998) define a paisagem como a ideia de conceito-chave da Geografia, que ajuda a entender o espaço como um sistema ambiental, físico e socioeconômico, com estrutura, funcionamento e dinâmica dos elementos físicos, biogeográficos, sociais e econômicos (AMORIM, OLIVEIRA, 2008).

Desse modo, a compreensão da paisagem a partir da perspectiva geossistêmica e, considerando a necessidade da análise integrada de seus componentes inseridos em um complexo hierárquico, pode ocorrer a partir da delimitação e análise de Unidades de

Paisagem. Essas Unidades têm fronteiras de difícil delimitação pois abrange um certo espaço e um período de tempo que é estipulado, onde a sua presença é determinada através do comportamento de seus elementos (MONTEIRO, 2000 apud AMORIM, OLIVEIRA, 2008).

O homem por sua vez acaba tendo uma participação importante nesse contexto, pois, é por meio de suas ações e atitudes que ele pode acabar transformando a paisagem e ainda comprometer o uso da mesma para as gerações vindouras. Sendo assim, é de suma importância ter uma compreensão e entendimento sobre o lugar que está sendo ocupado para que haja o manuseio dessa paisagem de maneira sustentável, não ocasionando a perda de sua fauna e flora (SILVA, BASTOS, 2010).

Plantas Medicinais

Todo o entendimento que as sociedades possuem sobre o uso de plantas medicinais para curar algumas patologias é parte da cultura popular (AGRA et al., 2007). Dentro dos mercados, os erveiros detém o conhecimento suficiente para indicar a planta medicinal que pode ser utilizada para os mais diferentes tipos de enfermidade (Albuquerque et al., 2007), assim como também os mais variados modos de preparo delas, que varia desde a maceração, decocção, infusão (Agra et al., 2008), lambedor, banho diário e mais (ALVES et al., 2007 apud SILVA, 2014).

No decorrer dos anos tem surgido muitos registros dos mais diferentes procedimentos clínicos tradicionais que usam as plantas medicinais. Mesmo com toda evolução que aconteceu na medicina alopática desde o século XX, ainda ocorrem empecilhos no uso dessas plantas principalmente pelas populações que são mais carentes, desafios como a falta de acesso ao atendimento para realizar exames, como também a falta de medicamentos. Dessa forma, por conta desses problemas, quando há uma maior facilidade de obter e usar essas plantas medicinais, tudo isso acaba contribuindo para a as populações de países que estão em desenvolvimento façam o uso dessas espécies (VEIGA JUNIOR, PINTO, MACIEL, 2005).

Paralelamente a isso, pessoas do mundo inteiro fazem o uso de plantas medicinais, no entanto, em regiões como a América do Sul, essas pessoas possuem uma maior dependência sobre esse recurso (FIRMINO et al., 2011) principalmente onde o acesso a saúde é mais complicado.

Na atualidade, a maioria das vendas das plantas medicinais são realizadas em farmácias e lojas de produtos naturais, onde são vendidas com rotulação industrializada. No entanto, esse processo não tem nenhum tipo de certificado de qualidade e são produzidas a partir do cultivo das plantas (VEIGA JUNIOR, PINTO, MACIEL, 2005).

De acordo com Drumond et al. (2000), espécies como o pau-ferro (*Libidibia ferrea*

Mart. ex Tul. LP. Queiroz), angico (*Anadenanthera colubrina (Vell.) Brenan*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva Fr.Allemão*), juazeiro (*Ziziphus joazeiro Mart*.), catingueira (*Caesalpinia pyramidalis Tul*.) e marmeleiro (*Croton spp*.) estão presentes no bioma da caatinga, sendo a catingueira, as juremas e os marmeleiros as plantas nas quais são realizados grande parte dos levantamento nesse bioma.

As plantas medicinas também se relacionam com os serviços ecossistêmicos que por sua vez são definidos como os benefícios que a sociedade pode receber da natureza. Conforme a Avaliação Ecossistêmica do Milênio(2005), há quatro tipos principais desses serviços: o de suporte, de provisão, de regulação e o cultural. O serviço de provisão está ligado diretamente relacionado ao bem-estar do ser humano e inclui o uso de espécies que apresentam propriedades medicinais (ALBUQUERQUE *et al,* 2018).

Libidibia ferrea

O Pau-Ferro ou Jucaína, como também é conhecida, é bastante usada pela população do norte e nordeste do Brasil e está situada dentro da flora dos estados Pará, Amapá, Ceará e Pernambuco e tem uma variedade de uso para a população local (HOLANDA, 2021). Para tratar diversas doenças fazendo o uso dela é possível ser utilizado as folhas, frutos, casca da árvore, vagens e sementes, já que cada uma dessas partes possui uma eficácia (FERREIRA et al., 2019).

Sua atividade terapêutica acontece por conta da presença de compostos secundários como saponinas, flavonoides, cumarina, antraderivados, fenóis, taninos, quinonas, triterpenos, alcaloides, lactonas-sesquiterpenicas (GONZALEZ, 2005; ALMEIDA et al., 2005; CAVALHEIRO et al., 2009, SOUZA et al., 2006 apud SILVA, 2014).

Para Oiveira, Labre, Labre (2022) a utilização da espécie *Libidibia ferrea* se relaciona com o alívio de dor e inflamação, além te ter grande eficiência em algumas comorbidades. As principais doenças que são tratadas pela população por meio do uso desta são diabetes, asma e outras comorbidades bronco pulmonares, reumatismo, infertilidade, hepatotoxicidade. Dessa maneira, a mesma opera diretamente em inflamações diminuindo a dor e a nocicepção (FALCÃO et al., 2019).

Materiais e Métodos

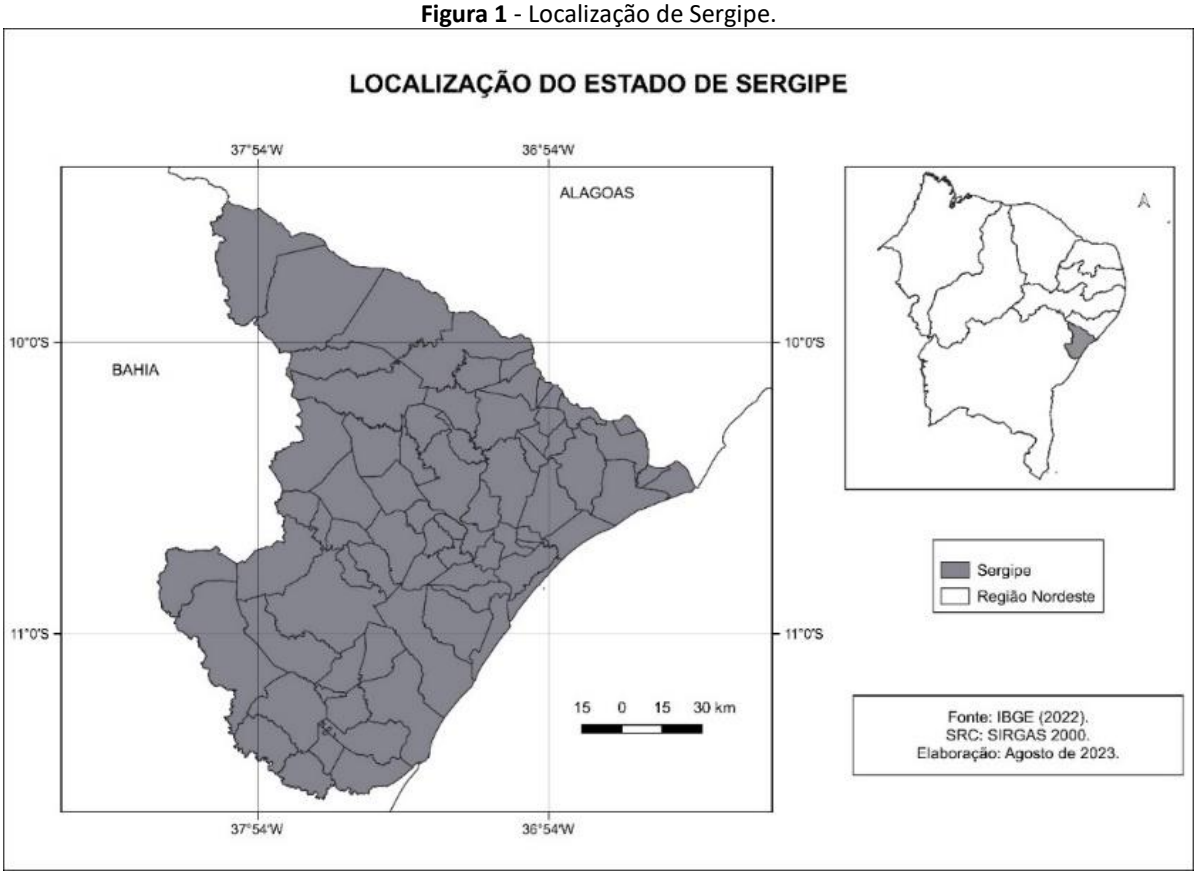
Área de Estudo

Sergipe é um dos estados que compõem as vinte e sete unidades federativas do Brasil (Figura 1) e tem uma área territorial de aproximadamente 21.910 km², segundo dados do IBGE 2019, sendo considerado então, o menor estado brasileiro e tendo sua área

comparada a de países como Israel.

Localizado na região do Nordeste, o estado faz limite ao leste com o oceano Atlântico, ao oeste e ao sul com a Bahia e ao norte com Alagoas. O mesmo ainda está dividido no total por 75 municípios, sendo Aracaju sua capital e também a maior cidade em termo populacional. Sergipe possui cerca de 2,3 milhões habitantes, de acordo com o IBGE realizado em 2021, e uma grande parcela dessa população é por sua vez composta por agricultores residentes que compõem 26,5% da população rural sergipana (censo do IBGE de 2010). Já as áreas que são conferidas como urbanas ainda apresentam uma infraestrutura com características dos espaços rurais, havendo ainda uma dependência dos recursos naturais (SOUZA,2019).

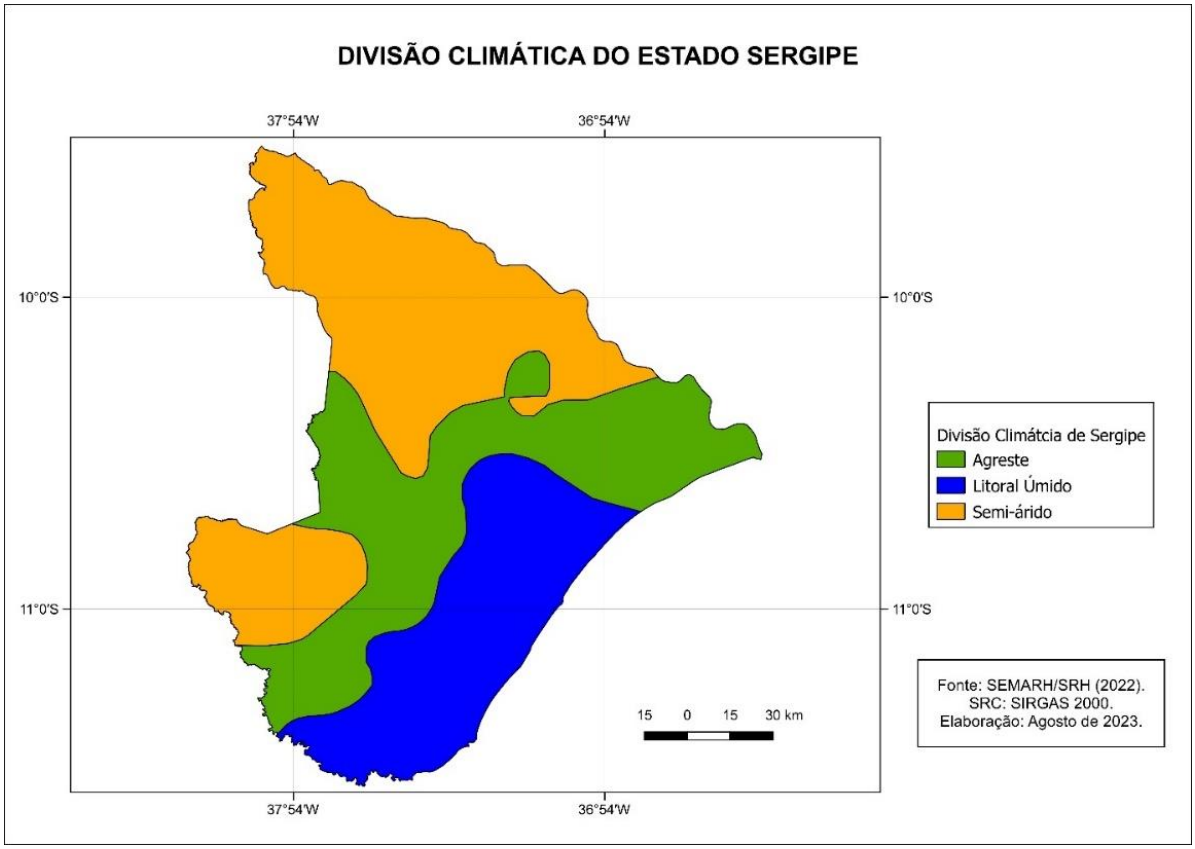
Figura 1 - Localização de Sergipe.



Fonte: Felipe Freire e Fabricio Trindade (2023).

Embora seja considerado o menor Estado do Brasil, com uma área menor que 22 mil km², Sergipe está localizado em uma área de clima tropical úmido e semiárido (Figura 2) e detém uma grande e importante diversidade ecossistêmica em sua extensão, que estão inseridos nos biomas da Caatinga e Mata Atlântica.

Figura 2 – Mapa da divisão climática de Sergipe.

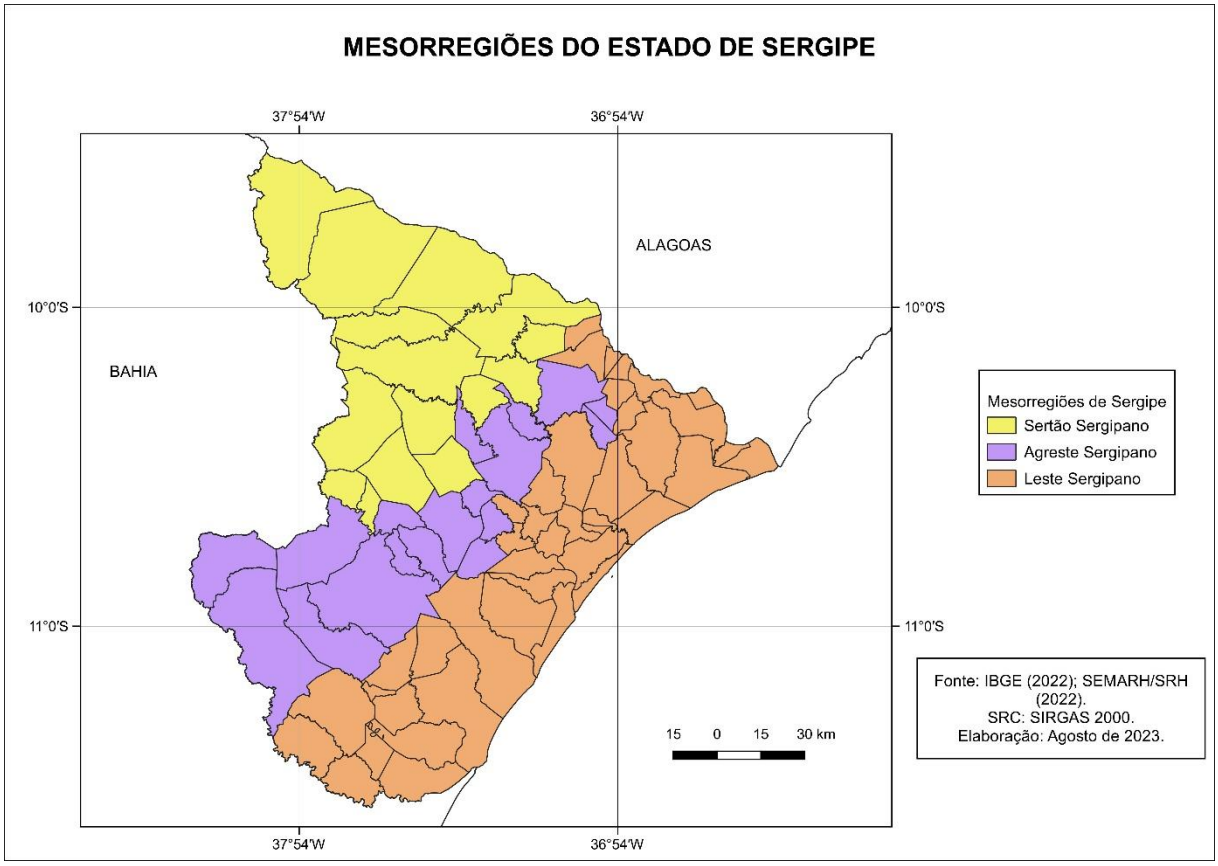


Fonte: Felipe Freire e Fabrício Trindade (2023).

Considerando então a sua história ecológica, é possível encontrar ainda três ecorregiões: Floresta Tropical Seca Neotropical, Florestas Interioranas e ManguesBrasileiros do Atlântico Sul. No entanto, a maneira que foi realizada a ocupação desses espaços acabou provocando aperda de boa parte desse patrimônio natural (VASCONCELOS, OLIVEIRA, FARIAS, 2013).

O estado de Sergipe ainda está dividido em sete microrregiões onde estão inseridos e divididos os 75 municípios que compõem a federação. Sendo assim, cada uma delas apresentam diferentes especificidades e contribuem também para a organização do espaço territorial, sendo elas: o Alto Sertão Sergipano, Agreste, Leste Sergipano, Grande Aracaju, Baixo de São Francisco, Centro Sul e Sul, possuindo maior destaque as três primeiras regiões (Figura 3).

Figura 3 – Mapa das principais mesorregiões de Sergipe.



Fonte: Felipe Freire e Fabrício Trindade (2023).

Metodologia

Para executar a pesquisa, em primeiro lugar foi necessário realizar um levantamento bibliográfico sobre espécies medicinais presentes em Sergipe. Para auxiliar na escolha da planta medicinal *Libidibia Ferrea*, foram levados em conta três critérios para realizar sua delimitação, sendo eles: uma espécie com presença significativa em todas as regiões do estado; uma planta de porte arbóreo e uma árvore sem subespécies.

Para ser feito a análise da espacialização da mesma, foi utilizado o QGIS, um software livre com código-fonte aberto, para observar a espacialização das espécies e averiguar se existe ampla ocorrência delas no estado. Para ser feito essa observação, foi necessário fazer o download no QGIS do complemento do Sistema Global de Informação sobre Biodiversidade (GBIF), que dispõe de dados científicos sobre a biodiversidade do Brasil e do mundo.

Finalizando todas as etapas e definindo o Pau-Ferro (*Libidibia ferrea*) como planta medicinal a ser trabalhada nesse estudo, foi elaborado um mapa de espacialização da espécie no QGIS a partir de dados coletados do GBIF, visando compreender melhor o seu comportamento e distribuição no estado.

Resultados e Discussão

A partir do levantamento bibliográfico realizado em artigos que versam sobre plantas medicinais em diversas regiões do estado, encontrou-se cerca de 43 espécies que ajudaram no desenvolvimento da pesquisa e no conhecimento prévio sobre algumas espécies de plantas medicinais, sendo algumas delas: Alecrim, Angico, Boldo, Barbatimão, Catuaba, Cavalinha, Capim santo, Eucalipto, Hibiscus, Jurubeba, Jenipapo, Quebra-pedra, Umbaúba, Erva Cidreira, Carqueja, Boldo, Camomila, Canudinho, Erva Doce, Aroeira, Espinheira Santa, Gengibre, Jurubeba, Mastruz, Melissa, Pau-ferro, Pata de vaca, Romã, Hortelã, Vick, Abacateiro, Pega Pinto, Malva Branca, Boldo do Pará, Catingueira, Jurema, Mandacaru, Penicilina, Pereiro, Urtiga, Manjericão, Arruda e Canela. (MELLO, XAVIER-FILHO, 2000; REIS, 2018; CAETANO et al., 2015; FERREIRA, 2017; ALVES et al., 2017; SANTOS, PADRÃO, 2016).

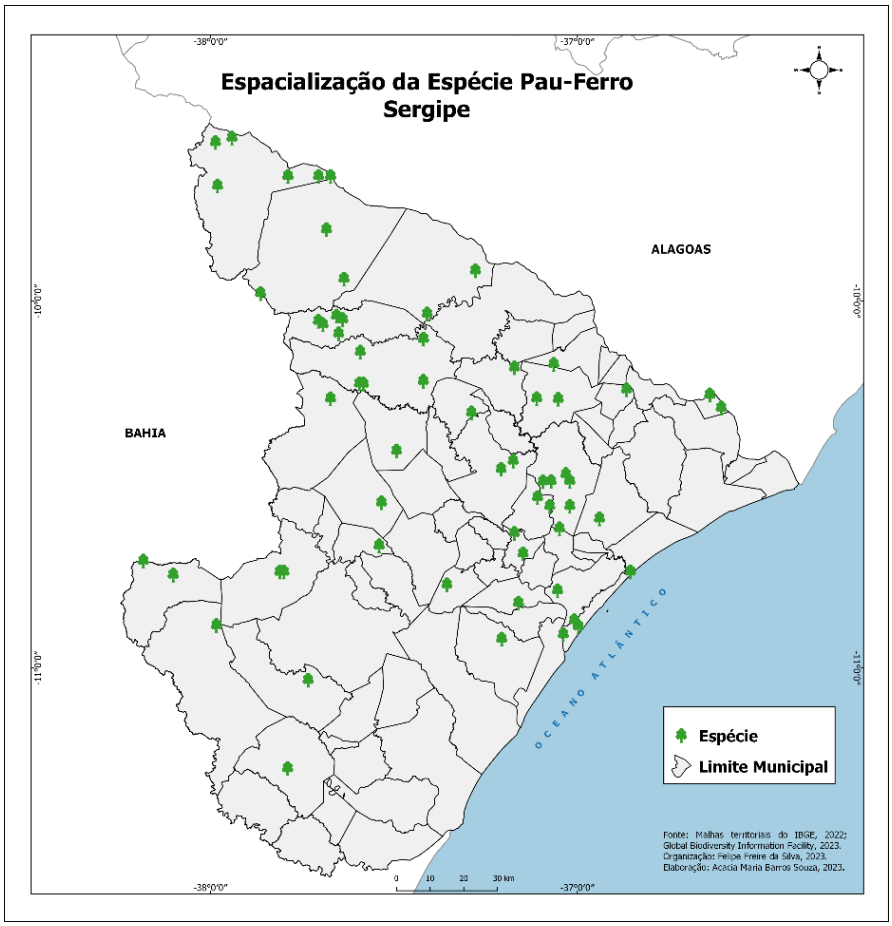
Segundo SILVA (2014), A *Libidibia ferrea* é popularmente conhecida como pau-ferro e jucá, é uma árvore de 5 a 7 m de altura, diâmetro do tronco de 10 a 30 cm, com casca cinza mais escura, fina e lisa. As folhas são verde escuras em cima, verde claras em baixo, constituídas por 2 a 4 pares de pinas, cada uma com 4 a 6 pares de folíolos menores, oblongos e glabros (MAIA, 2004); há ainda tricomas glandulares de cor vermelha escuro (GALDINO et al., 2007); pequenas flores amarelas, em panículas; o fruto é uma vagem que mede entre 6-8 cm de comprimento e tem cerca de 1,5 cm de largura, coriáceo, com polpa seca e suas sementes são marrons e duras (MAIA, 2004). As sementes dessa espécie manifestam dormência, onde é preciso haver intervenções mecânicas (LIMA et al., 2006) ou químicas com o uso de ácido sulfúrico (BIRUEL et al., 2007) para que seja possível ter a permeabilidade do tegumento à água e também ocorrer a germinação, que ocorre em cerca de 7 a 15 dias e o tamanho correto para ser feito o transplantio é entre 8 e 9 meses (LORENZI, 2002).

A indicação terapêutica dessa árvore já foi examinada cientificamente e ficou comprovado a sua eficácia para tratar enfermidades por meio de atividades terapêuticas como antiulcerogênica, anti-inflamatória, analgésica, hipoglicemiante, anticancerígena, anti-histamínica, antimicrobiana, anticoagulante e cicatrizante (BACCHI et al., 1995; CARVALHO et al., 1996; COELHO, 2004; GONZALEZ, 2005; SAMPAIO et al., 2009; CAVALHEIRO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010, apud SILVA, 2014).

Portanto, conforme o mapa da distribuição da espécie *Libidibia ferrea* em Sergipe (Figura 1), há a ocorrência da *espécie* nas unidades de planejamento do Alto Sertão Sergipano, do Agreste, do Leste Sergipano, da Grande Aracaju, do Centro Sul e Médio Sertão. Já nas unidades de planejamento do Sul e do Baixo São Francisco, a ocorrência sofreu uma redução, porém, ainda assim ocorre a presença em alguns municípios.

Estes dados preliminares apontam a necessidade de ampliar estudos sobre a espécie, buscando compreender este padrão de localização, quais os condicionantes associados à sua presença nestas porções do estado, averiguando também se a mesma está presente nas unidades de conservação do estado de Sergipe.

Figura 4 – Mapa de localização do Pau-Ferro em Sergipe.



Fonte: Felipe Freire e Acácia Souza (2023).

Considerações Finais

Mesmo com a grande variedade de espécies que Sergipe apresenta, foi possível chegar na definição da espécie Pau-Ferro, também conhecida como Jucá, já que, a espécie seguiu todos os critérios que foram definidos para realizar o estudo e por haver também uma diversidade de partes que podem ser usadas para o tratamento de doenças, como a casca, entrecasca, folha, fruto, semente e raiz, assim como também a diversidade de indicações como citadas no texto anteriormente.

O pau-ferro em Sergipe se apresenta bem espacializada, principalmente nas unidades do Alto Sertão, Agreste, Leste Sergipano, Grande Aracaju, Centro Sul e Médio Sertão,

havendo uma menor presença no Sul e Baixo São Francisco, mas ainda assim ocorrendo em ambas as unidades de planejamento.

Com o estudo ainda em andamento, posteriormente serão considerados fatores que possam influenciar na distribuição da espécie *Libidibia ferrea* no estado de Sergipe.

Referências

ALVES, S. G.; BARROS JÚNIOR, A. P. de; REIS NETO, A. F.; RODRIGUES, G. G. Estudo Etnobotânico em Comunidades do Alto Sertão Sergipano: Flora para fins Medicinais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 3, 2017. Disponível em: https://revistas.aba-agroecologia.org.br/rbagroecologia/article/view/17349. Acesso em: 18 ago. 2023.

AMORIM, Raul Reis; OLIVEIRA, Regina Célia de. As Unidades de Paisagem como uma Categoria de Análise Geográfica: O Exemplo do Município de São Vicente-SP. **Sociedade & natureza**, Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 177-198, 2008.

*BOTSARIS AS. **Fórmulas Mágicas**. 4 a ed. Rio de Janeiro: Nova Era, 2006.*

CAETANO, N.L.B.et al. **Plantas medicinais utilizadas pela população do município de Lagarto-SE, Brasil – ênfase em pacientes oncológicos**. Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v.17, n.4, 2015.

*CASTELLANO, O. **Introdução à fitoterapia**, São Paulo, EPUSP, 1981.*

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. Geossistemas do Semiárido Brasileiro: Considerações Iniciais. **Caderno de Geografia**, v.26, número especial 2, 2016. p. 214-228.

Drumond, M.A., KilL, L.H.P., Lima, P.C.F., Oliveira, M.C., Oliveira, V.R., Albuquerque, S.G. Nascimento, C.E.S.; Cavalcanti, J. 2000. **Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga** (Documento para discussão no GT Estratégias para o uso sustentável). In: Seminário para avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga. Petrolina.

FERREIRA, D. Q. et al. Libidibia ferrea (jucá), a Traditional Anti-Inflammatory: A Study of Acute Toxicity in Adult and Embryos Zebrafish (Danio rerio). Pharmaceuticals, [s. l.], v. 12, 30 nov. 2019. DOI 10.3390/ph12040175. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ph12040175. Acesso em: 18 ago. 2023.

FIRMO, WCA; MENEZES, VJM; PASSOS, CEC; DIAS, CN; ALVES, LPL; DIAS, ICL; NETO, MS; OLEA, RSG. Contexto histórico, uso popular e concepção científica sobre plantas medicinais. **Cadernos de Pesquisa** 18: 90–95, 2011.

HOLANDA, B. F. et al. Polysaccaride-rich extract of Caesalpina ferrea stem barks attenuates mice acute inflammation induced by zymosan: Oxidative stress modulation. Journal of Ethnopharmacology, [s. l.], v. 267, 2021. DOI 10.1016/j.jep.2020.113501. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113501. Acesso em: 18 ago. 2023.

LEWIS, G. P. **Libidibia in Lista de Espécies da Flora do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB109843. Acesso em: 18 ago. 2023.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 2008. p.126, 384p.

LORENZI, H.; MATOS, F.J.A. **Plantas medicinais do Brasil: nativas e exóticas**. 2.ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. 544p.

MELLO, E.C.C.; XAVIER-FILHO, L. **Plantas medicinais de uso popular no estado de Sergipe**. UNIT, 2000.

OLIVEIRA, G. L. da S.; LABRE, M. B. Q.; LABRE, L. V. Q. Avaliação da atividade medicinal da libidibia ferrea – uma revisão sistemática / Evaluation of the medicinal activity of libidibia ferrea - a systematic review. **Brazilian Journal of Health Review**, *[S. l.]*, v. 5, n. 2, p. 5242–5251, 2022. DOI: 10.34119/bjhrv5n2-106. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/45595. Acesso em: 18 ago. 2023.

REIS, G. S. **Levantamento do uso de plantas medicinais por agricultores de municípios de Sergipe**. 2018. Monografia-Universidade Federal de Sergipe. Largato, SE, 2018.

SILVA, Francineyde Alves da. **SIMBIOSE MICORRÍZICA ARBUSCULAR EM PAU-FERRO (Libidibia ferrea (Mart. ex Tul.) L. P. Queiroz var. ferrea) VISANDO MAXIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE FITOQUÍMICOS FOLIARES COM POTENCIAL.** RECIFE, 2014. [s.l.: s.n., s.d.]. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/11908/1/TESE%20FRANCINEYDE%20%20ALVES%20DA%20SILVA.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2023.

SILVA, J. F.; BASTOS, L. C. O processo de transformação na paisagem provocada pela ação antrópica no Assentamento São Manoel. **Revista Pantaneira**, v. 12, p. 44-54. Aquidauana, MS, 2010.

SOUZA, HS. Estudo Bibliográfico Sobre Ervas Medicinais encontradas e que podem ser cultivadas no estado de Sergipe. **Anais Semana Nacional de Ciência e Tecnologia(SNCT)**, v.1, n.1, p.208–211, 2019. Disponível em: <https://aplicacoes.ifs.edu.br/periodicos/SNCT/article/view/1105>. Acesso em: 18 ago. 2023.

TESKE M; TRENTINI AMM. **Herbarium - Compêndio de Fitoterapia**. 4a ed., Curitiba: Herbarium laboratório botânico, 2001.

VASCONCELOS, CA; OLIVEIRA, AGV; FARIAS, MCV. Unidades de Conservaçãoem Sergipe: A Floresta Nacional do Ibura. **III Congresso Nacional de Educação Ambiental e o V Encontro Nordestino de Biogeo.**

VEIGA JUNIOR, Valdir F.; PINTO, Angelo C; MACIEL, Maria Aparecida M. Plantas Medicinais: Cura Segura? **Química Nova**, v. 28, n. 3, p. 519–528, 2005.

Impactos ambientais das mudanças do uso e cobertura da terra na Costa dos Coqueiros

Evironmental impactos arising foram chances land use and land cover in Costa dos Coqueiros

Iolanda Santos de Castro
Universidade do Estado da Bahia
0009-0001-5488-0010
iolycastro18@gmail.com

Ednice de Oliveira Fontes Baitz
Universidade do Estado da Bahia
0000-0003-0142-3331
ednicebaitz@uneb.br

Resumo: A zona costeira é um amplo espaço de interação setorial, institucional, demográfica e urbana onde a imprevisível dinâmica ambiental afeta as complexas relações entre o homem e o meio, todavia na Costa dos Coqueiros com o avanço do turismo a população tradicional vem sendo prejudicada. O objetivo desse estudo foi verificar os diferentes usos na Costa dos Coqueiros, Litoral Norte da Bahia, numa serie multitemporal de 2000 a 20221. A análise do monitoramento do uso e cobertura da terra da Plataforma MapBiomas permitiu verificar a degradação em toda costa dos coqueiros, em que a pastagem e a silvicultura são apontadas como uma das principais causas, alem do avanço do turismo nas últimas décadas, com a expansão das empresas internacionais de empreendimentos imobiliários tem ocasionado impactos negativos socioambientais irreversíveis. Nesse sentido, faz-se necessário medidas mitigadoras, como políticas de ordenamento territorial do turismo para conter as grandes empresas internacionais que, ao longo dos anos, vem se apropriando de toda costa litorânea, a fim de nortear planejamento adequado para a comunidade local, os quais estão abandonando suas moradias para o capital turístico.

Palavras-chave: Costa Coqueiros, MapBiomas, Vulnerabilidade ambiental

Abstract: The coastal zone is a wide space for sectoral, institutional, demographic and urban interaction where unpredictable environmental dynamics affect the complex relationships between man and the environment. The objective of this study was to verify the different uses on the Costa dos Coqueiros, North Coast of Bahia, in a multitemporal series from 2000 to 20221. in which pasture and forestry are identified as one of the main causes, in addition to the advance of tourism in recent decades, with the healthy expansion of international real estate companies, it has caused irreversible negative socio-environmental impacts. In this sense, mitigating measures are necessary, such as tourism territorial planning policies to contain the large international companies that, over the years, have been appropriating the entire coastline, in order to guide adequate planning for the local community, the which are abandoning their homes for the tourist capital.

Keywords: Costa Coqueiros, MapBiomas, Environmental vulnerability.

Introdução

A zona costeira é um amplo espaço de interação setorial, institucional, demográfica e urbana onde a imprevisível dinâmica ambiental afeta as complexas relações entre o homem e o meio. Sendo desigual o processo de urbanização no Brasil processado historicamente

sem intenção de um planejamento estrutural e não- estrutural, este resulta na atualidade numa série de problemas e conflitos (POLLETE E BARROS, 2012).

A zona costeira brasileira tem uma importância grande, de acordo a Constituição de 1988, passou a ser considerada um patrimônio do povo brasileiro. Em apenas 4,3% da área territorial costeira vivem 46 milhões de habitantes da população total do país (IBGE, 2010). Esta destaca-se ainda sob os aspectos histórico, cultural, econômico e logístico. Praticamente, todos os ciclos econômicos do país desde a sua descoberta estavam/estão diretamente relacionados ao território costeiro, inclusive os ciclos atuais do turismo de sol e praia e o do Pre-Sal.

A zona costeira brasileira abriga um complexo mosaico de ecossistemas de relevância importante do ponto de vista ambiental. Ao longo de toda faixa litorânea alternam-se praias, mangues, restingas, campos de dunas, estuários, recifes de corais e outros ambientes. É na zona costeira que se localiza o Bioma Mata Atlântica (quase toda desmatada), as maiores manchas e reservas desse bioma, com maior contiguidade encontra-se na Serra do Mar nos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Paraná, esse ecossistema abriga a maior biodiversidade de espécies animais e vegetais superior à Amazônia (VITTE, 2003).

O processo de formação e organização do território brasileiro privilegiou esta zona costeira como centro de polarização da hinterlândia continental. Grande concentração socio populacional e localização das duas maiores metrópoles do país; São Paulo e Rio de Janeiro tem forte influência na gestão do território brasileiro por possuir uma densa rede de circulação e alguns dos maiores e mais importantes parques industriais brasileiro. Essa formação territorial obedece a uma lógica de valorização do espaço, na qual é tratada como um recurso ambiental dotado de infraestrutura para servir a uma dinâmica capitalista.

Os municípios da costa litorânea apresentam graves problemas de infraestrutura básica; moradias precárias, a questão sanitária, a violência, a exclusão social e os diversos outros problemas. Devido ao alto preço da terra nessa região, a classe trabalhadora, a população excluída tem que se sujeitar a morar nas encostas das escarpas, construir palafitas em manguezais ou desembocaduras deltaicas, o que agrava ainda mais as condições ambientais e qualidade de vida das pessoas, o que coaduna para o padrão de exclusão social no Brasil (VITTE, 2003).

O desenvolvimento do turismo enquanto atividade de lazer, desde a segunda metade do século XX, vem manifestando profundas transformações no espaço e nos núcleos urbanos. Nesse sentido, os empreendedores vêm modificando a paisagem tanto no ramo comercial, turístico-hoteleiro, prestadores de serviços para atender aos seus interesses do capital. O turismo refere-se a viagens, pessoas, lugares atrelados a ideia de novas significações.

Antigamente as viagens se davam em busca de sobrevivência com fins mercantis para apreender e entender o mundo, aventurar e peregrinar.

> Segundo Coriolano & Silva (2005) o turismo é um fenômeno dos tempos modernos a partir do momento que o homem descobriu o prazer de viajar; quando a viagem passa a ser uma forma de buscar prazer, felicidades, deixando de ser necessidade. O conceito de turismo se deu no século XVII, na Inglaterra, todavia, foi a partir do século XIX, pós 2ª guerra, que datam suas teorias. O turismo é estudado como um fenômeno que envolve diferentes abordagens conceituas, mas seja lá em qualquer concepção, o espaço, é essencial no sistema econômico e do próprio território.

A ciência geográfica estuda a produção espacial, as relações sociais e de poder no espaço geográfico. A dinâmica do turismo se expressa na vida social e nos territórios, por sua vez os grupos humanos em diferentes lugares provocam construções de novos espaços, bem como mudanças em tantos outros. Para haver o deslocamento faz-se necessário projetos de regulação de usos do espaço, de edificações, montagens de equipamentos, além de ações políticas que favoreçam a manutenção dos fluxos e geração de rendas para o país. Conquanto o turismo é gerador de rendas e empregos em que exige novas funções na vida social e produtivas, estimulando valores culturais de modo a fortalecer os vínculos dos lugares (CORIOLANO & SILVA, 2005).

De acordo Coriolano & Silva (2005) o turismo corresponde a uma atividade geoeconômica expressiva no contexto atual por envolver as pessoas nos espaços naturais e produzidos, relacionando as que podem viajar com as que não podem, ou entre os turistas e residentes - considerado um fenômeno próprio das classes ricas e médias, daqueles que podem comprar lazer. Todavia, apesar dessa atividade não atender a todas as classes sociais está presente em todos os continentes.

Desde as épocas burguesas os lazeres estão submetidos, principalmente, a mais-valia pela comercialização do lazer e industrialização. Num determinado lugar para alguém ter lazer é necessário que o outro tabalhe, então, estes lugares são de lazeres para uns e, para outros é lugar de trabalho. Os lazeres entram na divisão do trabalho social, porque a prática turística é considerada como uma industria de lazeres e uma comercialização dos espaços (LEFEBVRE, 2001). Assim, uma grande parcela da população vende a sua força de trabalho e, além disso submete-se a um modo de produção alienante desigual e combinada.

As atividades turísticas é uma opção para o desenvolvimento dos países, dos estados e municípios, estima-se desempenho com a prática, mas não soluciona problemas sociais, ambientais e, também, não há desenvolvimento nas regiões pobres (CORIOLANO, 2006). Com o acúmulo de capital o espaço é transformado e produzido pela lógica do sistema capitalista, assim o crescimento do emprego nessas regiões turísticas se concentram, majoritariamente, em prestação de serviços com baixa remuneração.

Cruz (2001) afirma que o turismo é uma prática social que consome elementarmente espaço, no qual é transformado e, novas características e configurações são formadas devido à prática turística. Este espaço geográfico gera um território delimitado, contendo características próprias. Na atualidade, o turismo surge como uma grande força em diversas partes do planeta, frutos de sucesso e crescimento que esta atividade vem tendo nas últimas décadas.

O turismo refere-se uma indústria global que envolve uma ampla cadeia produtiva concatenado a países, territórios, economias e culturas, com crescente mobilidade de capitais e definindo pautas de desenvolvimento, o qual está articulado ao setor econômico, a processos políticos e culturais do mundo globalizado em que vivemos transformando os lugares onde se faz presente esta atividade sem um menor planejamento ambiental e respeito às leis de ordenamento territorial dos espaços turísticos.

Em muitas comunidades este processo vem causando conflitos junto à comunidade local, a qual está sendo excluída dos espaços tradicionais devido à privatização desses espaços de uso em comum, problemática marcante no nordeste brasileiro. Uma nova estrutura regional e urbana está sendo montada para oportunizar a prática turística, com novas habitações introduzidas serviços especializados; voltado para essa parcela da população.

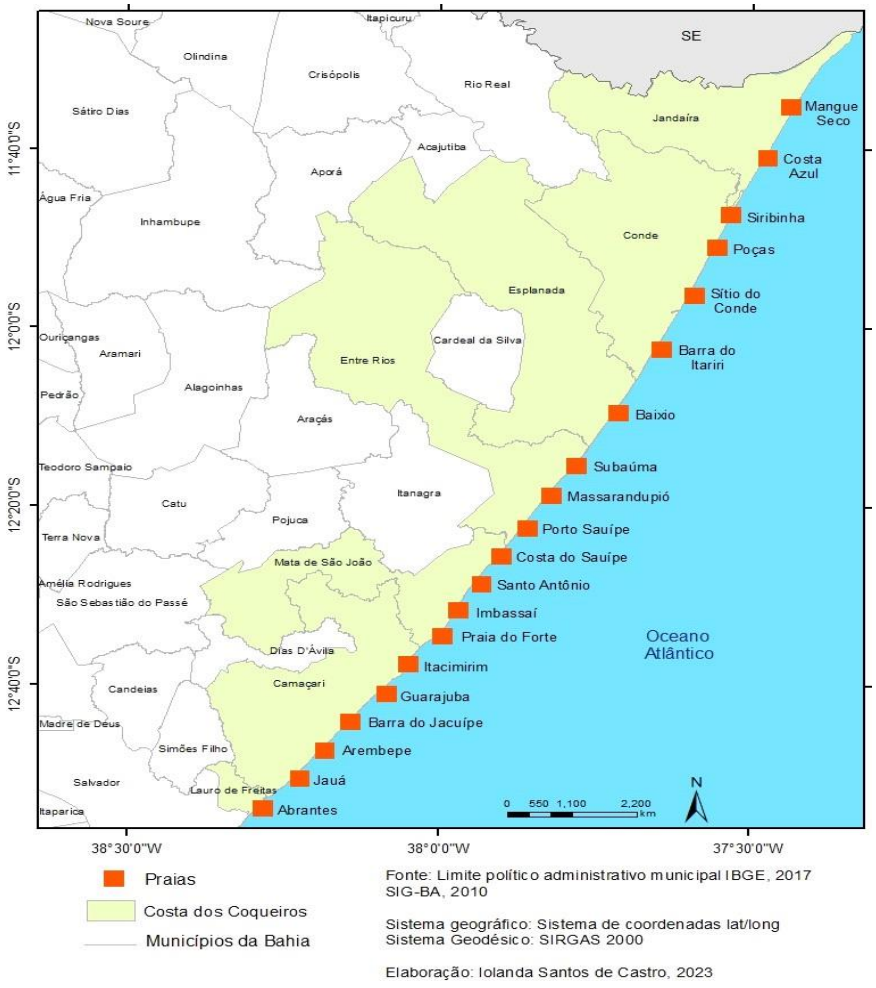
O turismo em regiões praianas vem revelando-se como uma atividade estratégia para o processo de crescimento e desenvolvimento mundial. O aumento na demanda para fins recreativos e lazer, contribui para o aumento de pressão sobre os recursos e ecossistemas naturais, bem como exploração dos nativos da região, assuntos como estes vêm sendo sinônimo de preocupação em diversas áreas.

Diante do exposto, essa pesquisa tem como objetivo geral: O objetivo desse estudo foi verificar os diferentes usos na Costa dos Coqueiros, Litoral Norte da Bahia, numa serie multitemporal de 2000 a 2021.

Contextualização e delimitação da área de estudo

A costa litorânea da Costa dos Coqueiros possui quase 240 km de extensão iniciados em Ipitanga no município de Lauro de Freitas até Mangue Seco em Jandaíra. Percebe-se na paisagem uma diversidade natural, que inclui diversos ecossistemas, ao quais ao longo dos séculos estão sendo ameaçados, como: praias, dunas, lagoas, brejos, manguezais, rios, povoados tradicionais - patrimônio histórico e cultural sendo, portanto, um cenário peculiar de exuberância e beleza que estimulam a atividade turística em toda Costa Litorânea da Zona dos Coqueiros.

Mapa 01 – Localização das praias da Costa dos Coqueiros.



Coleta de Dados da Pesquisa

Para o desenvolvimento acerca da obtenção dos resultados, foram realizados levantamento bibliográfico apoiado em leituras Coburn (2001), Cruz (2001), (VITTE, 2003), dentre outros que trabalharam nessa temática para compreender o avanço dos usos da Costa dos Coqueiros no Litoral Norte da Bahia.

Para obtenção das imagens de uso e cobertura da terra foram adquiriras por meio da Plataforma MapBiomas, a qual permite mapas anual desde 1985 a 2021. Foram selecionadas três décadas para o estudo, 2000, 2010 e 2021. Para confecção e construção dos mapas, ultilizou-se o programa Arcgis 10.5. Em que, no primeiro momento, foi feito o reporte da área de estudo, com isso foi utilizada a ferramenta Raster. Por conseguinte, a ferramenta Classifier o que permitiu classificar a imagem de acordo a paleta de cor da coleção 7.1 do MapBiomas disponibilizada.

Com base nos atributos naturais e nos efeitos das atividades antrópicas na área de estudo é possível determinar se ocorre uma perturbação no equilíbrio desse sistema e identificar a suscetibilidade de erosão na zona costeira.

A erosão costeira é um processo que envolve degradação e modificação de um determinado padrão da linha de costa, percebe-se aqui que este processo não deve ser entendido como apenas decorrente de causas naturais e que, por isto, a classificação da erosão costeira como um perigo natural seria inadequado. Coburn (2001) e Bush et al. (1999) consideram a ideia de perigo quando o homem é afetado por algum fenômeno natural, e excluem a possibilidade de emprego desta palavra quando um fenômeno natural não causa implicações ao homem, a suas estruturas e atividades. Entretanto, Coburn (2001) não se opõe a utilização do termo natural na expressão perigos naturais e, além disso, coloca o homem como um ser passivo, como um mero afetado e espectador de fenômenos de ordem naturais.

Considerar o homem como um potencial agente da erosão costeira (Coburn 2001; Bush et al. 1999, Boruf et al. 2005, Meur-Férec et al. 2008), enfraquece a utilização da qualidade natural para classificar a erosão costeira, processo que promove perigos de ordem ambiental.

Ampliando a discussão, Boruff et al. (2005) chamam a atenção para o fato de que as análises dos perigos naturais, de modo geral, baseiam-se nas características biofísicas destes com pouca ou nenhuma atenção a dimensão humana da vulnerabilidade. Este mesmo autor considera a ideia de promover a integração de sistemas físicos e humanos no entendimento da vulnerabilidade baseada no lugar. Indo mais além, considera que muitas características econômicas e sociais influenciam a vulnerabilidade de comunidades e indivíduos ao longo da costa, estabelecendo, deste modo, uma conexão entre a degradação de habitats e ecossistemas com a vulnerabilidade social, o que culmina na ideia de Vulnerabilidade Ambiental.

Meur-Férec et al. (2008) analisam que ao longo do tempo o homem foi desenvolvendo atividades (usos e ocupações) na costa, de tal modo, que hoje ela se configura como um espaço de conflito de interesses entre aqueles que usam os recursos ali existentes. Tomando a costa francesa, este autor refere-se a um processo de “litoralização” (littoralization), de concentrações humanas e suas atividades em zonas do litoral, o qual é parcialmente o resultado de um planejamento nacional e de políticas de desenvolvimento. O desenvolvimento do turismo, indústrias e portos; a urbanização, o aumento do número de residências de segunda moradia (como casas de veraneio) envolvendo atividades turísticas e zonas portuárias industriais, por exemplo, provocaram profundas mudanças na zona costeira. Deste modo, ele considera que a proliferação de atividades humanas na costa, contribuiu

como um fator que, aliado a fenômenos naturais, ampliou o risco atrelado à erosão ou submersão. Ele exemplifica que na França, em determinados locais as propriedades foram destruídas ou abandonadas por causa dos riscos provocados pelo recuo do litoral.

Pensando o homem como um ser social, que produz cultura (Gonçalves 2006), considera-se que suas atividades só fazem sentido dentro de uma lógica social, isto é, de uma lógica sociocultural objetiva e subjetiva. Desta forma, homem interfere nos espaços, inclusive nos espaços costeiros, alterando-os e sofrendo os reflexos de sua alteração. Todavia, não se pode deixar de levar em consideração a existência de eventos naturais que são independentes das ações humanas, que se constituem como perigo quando afetam o homem e a sua organização social.

A erosão costeira configura-se como um processo que pode implicar em Vulnerabilidade Ambiental, quando os sistemas humanos (sociais) são responsáveis por gerar ou potencializar problemas e/ou vítimas de problemas concernentes a erosão costeira. Assim, as características das atividades humanas combinadas com fatores biofísicos, numa determinada área costeira, podem ou não determinar um quadro de maior ou menor Vulnerabilidade Ambiental desta costa.

Resultados e Discussões

A análise do monitoramento do uso e cobertura da terra da Plataforma MapBiomas permitiu verificar a degradação em toda costa dos coqueiros, em que a pastagem e a silvicultura são apontadas como uma das principais causas. Nesse sentido constatou-se que, nos dados de 2000 (Figura 2) a vegetação florestal era mais preservada, com 3252706 hectares, como fica evidente na costa leste, nesse período o turismo em massa era tímido, se comparado a décadas posteriores. Não havia os diversos resorts, empreendimentos imobiliários residenciais e comerciais.

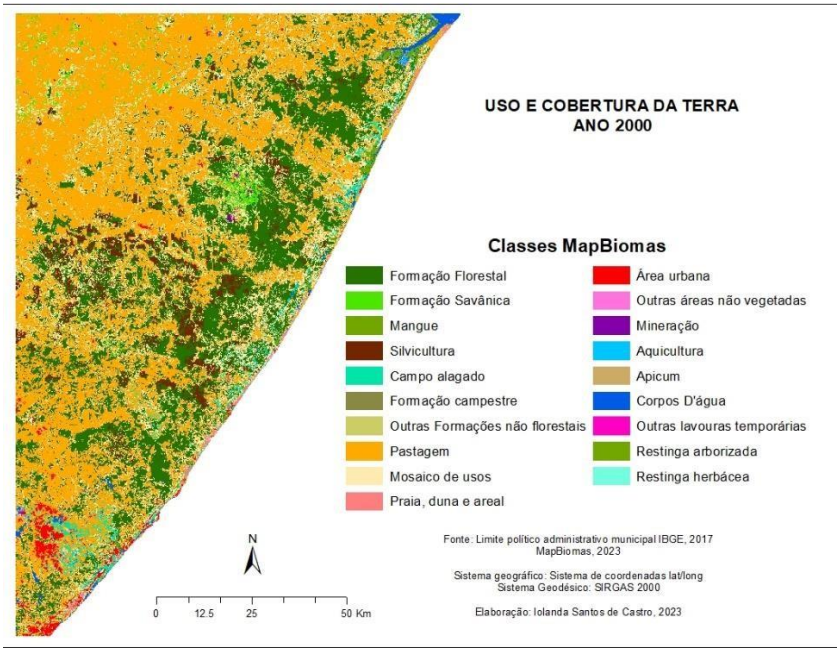
Na costa dos coqueiros ao longo dos anos tem se demonstrado um grande crescimento nas silviculturas, sobretudo no ano de 2010, com destaque para o município de Entre Rios. Início dos anos 2000, a silvicultura correspondia a 477781 de hectares, nos anos 2010, em apenas uma década esse número dobrou para 846889, e nos anos 2021, último ano da pesquisa, ultrapassou mais de 1301573 hectares, o comprova alto índice de degradação ambiental.

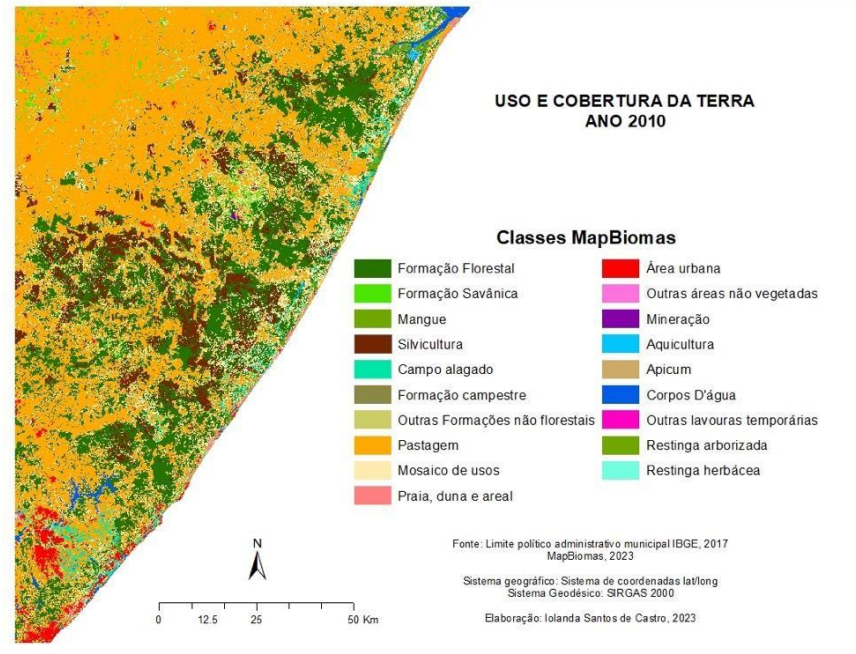
Outra classe que chama atenção é a infraestrutura urbana, pois esse crescimento populacional vem aumentando a partir da expansão do turismo na primeira década do século, anos 2000, sobretudo com a implementação do megaempreendimento imobiliário na Costa do Sauípe, por conseguinte, em toda faixa costeira é notório diversos empreendimentos seno essa região consagrada o vetor da economia da Bahia. Nessa época a infraestrutura urbana

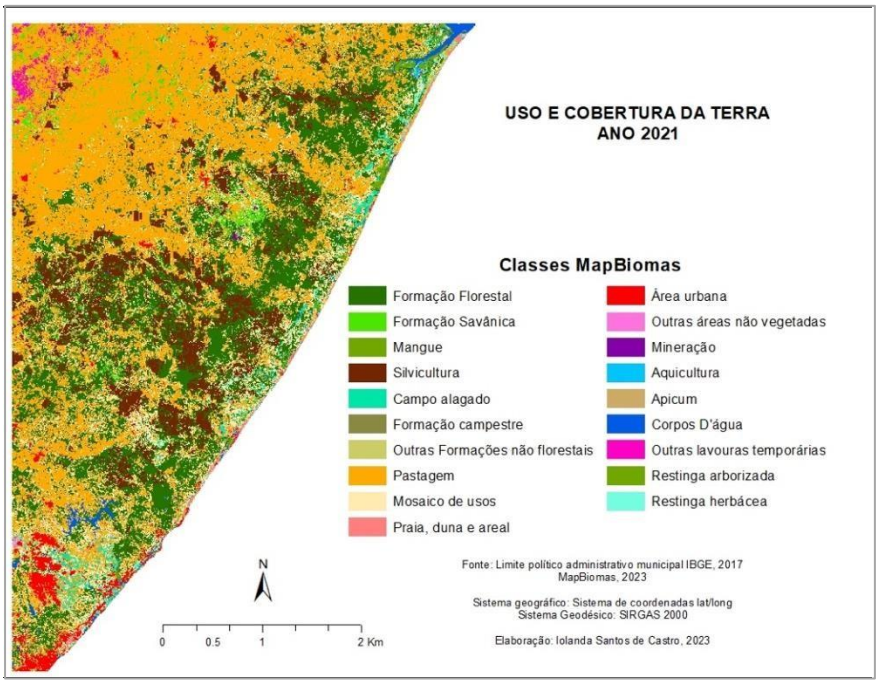
correspondia cerca de 145725, anos 2010 passava de 196254, já em 2021 perpassa mais de 250844 hectares.

Então, de acordo com os dados da Plataforma MapBiomas, ao longo das décadas a uma intensificação da retirada da mata atlântica, para agricultura, pastagem, silvicultura, essas duas últimas décadas vem sendo marcante em todos os municípios da costa dos coqueiros. Com a pressão exarcebada sobre os recursos naturais acelera ainda mais a degradação das terras.

Figura 2 - Mapas de usos e coberturas da terra dos anos 2000, 2010 e 2021.







Sendo assim, é possível verificar na série histórica que os diversos usos da região demonstram que o processo de degradação resulta do comportamento demasiado da sociedade sobre os recursos naturais, ocasionando ao ambiente a deterioração, sendo a ação antropogênica determinante para a degradação, pois são lugares extremamente sensíveis porque são áreas de mangues, lagos, praias, dunas, recifes, rios, reservas florestas, dentre outras.

Considerações Finais

A realização desse estudo permitiu um detalhamento geomagnético do uso e cobertura da terra da costa dos coqueiros desde os anos 2000, sendo a Plataforma MapBiomas fundamental para análises do estudo, o qual permitiu compara uma série multitemporal de 2000 a 2021, por décadas.

Assim, nos estudos acerca do avanço do turismo na costa litorânea, o uso e cobertura da terra refere-se a um indicador importante para compreensão das questões ambientais. Pôde-se concluir que, essa região contém alta vulnerabilidade ambiental em todos os municípios, o que demonstra que a agropecuária, a silvicultura e o turismo sem o menor planejamento ambiental vêm ganhando força nas últimas décadas.

Por meio dos dados da Plataforma MapBiomas foi possível concluir que, os municípios em estudo ao longo das décadas têm demonstrado um grande crescimento nos diversos usos, agricultura, pastagem, silvicultura teve um aumento expressivo dessas

atividades, em contrapartida não houve uma preservação da mata atlântica, os dados confirmam perdas significativas da vegetação natural.

Verificou-se ainda nos dados de uso e ocupação a classe florestal não foi preservado, com a retirada da mata atlântica em toda a região. Outra classe que deve ser ressaltada é a mancha urbana, em que nas últimas duas décadas o contingente populacional triplica, se comparado ao início dos anos 2000. Assim, faz-se necessário medidas mitigadoras, como politicas de ordenamento territorial do turismo para conter as grandes empresas internacionais que ao longo dos anos vem se apropriando de toda costa litorânea, a fim de nortear planejamento adequado para a comunidade local, os nativos que estão abandonando suas moradias para o capital turístico.

Agradecimento

A presente pesquisa foi realizada com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), vinculado ao Programa de Pós- graduação Estudos Territorias (PROET), na Universidade do Estado da Bahia (UNEB).

Referências Bibliográficas

COBURN, A. S. Reducing Vulnerability in Five North Carolina Coastal Communities. A modelo Approach for identifyng, Mapping Ane Mitigating Coastal Hazards. 2001.

CORIOLANO, L. N. M. T; SILVA, S. C. B de M. Turismo e Geografia Abordagens Críticas. Fortaleza. Editora UECE. Ano 2005.

CORIOLANO, L. M. N. T. O Turismo no discurso nas políticas e no combate à pobreza. Editorial Annamblume. São Paulo. Brasil, 2006.

CRUZ, R. C. A.Introdução a Geografia do Turismo. São Paulo. Roca, 2001.

POLE-TE, M. LINS DE BARROS, F. Os desafios urbanos na zona costeira brasileira frente às mudanças climáticas . Costas, Cádis, v 1, p. 165-180, 2012.

VITTE, A. C. O litoral brasileiro: a valorização dos espaços e os riscos socioambientais. Território. Ano 2003.

Processo de Urbanização da Praia do Bonfim, São Luís–MA

Urbanization Process of Praia do Bonfim, São Luís–MA

Izabela da Rocha Barboza
Universidade Federal do Maranhão
Orcid 0009-0004-6389-8994
izabela.rocha@discente.ufma.br

Daniele Costa Rufino
Universidade Federal do Maranhão
Orcid 0009-0005-7490-1711
daniele.rufino@discente.ufma.br

Antonio Cordeiro Feitosa
Universidade Federal do Maranhão
Orcid 0000-0002-3979-4739
antonio.cf@ufma.br

Resumo: A Zona Costeira é caracterizada pela diversidade de ecossistemas, em constante interação de agentes e processos abióticos e bióticos, condição que configura um ambiente cuja dinâmica é acelerada pelas atividades humanas. Na Zona Costeira do Estado do Maranhão, destaca-se a reentrância do Golfão Maranhense, onde a Ilha do Maranhão constitui um dos mais importantes elementos morfológicos, marcado por uma litologia sedimentar pouco consolidada sob forte ação de ondas e correntes de marés, os rigores do clima tropical úmido e alta densidade de ocupação humana. Situada a noroeste, a praia do Bonfim integra a faixa litorânea no norte do município de São Luís, capital do estado do Maranhão, caracterizada por uma formação arenosa delimitada por depósitos de vasas, falésias, vegetação de mangue e de terra firme. Sua formação é recente e a história da costa adjacente remonta à construção do leprosário, conhecido como Colônia do Bonfim. A praia do Bonfim vem sofrendo alterações em sua paisagem por conta das modificações antrópicas, sendo o fator principal a urbanização da capital. Em 2021, a orla do Bonfim começou a passar por um processo de urbanização, entretanto, a praia apresenta problemas ambientais, principalmente relacionados à quantidade de resíduos sólidos encontrados na linha da costa. Neste trabalho, aborda-se o contraste entre o passado e presente da Orla do Bonfim, contribuindo para o conhecimento dos aspectos físicos e sociais da localidade para suprir a lacuna de dados e de informações em face da carência de pesquisa na região de estudo. A metodologia aplicada compreende a análise bibliográfica, contextualizando a importância do processo histórico da praia do Bonfim, em relação ao resgate histórico do local, levantamento de imagens e fase de campo evidenciando sua singularidade. Como resultado, evidencia-se a necessidade de intervenção do poder público para a revitalização e melhoria da qualidade ambiental do local, mediante o desenvolvimento de programas voltados à Educação Ambiental e consciência ecológica da comunidade e dos frequentadores, com dotação de suportes para o manejo dos resíduos sólidos.

Palavras-chave: Zona Costeira; Urbanização da Praia do Bonfim; São Luís-Maranhão.

Abstract: The Coastal Zone is characterized by a diversity of ecosystems, in constant interaction of abiotic and biotic agents and processes, a condition that configures an environment whose dynamics are accelerated by human activities. In the Coastal Zone of the State of Maranhão, the prominence of the Maranhense Gulf stands out, where Maranhão Island constitutes one of the most important morphological elements, marked by poorly consolidated sedimentary lithology under the strong action of waves and tidal currents, the rigors of the humid tropical climate, and high population density. Located to the northwest, Bonfim Beach is part of the coastal stretch in the northern part of the municipality of São Luís, the capital of the state of Maranhão, characterized by a sandy formation delimited by mud deposits, cliffs, mangrove vegetation, and upland areas. Its formation is recent and the history of the adjacent coast dates back to the construction of the leprosarium, known as the Bonfim Colony. Bonfim Beach has been undergoing changes in its landscape due to anthropogenic modifications, with the main factor being the urbanization of the capital. In 2021, the Bonfim shoreline began undergoing an urbanization process; however, the beach presents environmental issues, mainly related to the quantity of solid waste found along the coastline. This work addresses the contrast between the past and present

of the Bonfim Shoreline, contributing to the understanding of the physical and social aspects of the locality to fill the gap in data and information due to the lack of research in the study region. The applied methodology includes bibliographic analysis, contextualizing the importance of the historical process of Bonfim Beach, in relation to the historical recovery of the location, image collection, and field phase highlighting its uniqueness. As a result, the need for intervention by the government for the revitalization and improvement of the environmental quality of the location is evident, through the development of programs focused on Environmental Education and ecological awareness of the community and visitors, with the provision of support for solid waste management.

Keywords: Coastal Zone; Urbanization of Bonfim Beach; São Luís-Maranhão.

Introdução

A faixa costeira do Brasil possui aproximadamente 8.000 km de extensão (IBGE, 2011) sendo caracterizada por sua rica diversidade de ecossistemas onde ocorre constante interação de agentes e processos abióticos e bióticos, condição que torna o ambiente dinâmico. Relativamente à quantidade de municípios defrontes ao mar, o IBGE (2022), registra que o Brasil possui cerca de 280 municípios, os quais compreendem uma variedade de áreas com características específicas e ecossistemas únicos.

Os ecossistemas situados na Zona Costeira são diversos e interdependentes, incluindo manguezais, praias, dunas, lagunas, vasas, pântanos, falésias e outros que fornecem uma ampla gama de serviços ecossistêmicos, como proteção costeira, habitat para vida marinha e terrestre, regulação climática, além de contribuírem para atividades econômicas como o turismo e a pesca.

A constante transformação da Zona Costeira é impulsionada por fatores como as variações das marés, processos de erosão, transporte de deposição de sedimentos, impactos humanos por atividades de construção civil e urbanização. Essa dinâmica exige uma gestão cuidadosa e sustentável para manter a integridade dos ecossistemas, preservar a biodiversidade e garantir a qualidade de vida das comunidades costeiras.

Grande parte da faixa costeira do Brasil se encontra na região nordeste. Entre a foz dos rios Gurupi e Parnaíba, “que apresenta uma extensão de 640 km” (MMA, 2018, p. 171), onde se alteram ambientes de “manguezais, planícies arenosas, planícies de cheniers, dunas costeiras ativas e inativas, deltas de maré enchente e vazante, e barreiras costeiras progradantes do tipo beach ridge” (MMA, 2018, p. 185). O vento, a insolação, a pluviosidade, a temperatura, os fluxos de maré, a composição geológica, tipos de solos, formas de relevo, vegetação e acrescidos da forte presença de aglomerados humanos, são componentes que Pinheiro (2000, p. 2), destaca como responsáveis pela conjugação e troca de energia destes no ambiente costeiro maranhense.

Segundo o Panorama de Erosão Costeira do Brasil (2018, p. 169), realizado pelo MMA, a Zona Costeira do Estado do Maranhão (ZCEM) se compartimenta em 5 domínios: Golfão maranhense; Litoral oriental; Litoral ocidental; Baixada maranhense e Parque Estadual

Marinho do Parcel Manuel Luís. Além disso destacam-se 3 padrões morfológicos no relevo do litoral maranhense: As Reentrâncias Maranhenses, a leste, o Litoral oriental e o Golfão Maranhense.

Na ZCEM, destacam-se as formações litorâneas da Ilha do Maranhão1, que “têm uma largura média de aproximadamente 250m, podendo variar em face da grande amplitude de maré. [...] possui em geral extensão com cerca de até 8km. [...] apresentam um estágio morfodinâmico do tipo ultradissipativo [...] (MMA, 2018, p. 232).

Localizada no Golfão Maranhense, ao norte, a Ilha do Maranhão é a principal ilha da costa do estado, sendo ocupada pelos municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa. Ao longo da costa da ilha, variadas paisagens morfológicas podem ser percebidas. Silva (2012, p. 22), destaca que essas paisagens variam entre planícies de maré, praias, dunas ativas e inativas, paleodunas, planícies fluviais.

Situada ao noroeste da Ilha do Maranhão, a área objeto deste estudo a Praia do Bonfim ou Prainha, como é conhecida popularmente, compreende sua faixa litorânea no norte do município de São Luís, capital maranhense. Costa (2016, p. 140) destaca que a Colônia do Bonfim foi uma das construções da era modernizadora na capital. A região do Bonfim, por ser uma região afastada, era utilizada como asilo-colônia para alojar pessoas acometidas pela lepra, visto que, “o acesso a colônia apenas através do mar” (Pinho, 2007, p. 8).

Como a grande maioria das praias do município de São Luís, a Praia do Bonfim também sofreu e vem com alterações de sua paisagem por conta das modificações antrópicas, geradas principalmente pela urbanização da capital. As décadas de 1930 e 1940 foram marcada por obras do processo de urbanização de São Luís. A região Itaqui-Bacanga, da qual a área de estudo faz parte, foi palco de grandes construções em prol do desenvolvimento urbano da cidade de São Luís, destaca-se a construção da Barragem e Aterro do Bacanga.

Conforme Fonseca Neto (2002, p. 64), o então secretário de obras do Estado do Maranhão, Haroldo Tavares, sugeriu a construção de uma ponte para se ter acesso ao Porto do Itaqui, já que a barragem desenvolvida iria causar muitos danos ambientais. Além dos problemas financeiros, “as marés dificultaram o serviço e o rio foi totalmente represado, surgindo um depósito de lama muito fluida, a jusante da barragem”. E para solucionar o problema do depósito de lama, Epitácio Cafeteira, o então Governador da época, propôs o projeto de construção de um Aterro, que foi realizado entre 1986 e 1989 e todo o processo de aterramento daquela área precisou de muito sedimento, sendo constituído principalmente por “areia dragada de bancos próximos, sendo as principais jazidas o banco da Minerva e o fundo do Lago Bacanga” (Fonseca Neto, 2002, p. 79).

Segundo Fonseca Neto (2002, p. 79-80), ainda que toda movimentação das marés e correntes seja responsável pelos bancos de areia e depressões que ocorreram ao longo das margens do rio, causada pela vazante no estuário do Bacanga. Além da granulometria fina, está associada à acomodação das áreas dragadas, tendo sua dispersão. Desta forma, pela proximidade da área de aterro com a Praia do Bonfim (um pouco mais de 1 km), possivelmente ocorreu interação entre essas águas e sedimentos, sendo o aterro do Bacanga, totalmente responsável pela distribuição de sedimentos na área de estudo.

Desde então, a área costeira do Bonfim sofreu diversas modificações, sendo mais frequentada por moradores locais e das adjacências para prática de lazer, pois apesar dos anos, atualmente a praia possui um acesso moderado em relação às principais praias mais visitadas de São Luís. Em 2021, a área da praia do Bonfim começou a passar por um processo de urbanização, que segundo a entrevista ao jornal O Imparcial, o secretário Márcio Jerry relata que “a obra será um atrativo turístico e gerará renda para a população”. Esse processo está pautado no Decreto nº 37.463, de 2 de março de 2022.

A metodologia aplicada compreende o levantamento e análise da bibliografia sobre a temática do escolhida e área estudada, contextualizando a importância do processo histórico da Praia do Bonfim, em relação ao resgate histórico do local, levantamento de imagens e fase de campo. Desta maneira, o estudo discorre sobre as características singulares da região e facilita a visibilidade local.

Com este trabalho, pretende-se salientar o contraste entre o passado e presente da Orla do Bonfim, contribuindo para o conhecimento dos aspectos físicos e sociais da localidade para suprir a lacuna de dados e de informações em face da carência de pesquisa na região de estudo.

Procedimentos Metodológicos

Visando os objetivos deste trabalho, a metodologia aplicada baseia-se nos processos de Ribeiro (2020), se enquadrando como estudo de caso, realizando uma análise qualitativa descritiva da área de estudo.

A abordagem é sistematizada a partir da localização de sua área, partindo para a contextualização de resgate de seu processo histórico. Após, é realizado um levantamento de imagens para análise e discussão referentes aos dados obtidos em campo, evidenciando seus aspectos físicos e a urbanização da referida região. Os procedimentos metodológicos constaram de análise e revisão bibliográfica referente a área de estudo; levantamento de imagens de satélite; fase de campo.

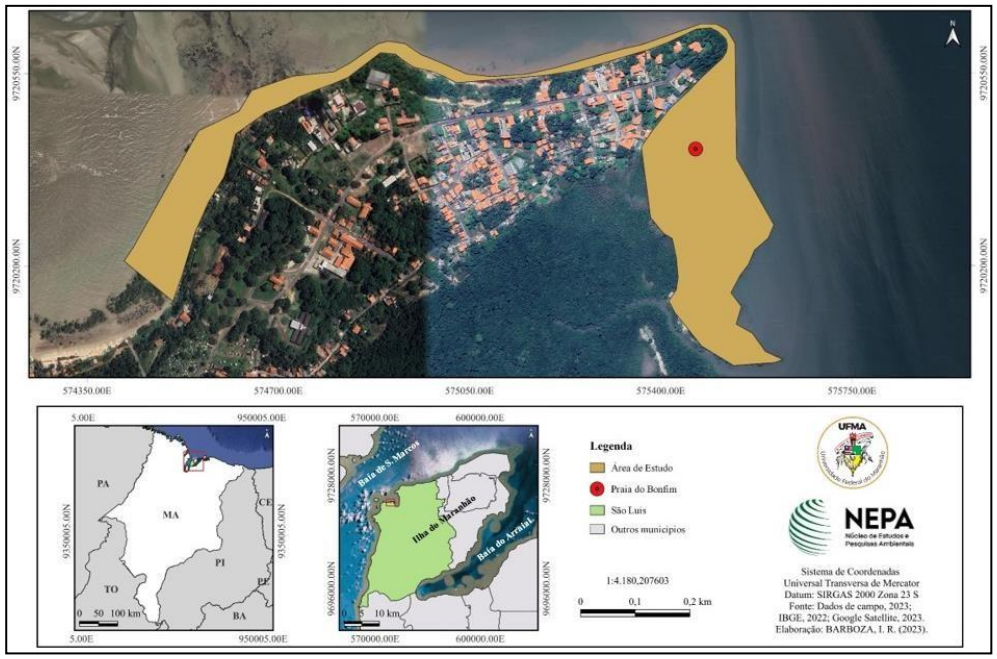
Resultados e Discussão

Área de Estudo

A área de estudo é conhecida popularmente como Prainha ou Praia do Bonfim, é banhada pelo Golfão Maranhense, um “complexo sistema estuarino, de Formação Pleistocênica, que encerra baias, estuários, estreitos, igarapés, enseadas, inúmeras ilhas, uma vasta área de manguezal, falésias, pontais rochosos, praias de areia quartzosas, dunas e paleodunas, planícies de marés, dentre outras” (Santos et al, 2002, p. 1).

A praia fica situada na ponta do Bonfim, a margem esquerda do canal do Bacanga, região do Itaqui-Bacanga, parte periférica do município de São Luís capital do Maranhão, localizada a 2°31'45" de latitude sul e 44°19'16" de longitude oeste (Figura 1). Contando com a área que fica submersa no período da preamar, a Praia do Bonfim possui aproximadamente 1,22 km, apresentando características singulares ao longo de sua zona costeira.

Figura 1 – Localização geográfica da área de estudo.



Fonte – Elaborado pelos autores, 2023.

Processo Histórico

A parcela de trabalhos que abordam o estudo sobre a praia do Bonfim ainda é reduzida, sendo a pauta da maioria das pesquisas referente a temática sobre a Colônia do Bonfim, o antigo leprosário. Isso não significa que o estudo da praia estudada seja menos importante. Sabe-se que as praias apresentam importância cultural, ambiental e econômica,

desempenhando papéis essenciais em relação ao turismo, à biodiversidade costeira, à preservação ambiental e à qualidade de vida das comunidades próximas.

Conhecer a história da praia do Bonfim é fundamental para se compreender a evolução de sua paisagem. A Prainha é conhecida por ter um acesso mediano em relação a chegada a borda para a prática do lazer, sendo mais frequentada pelos moradores da área e de adjacências. Entretanto, para além disso, ela é marcada por um importante marco histórico na Ilha do Maranhão, o leprosário.

Nos anos que sucederam 1900, em São Luís, a população foi atingida por de diversas doenças. “A criação de serviços públicos para o combate às diversas epidemias que assolavam o estado foi característica do período e, entre as moléstias reinantes, a varíola, a febre amarela e a peste bubônica destacavam-se” (Leandro, 2009, p. 435). Outra doença que abateu o estado foi a hanseníase, sendo necessário um local para abrigar e tratar as pessoas nessas condições. Para tanto, em 17 de outubro de 1937 foi inaugurada a Colônia do Bonfim, que

> surgiu como órgão representativo do Governo Federal no combate à lepra no Maranhão demonstrando a preocupação da Saúde Pública. Seu nome derivou-se do fato de estar localizada no Cabo do Bonfim, sendo o Bonfim referenciado como “Cabo fronteiriço à capital do Maranhão, na margem esquerda do rio Bacanga, cercado por um banco de areia, que é coberto inteiramente pela enchente da maré” (Pinho, 2007, p. 7-8).

As pessoas contaminadas com lepra eram encaminhadas para esse local por conta do isolamento da região, era possível chegar à Colônia do Bonfim adentrando o interior da praia (Figura 2). Suas águas foram abrigo de um porto, o porto do Bonfim, que atualmente não foi mantido. “Para chegar à colônia era necessário atravessar o rio de barco ou canoa, até o porto do Bonfim, que já não existe mais” (Pinho, 2007, p. 8).

> O acesso à Colônia do Bonfim se dava por via marítima, sua entrada e saída para a cidade eram o porto de embarque e desembarque, onde hoje fica o bairro Sol Nascente que se formou recentemente com a ocupação de áreas pertencentes ao antigo leprosário (Câmara, 2009, p. 92).

A escolha desse local para implantação da colônia se deu pela sua distância em relação ao centro urbano, ser uma área isolada, sendo o acesso ao leprosário somente por meio de embarcações, constituindo um local “o isolamento de ‘leprosos’ como forma de afastá-los definitivamente do convívio social. Sendo o acesso a colônia apenas através do mar” (Pinho, 2007, p. 8). Dentre as edificações da Colônia do Bonfim, destaca-se um conjunto de residências conjugadas, sendo possível observar, ao fundo, a paisagem da praia do Bonfim (Figura 2), provável área do ancoradouro junto à falésia da praia da Guia.

Figura 2 – Vista da Colônia do Bonfim destacando um conjunto de seis casas conjugadas.

Fonte – Câmara, 2009; Exposição apresentada a Getúlio Vargas pelo interventor federal no Estado do Maranhão, Antônio Martins de Almeida, em 1935, Imprensa Oficial.

Câmara (2009, p. 124) pontua que, somente nos anos de 1980 a Colônia foi desativada, tendo o governo da época concebido uma pensão aos internos que tivessem alta e distribuição de terrenos “aos fundos da Colônia”. Que ocasionou o êxodo dos internos, mas também o povoamento daquela região, começando assim o bairro da Vila Nova. Em entrevista para Câmara (2009, p. 125), João Batista, 48 anos, egresso da colônia do Bonfim relata:

> [...] muitos foram pro interior e voltaram, não conseguiram mais se readaptar no interior; outros, a família não quis mais por lá, voltaram. [...] então, eles foram voltando, e se acumulando aqui na Vila Nova. Então, na época o governo Sarney doou essa área aqui pra que os egressos da Colônia fizessem morada. Eles se organizaram, fizeram a união dos moradores, e surgiu a Vila Nova em 1972 (Câmara, 2009, p. 125).

Na atualidade, a região da praia do Bonfim compreende os bairros do Bonfim e Sol Nascente. Com a construção da Barragem do Bacanga, na década de 1970, as dificuldades de acesso a essa área foram reduzidas, aumentando a ocupação urbana (IBGE, 2016).

A Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Naturais (SEMA), responsável pelo acompanhamento das condições de balneabilidade das praias da Ilha do Maranhão, realiza o monitoramento das mesmas semanalmente, entretanto a praia do Bonfim não entra na lista de praias que possuem esse acompanhamento, não recebendo a mesma atenção e controle da parte do Governo3. Tal condição gera grande incerteza à população sobre a questão da qualidade da água desta região, pois apesar de ser uma praia com o menor número de banhistas em relação as outras praias da cidade, ainda é frequentada por banhistas, principalmente nos fins de semana (Figura 3).

Figura 3 – Registro da Praia do Bonfim durante a baixa-mar.

Fonte – Acervo dos autores, 2023.

A Figura 3 descreve pessoas aproveitando o momento da baixa-mar na Praia do Bonfim para ir para área mais alagada da praia. Ao fundo é possível observar a área verticalizada da cidade, destacando o bairro da Ponta d'Areia. Em 2021, a Praia do Bonfim sofreu um processo de revitalização, embasado no atrativo turística e geração de renda. O processo de urbanização da praia será abordado no tópico – Urbanização da área de estudo.

Aspectos Físicos

De acordo com Feitosa (1980, p. 162), área de estudo engloba o sistema hidrodinâmico formado pelos estuários do Anil e do Bacanga, além da baía de São Marcos. Tais características são responsabilizadas pela movimentação da maior parte dos sedimentos de origem continental e oceânica por meio das correntes e fluxos de maré, além da geração de sedimentos que sofrem erosão por parte da ação antrópica, climática e hidrológica. E por conta da dessa influência hidrológica, sua água apresenta coloração parda.

Na costa do Bonfim, foi identificada a presença de apicuns, mangues, vazas, terraços de abrasão, falésias e paleofalésias com vegetação no topo e interferência antrópica. Para uma melhor explanação de seus aspectos físicos, sua abordagem foi fragmentada nos subtópicos: áreas deposicionais, formação de falésias e áreas de cobertura vegetal.

Relativamente às áreas deposicionais, Ribeiro (2020, p. 63) destaca que, a praia do Bonfim "possui uma topografia plana e um perfil dissipativo com ondas do tipo deslizante, com areia de sedimentos de granulometria fina". Os sedimentos encontrados são constituídos por formação areno-argilosa, que se estende desde a ponta do Bonfim até da Guia, podendo ser encontrado em determinadas partes afloramentos de rochas da série Barreiras4. Conforme Feitosa (1989, p. 11).

> o trecho a oeste da embocadura dos rios Anil e Bacanga é constituído por formação arenosa que se estende desde a ponta do Bonfim até próximo da

> Guia, [...] Entre este igarapé e a ponta do Bonfim, encontra-se uma superfície areno-argilosa descoberta durante a baixa-mar, com blocos areníticos concrecionados, dispersos até a extremidade daquela ponta.

O principal acesso da praia do Bonfim ocorre a presença de vestígios de terraço de abrasão, erodidos da ponta do Bonfim, à esquerda (Figura 4). Além disso, ocorre a dispersão de sedimentos na área da praia por meio de ação pluvial, carreados da parte revitalizada da costa emersa adjacente. Ocorre também, região de vaza com área mista, porção lamosa que possivelmente, se deu por conta do acúmulo de sedimentos ao longo dos anos por conta do processo de aterramento e barragem do Bacanga nas décadas de 1970 e 1980 (Figura 5).

> à terceira fase do aterro foi lançada sobre o material altamente plástico. Consequentemente, o aterro sofreu um abatimento generalizado, que resulta da movimentação do material subjacente em direção ao canal do Bacanga. Esse material por sua vez é movimentado pelas correntes ao longo do canal, o que talvez responda pelo surgimento de novos baixios [...] no estuário do Bacanga. (Fonseca Neto, 2002, p. 79-80).

Figura 4 – Ponta da Bonfim, localizada na praia do Bonfim (material rochoso de base sedimentar da Ilha do Maranhão).

Fonte – Acervo dos autores, 2023.

Figura 5 – A) Vista frontal da área revitalizada da Praia do Bonfim, onde é possível ver sedimentos de construção; B) Porção lamosa na praia do Bonfim, vista no período de baixa-mar.

Fonte – Acervo dos autores, 2023.

Seguindo a leste da Ponta do Bonfim, sua área de vaza apresenta trechos com areia consolidada e cangas lateríticas5, com tons avermelhados e alaranjados, sendo possível observar sua oxidação por conta dos arenitos ferruginosos presentes em sua encosta nas formações das falésias e paleofalésias (Figura 6). “Neste local é possível encontrar um número acentuado de arenitos ferruginosos na faixa da praia, que também protegem sua base e presença de caneluras, decorrente das ondas que escavam sua base” (Ribeiro, 2020, p. 63). (Figura 7).

Figura 6 – Possível formação de “Camboa” (ação antrópica na prática de pesca), é possível observar a cor avermelhada/alaranjada dos sedimentos como indicam as setas.

Fonte – Acervo dos autores, 2023.

Figura 7 – Vestígio de material laterítico.

Fonte – Acervo dos autores, 2023.

Conforme os estudos de Feitosa (1989, p. 30), o tipo de costa presente na Prainha é do tipo – Construcional Eólica, formada por campos de dunas com manchas de deposição do tipo salt-marshes (pântanos salgados ou Marisma tropical), ou seja, lamas terrígenas distribuídas pelas marés e associadas com sal.

A ocorrência de falésias no entorno costeiro do Bonfim são uma das suas características mais marcantes da paisagem da praia. “[...] a área possui falésias com altura de aproximadamente 12 m e escassa vegetação no topo e na face das falésias. (Silva, 2013 apud Ribeiro, 2020, p. 63). Souza; Feitosa; Kux (2011, p. 8) destacam que as falésias encontradas no litoral maranhense são caracterizadas “a partir do solapamento das estruturas sedimentares que originam à formação de barreiras”, nas quais a atuação dos processos erosivos e a dispersão de sedimentos acarretam o recuo da barreira, por conseguinte, o avanço da linha de costa.

Com o processo de intemperismo nas encostas, observar os terraços de abrasão é uma visão constante da paisagem na praia do Bonfim, isso por conta da interação das falésias com os terraços de abrasão, visto que um deriva do outro (Figura 8) “que o terraço de abrasão é proveniente de ação erosiva, num processo combinado de desgaste da falésia e deposição dos materiais na sua base, os quais são retrabalhados pela ação marinha para construir o terraço de construção marinha” (Christofoletti, 1980, apud Ribeiro, 2020, p. 49).

> Estes processos também são relacionados com as ações da onda que escava a base da falésia, formando caneluras-pequenos sulcos ou regos que cortam as rochas, geralmente no sentido do declive da encosta, depositando os detritos no terraço de abrasão, numa primeira fase, sendo depois os materiais arrastados para construir o terraço de construção marinha.

Figura 8 – Falésias ativas e inativas da praia do Bonfim.

Fonte – Acervo dos Autores, 2023.

Com o processo de crescimento demográfico, essa região foi sendo habitada, tendo construções de residências e bares estabelecidas nas encostas das falésias. Essa problemática pode ser observada no decorrer da praia, apresentado construções demolidas

por conta da força da maré e do vento, além da influência pluviométrica no período de chuva da região (Figura 9).

Figura 9 – Falésias e paleofalésias da praia do Bonfim. Na parte superior da falésia inativa é possível observar construções degradas e sujeitas a desabamento.

Fonte – Acervo dos autores, 2023.

Assim como no restante do litoral maranhense, na área de estudo pode-se encontrar áreas com cobertura florística como mangue, apicum, vegetação de restinga e floresta secundária mista. A vegetação em áreas salinas alagadas é uma característica presente na praia do Bonfim.

Pela influência dos canais do Anil e do Bacanga, Feitosa (1989, p. 51) destaca que eles “drenam a zona caracterizada por depósitos de vaza, igarapés e baixadas fluviomarinhas, preenchidas por manguezais”. Por conta da forte influência marinha, a vegetação da região estudada, apresenta em sua linha de costa mangues, que a margeiam, assim como quase toda costa litorânea da Ilha do Maranhão (Figura 10).

Figura 10 – Vista do mangue na praia do Bonfim.

Fonte – Acervo dos autores, 2023.

As áreas marcadas pela presença de mangue na praia do Bonfim não se encontram mais em sua totalidade de preservação, por conta da ação antrópica na construção de residências no entorno da costa do Bonfim, além da revitalização da orla que ocasionou a devastação da restinga presente (Figura 11). Cabe pontuar que, antes da revitalização da orla do Bonfim, a praia apresentava “pequenas dunas frontais com vegetação rasteira como gramíneas e salsa de praia sobre ela”, conforme menciona Ribeiro (2020, p. 63), entretanto, atualmente, esse tipo de vegetação não é mais encontrada, visto sua retirada com as obras ocorridas no ano de 2021.

A área de apicum presente na praia do Bonfim é um ponto a ser destacado, bastante presente ao longo de sua costa. Além disso, ocorre a combinação entre a zona de apicum e o mangue inseridos nos depósitos de terraços de abrasão, uma singularidade da Prainha (Figura 12). Outra particularidade, é a presença de marisma tropical, situada a margem direita, que conforme os anos, apresentou aumento em sua área, principalmente após a revitalização da orla do Bonfim (Figura 13 e 15).

Figura 11 – Imagem de satélite fazendo a comparação entre os anos 2020 C) e 2021 D) na praia do Bonfim destacando a perda do da restinga presente.

Fonte – Google Earth, 2023.

Figura 12 – Ocorrência de mangue na zona de apicum em depósito de terraço de abrasão.

Fonte – Acervo dos autores, 2023.

Figura 13 – Área de marisma tropical na praia do Bonfim.

Fonte – Acervo dos autores, 2023.

Urbanização da área de estudo

Como já discorrido acima, a região da praia do Bonfim, inicialmente se deu por ser residência e hospital para pessoas afetadas pela lepra, mesmo antes da fundação da colônia em 1937, a região já era conhecida por alojar um hospício e abrigar prisioneiros doentes, isso por conta da condição de sua localização, afastada e de difícil acesso do centro urbano, segundo (Pinho, 2007, apud Araújo, 2022 p. 1838).

Pode-se afirmar que, apesar de sua condição isolada, a urbanização nessa região se deu principalmente por meio da influência dos rios Bacanga e Anil. Além disso, as construções (barragem e ponte do Bacanga) da década de 1970/80 foram pontos fundamentais para o crescimento demográfico na região de estudo.

> As zonas às margens direita do rio Anil e esquerda do Bacanga representaram grandes vazios demográficos até o final da década de setenta quando se lhes facilitou o acesso através da construção de pontes sobre o primeiro e da barragem sobre o segundo. Nessas áreas, até àquela época, encontravam-se apenas os povoados do Vinhas e São Francisco à margem do Anil; [...] a vila de São Joaquim do Bacanga e a colônia do Bonfim, à margem do rio Bacanga (Feitosa, 1989, p. 128).

Silva (2012, p. 132) discorre que, esses tipos de construções alterariam não apenas a paisagem, mas também a modificação de sua morfologia, como a “mobilização dos sedimentos e alteração da drenagem, principalmente na construção da barragem sobre o rio Bacanga”. A partir disso, pode-se dizer que esse processo gerou diversas alterações na região da costa submersa da praia do Bonfim presentes até os dias de hoje, sendo possível observar no período de baixa-mar uma grande área lamosa, isso por consequência do aterro do Bacanga (Figura 14).

Figura 14 – Área lamosa na praia do Bonfim, com vista para o centro histórico da cidade e ponte Governador José Sarney, destacando região aterrada no canto direito.

Fonte – Acervo do autor, 2023.

Até o ano de 2020, a praia do Bonfim possuía em sua costa emersa uma zona com vegetação rasteira (Figura 11) e faixa de areia que variava até 15 m na preamar, além disso, a ocorrência de marisma era em pequena quantidade (Figura 15).

Figura 15 – Imagem de satélite destacando o crescimento da área de marisma tropical na praia do Bonfim, comparação entre os anos de 2020 E) e 2022 F).

Fonte – Google Earth, 2023.

A valorização constante das áreas costeiras, alcançou o cenário da praia do Bonfim. Então, em 2021 as obras de urbanização "da orla marítima" desse espaço, foram iniciadas. Segundo o Imparcial (2021), a ordem de serviço foi assinada pelo secretário de Estado das Cidades e Desenvolvimento Urbano, pautada no Decreto nº 37.463, de 2 de março de 2022, "Art. 1º fica declarada de utilidade pública a obra de urbanização da orla marítima da Praia do Bonfim, área do Itaqui-Bacanga, situada na rua Prainha, s/nº, Bonfim, São Luís/MA, composta por serviços de intervenção preventiva e corretiva" (MARANHÃO, 2022).

A obra referida contemplava a construção de “calçadão, quiosques, área de caminhada, praça urbanizada com playground, sistema iluminação em LED, equipamentos de ginástica, quadra poliesportiva e palco para eventos”. Conforme as palavras do secretário, a obra é – “uma expansão urbanística que é também um ativo para o setor turístico, incentivando o lazer, esporte e a geração de trabalho e renda para a população” (Figura 16). Após o processo de revitalização da praia, o número de visitantes aumentou, principalmente aos finais de semana, entretanto, no decorrer da praia não há presença de lixeiras, o que contribui bastante para o acúmulo de resíduos sólidos. Apesar da praia não ser tão frequentada como as principais da ilha, a linha de costa que dá acesso principal apresenta uma quantidade assustadora de lixo, principalmente por sua mistura com a vegetação (Figura 17). Além disso, por conta de sua interação marítima com a baía de São Marcos e os rios Anil e Bacanga, os resíduos vindos de outras regiões se misturam com os produzidos na área de estudo, gerando consequências para todo seu ecossistema e qualidade da água.

Figura 16 – Imagem de satélite comparando a praia do Bonfim antes e depois do processo de urbanização, G) em 2020 antes do início das obras; H) dias atuais 2023.

Fonte – Google Earth, 2023.

A praia do Bonfim, apresenta uma bela vista de sua paisagem natural, visão única da região histórica de São Luís e da região verticalizada composta pelos edifícios, entretanto essa percepção vem sendo modificada pelo excesso de lixo em sua pequena faixa de areia.

Figura 17 – Registros do acúmulo de resíduos sólidos encontrados na praia do Bonfim.

Fonte – Acervo do autor, 2023.

Ocorreu o processo de urbanização da área de estudo, entretanto alguns pontos ainda geram pontos de interrogação ao visitá-la – A falta de depósitos de lixo; A praia não possuir nenhuma proteção legal; Não ocorre o monitoramento da qualidade de água; Apresentar baixos indicadores de segurança. A expansão urbana nas zonas costeiras é antiga e sabe-se que, as praias são ambientes naturalmente frágeis e as modificações antrópicas acarretam diversas problemáticas a todo seu ecossistema. O processo de revitalização na orla do Bonfim gerou atrativos, mas consequentemente aumentou a geração de resíduos sólidos, se acumulando com os que já circulavam com os movimentos da maré. A falta de proteção legal por parte do Governo interligado com as ações antrópicas, fazem com que essa problemática se agrave, causando danos para toda biota do local.

Considerações Finais

Sabe-se sobre a extensão da zona costeira brasileira e paralelamente a isso, as ações do homem ao seu entorno que vêm ocorrendo, principalmente em decorrência da expansão urbana. A ZCEM possui uma ampla diversidade biótica, sendo bastante utilizada em atividades econômicas, especialmente no turismo e lazer. Sendo a zona costeira da Ilha do Maranhão, umas das mais urbanizadas. O desenvolvimento do centro urbano na década de 1970 e 1980 foi crucial na modificação da linha litorânea da cidade de São Luís, consequentemente atingindo a parte noroeste da ilha, região de estudo deste trabalho.

A praia do Bonfim, apesar do seu histórico de difícil acesso, foi uma das primeiras regiões costeiras da ilha a sofrerem o processo de modificações, principalmente com

construções em sua parte elevada depois do encerramento da Colônia do Bonfim. Como citado, o desenvolvimento urbano na capital foi um marco fundamental para o crescimento populacional dessa região, interligado a interação dos rios Anil e Bacanga. Entretanto, cabe ressaltar que a expansão demográfica que ocorreu nesse espaço, apresenta caráter de segregação no andamento de sua ocupação, isso devido a toda sua localização e construção histórica. Apesar do processo de revitalização ocorrido recentemente na praia do Bonfim, a praia ainda apresenta muitas problemáticas, principalmente relacionadas a quantidade de resíduos sólidos em sua linha litorânea. Além disso, diferente das outras praias da Ilha do Maranhão, que a grande maioria é apoiada legalmente por parte do Governos, a Prainha não possui amparo legal, deixando-a à mercê e descuidada ambientalmente. Por conta de sua localização situada em área periférica, falta de infraestrutura, acessibilidade e segurança, a praia do Bonfim acaba tendo pouca visibilidade por parte do poder público e banhistas.

Os processos metodológicos desenvolvidos ao longo da pesquisa como os dados do campo, destacaram a rica biodiversidade da praia do Bonfim, que vem sofrendo degradação em virtude da ação do homem, a pesquisa bibliográfica a respeito da história deste local, detalha como está totalmente atrelada com sua praia, não devendo ser esquecida. E o a comparações feitas com o imageamento através das imagens de satélite, evidenciam as mudanças no local. A partir do exposto, vê-se a necessidade de intervenção por parte de ordem pública, que seu olhar seja para além da revitalização feita no local, que o amparo seja para além da conservação com as construções materiais. Portanto, vê-se necessário a aplicação de programas voltados à Educação Ambiental e consciência ecológica na comunidade; Suportes como lixeiras e instruções educacionais ao longo da orla sobre resíduos sólidos aos turistas.

Referências

ARAÚJO, N. V. C. de. Memórias da Colônia do Bonfim: um olhar sobre o espaço e seus significados. In: XIV COLÓQUIO NACIONAL – VII INTERNACIONAL do Museu Pedagógico da UESB. XII SEMINÁRIO NACIONAL – II INTERNACIONAL do Grupo de Estudos e Pesquisas HISTEDBR/UNICAMP, Campinas: HISTEDBR, 2022. p. 1835-1839.

BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE. Hanseníase. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/hanseniase-9/. Acesso em: 06 de ago. 2023.

CÂMARA, C. S. O COMEÇO E O FIM DO MUNDO: estigmatização e exclusão social de internos da colônia do Bonfim. 2009. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2009.

COSTA, M. L. O projeto de modernização de São Luís nos anos Paulo Ramos (1936-1945). 2016. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em História Social) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2016.

FEITOSA, A. C. Evolução Morfogenética do litoral norte do Maranhão. 1989. 196 f. Dissertação (Mestre em Geografia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 1989.

FONSECA NETO, H. da. Potencial de Integração de uma área periférica ao centro histórico: o caso do Aterro do Bacanga em São Luís – MA. 2002. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2002.

GEOCIÊNCIAS. Canga. Disponível em: https://didatico.igc.usp.br/rochas/sedimentares/canga/. Acesso em:

IBGE. Biblioteca. Disponível em: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv55263.pdf. Acesso em: 11 de jul. 2023.

IBGE. Biblioteca. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=434952&view=detalhes. Acesso em:

IBGE. Municípios defrontantes com o mar. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/24072-municipios-defrontantes-com-o-mar.html. Acesso em: 11 de jul. 2023.

LEANDRO, J. A. A hanseníase no Maranhão na década de 1930: rumo à Colônia do Bonfim. História, Ciências e Saúde – Manguinhos, v. 16, n. 2, p. 433-447, 2009.

MMA. Panorama de Erosão Costeira no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. In: MUEHE, Dieter (Org.) Departamento de Gestão Ambiental Territorial. Brasília: MMA, 2018. p. 167-239.

O IMPARCIAL. Ordem de Serviço para urbanização da Praia do Bonfim é assinada. Disponível em: https://oimparcial.com.br/cidades/2021/06/ordem-de-servico-para-urbanizacao-da-praia-do-bonfim-e-assinada/. Acesso em: 12 de jul. 2023.

PINHO, A. M. S. M. Colônia do Bonfim no passado, hoje hospital Aquiles Lisboa: 69 anos de história a ser recuperada e preservada. Projeto Acervo: Informações hospitais colônias, p. 1-12, 2007.

RIBEIRO, N. R. Análise dos serviços da geodiversidade do litoral norte do município de São Luís-MA, Brasil. 2020. Dissertação (Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2020.

SANTOS, J. H. S. dos. et al. Características geológicas e geomorfológicas da Baia de São Marcos, Golfão Maranhense-MA.. In: IV Simpósio Nacional de Geomorfologia, 2004, São Luís-MA. Geomorfologia: interfaces, aplicações e perspectivas, 2002. v. 2. p. 1-7.

SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS NATURAIS. Laudos de Balneabilidade. Disponível em: https://www.sema.ma.gov.br/laudos-de-balneabilidade. Acesso em: 12 de jul. 2023.

SILVA, Q. D. da. Mapeamento geomorfológico da Ilha do Maranhão. 2012. 251 f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2012.

SOUZA, U. D. V.; FEITOSA, A. C.; KUX, H. J. H. Modelagem do relevo na zona costeira ocidental do Estado do Maranhão, Brasil. Revista Geografica de America Central, v. 2, p. 1-12, 2011.

Geodiversidade do Município de Picuí – Paraíba

Geodiversity of the Municipality of Picuí - Paraíba

Marcella Kamilly Araújo Santos
Universidade Estadual da Paraíba
0009-0006-2481-7113
kamillymarcella9@gmail.com

Gabriela Sucupira Gomes da Costa
Universidade Estadual da Paraíba
0009-0002-2675-8277
gabrielasgcosta@hotmail.com

Rafael Albuquerque Xavier
Universidade Estadual da Paraíba
0000-0002-1737-7547
rafaelxavier@servidor.uepb.edu.br

Resumo: Picuí está localizado dentro da mesorregião da Borborema e na região imediata Cuité-Nova Floresta. O objetivo deste estudo foi realizar uma análise da geodiversidade do município de Picuí-PB. Para tanto, foram realizadas 3 etapas metodológicas: revisão bibliográfica sobre o tema; realização de um trabalho de campo; e análise de todos dados coletados em campo. Foram selecionadas 2 áreas: a Serra do Pedro e o Saco do Inferninho. A Serra do Pedro está situada no sítio arqueológico Cachoeira do Pedro, zona rural de Picuí a aproximadamente 5 km da cidade. O Saco do Inferninho está localizado na zona rural de Picuí, no sítio Barra do Cipó. Trata-se de um Plug composto por fragmentos de basalto desde o topo até a base, resultado de uma possível explosão. Picuí apresenta singular geodiversidade, contando em seu território com os três tipos de rochas, o que o confere uma grande diversidade de geoformas.

Palavras-chave: Geodiversidade, Geoturismo, Picuí

Abstract: Picuí is located within the Borborema mesoregion and in the immediate Cuité-Nova Floresta region. The aim of this study was to analyze the geodiversity of the municipality of Picuí-PB. To this end, three methodological stages were carried out: a literature review on the subject; fieldwork; and analysis of all the data collected in the field. Two areas were selected: Serra do Pedro and Saco do Inferninho. Serra do Pedro is located at the Cachoeira do Pedro archaeological site, in the rural area of Picuí, approximately 5 km from the city. Saco do Inferninho is located in the rural area of Picuí, on the Barra do Cipó site. It is a plug made up of basalt fragments from the top to the bottom, the result of a possible explosion. Picuí has a unique geodiversity, with all three types of rock in its territory, giving it a great diversity of geoforms.

Keywords: Geodiversity, Geotourism, Picuí.

Introdução

A geodiversidade é um conceito que surgiu em meados de 1990 em alguns artigos australianos. Após isso ele foi conceituado por vários estudiosos, dentre eles, Gray (2004), onde o mesmo definiu geodiversidade como um conjunto de aspectos geológicos, pedológicos, geomorfológicos e hidrológicos que irão compor um território. No que se refere ao turismo de natureza, o geoturismo é uma área do turismo que vem ganhando força a cada dia, ele é entendido porHose (1995, p.17) como a “Provisão de serviços e facilidades interpretativas no sentido depossibilitar aos turistas a compreensão e aquisição de

conhecimentos de um sítiogeológico e geomorfológico ao invés da simples apreciação estética".

Para Brilha (2005),

> O ato de proteger e conservar algo justifica- se porque lhe é atribuído algum valor, seja ele econômico, cultural, sentimental, ou outro. A fim de fundamentar a necessidade de conservação da geodiversidade, diversos autores têm tentado evidenciar os seus valor e interesse.

Diante do exposto, a questão que nortea este trabalho é: Qual a importância de saber a geodiversidade da cidade e o seu potencial turístico e como preservar essas localidades?

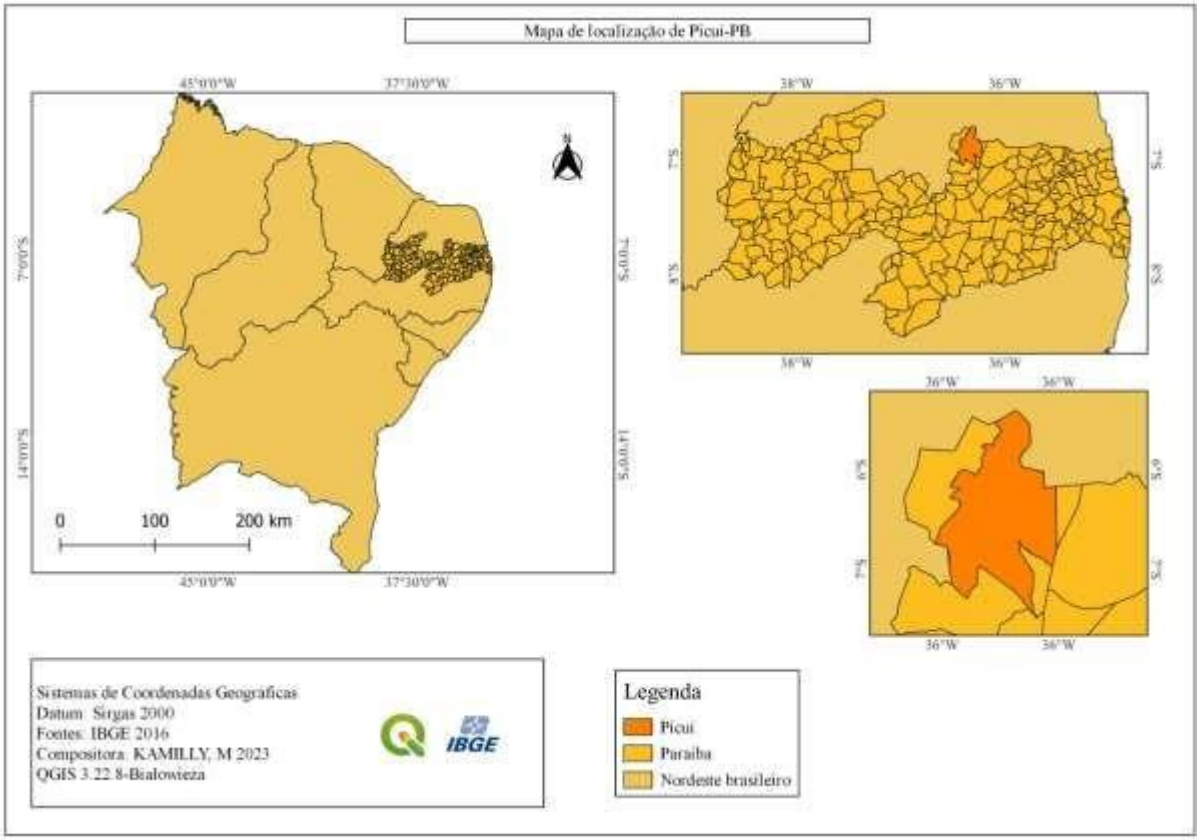
O seguinte trabalho tem como objetivo principal realizar uma análise acerca da geodiversidade e do patrimônio geomorfológico do município de Picuí-PB, em função de que é de extrema importância saber esses valores sobre a paisagem para assim ser usufruindo tanto para fins acadêmicos quanto para o turismo da população.

Metodologia

A realização desse projeto foi feita através de etapas, sendo ao todo três. Essas etapas consistem em revisão bibliográfica, ida ao campo e por final uma análise de todos dados coletados em campo. Nessa 1° etapa foi efetuada uma seleção dos livros, artigos e trabalhos científicos, que ofertariam um suporte teórico sobre o tema, essa etapa possui total relevância pois é através dela que conseguimos compreender os conceitos e durante o campo identificar eles na paisagem. Na 2° etapa foi definida as áreas que seriam trabalhadas e foi realizada a ida a campo em cada uma delas, realizando uma descrição da área, um acompanhamento no gps para saber as coordenadas do local e os percursos da ida até os pontos. Na 3° etapa foram postos os dados coletados na etapa anterior e realizada uma avaliação do patrimônio geomorfológico observando os seus valores culturais, científicos e ecológicos. Para este trabalho foram selecionadas 2 áreas do município: Serra do Pedro e o Saco do Inferninho.

Caracterização do campo de estudo

Figura 1 – Mapa de Localização de Picuí (PB).



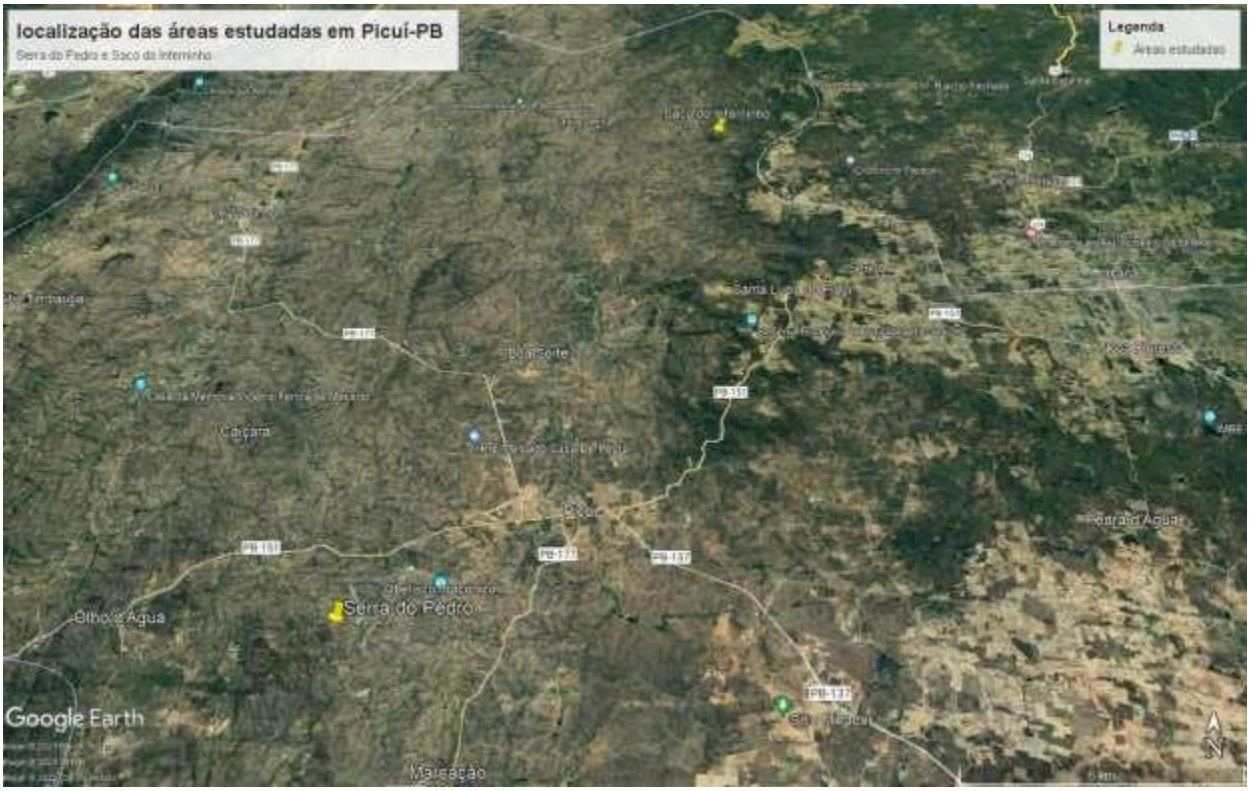
Fonte: IBGE (2016).

Com uma área territorial de 667,714 Km² (IBGE, 2022), Picuí é um município do estado da paraíba que está localizado dentro da mesorregião da Borborema e na microrregião do Seridó Oriental Paraibano. O município se localiza, geologicamente, na Província Borborema (PB), província essa que possui um agrupamento de faixas dobradas e núcleos do embasamento cristalino (Silva et.al, 2010, p.63). Litologicamente, ele está inserido no Grupo Seridó (formado pelas formações Seridó, Equador e Jucurutu), Magmatismo Básico (Basalto Macau), Coberturas Continentais (Formação Serra dos Martins).

O município de Picuí está localizado na Mesorregião da Borborema e Microrregião do Seridó Oriental do Estado da Paraíba (Mapa 1), limitando-se ao leste com os municípios de Cuité e Nova Floresta; ao oeste com o município de Frei Martinho e o Estado do Rio Grande do Norte; ao norte também com o Estado do Rio Grande do Norte; e ao sul com os municípios de Baraúna, Nova Palmeira e Pedra Lavrada.

Resultados

Figura 2 – Localização das áreas analisadas em Picuí (PB).



Fonte: Google Earth (2023).

A Serra do Pedro está situada no sitio arqueológico denominado de Cachoeira do Pedro, na zona rural de Picuí. Ele está localizado entre as coordenadas 6°32'32.72 latitude sul e 36°23'47.33 longitude oeste. O acesso a ela se dá pela PB-151, sentido Picuí-Carnaúba dos Dantas (RN), a aproximadamente 5 km do município de Picuí. A trilha até a Serra se inicia na propriedade e caminha até o topo da serra. Esta formação rochosa está situada na Formação Seridó, formada de micaxistos, granada micaxistose porções de tremolita-talcoxisto de granulação fina e coloração cinza escura (CPRM, 2018).

Figura 3 – Vista do Alto da Serra do Pedro.

Fonte: Marcella Kamilly (2023).

Figura 4 - Serra do Pedro.

Fonte: Marcella Kamilly (2023).

O Saco do Inferninho está localizado na zona rural de Picuí, no sitio Barra do Cipó. Entre as coordenadas 6°21'42.11 latitude sul e 36°18'40.34 longitude Oeste. O acesso ao

geossítio é realizado com início partindo do município com sentido ao norte e percorre algumas propriedades rurais, o percurso é um pouco complexo, visto que a estrada até certo ponto é muito estreita e em períodos de chuva a mata fica fechada e possui trechos com erosões pouco profundas. O plug apresenta formato semicircular, com cerca de 430 m2 de área, 150 metros de altura, e sua formação foi relacionada ao Magmatismo Macau (BARROS et al., 2020).

Figura 5 – Alto do Saco do Inferninho.

Fonte: Marcella Kamilly (2023).

Figura 6 – Saco do Inferninho.

Fonte: Marcella Kamilly (2023).

Figura 7 - Rochas de basalto que compõe o Saco do Inferninho.

Fonte: Marcella Kamilly (2023).

É interessante que o trajeto seja feio de motocicleta e a partir de um trecho é recomendável que seja feito a pé até chegar ao pé do plug. Esse Plug composto com fragmento de basalto, desde o topo até o inicio do plug ele possui esses fragmentos, resultado de uma possível explosão a muitos anos atrás.

Considerações Finais

Ao analisar os resultados dessa pesquisa observa-se que o município de Picuí na Paraíba apresenta um potencial geológico condizente para incentivo a prática do turismo de natureza. A conservação dos locais de interesse para o geoturístico é considerado crucial, pois, irá contribuir para efetivação de ações necessárias para a sua manutenção, como também entusiasmar o turismo local ampliando o conhecimento no sentido de identificar e conservar os patrimônios geomorfológicos e geológicos.

Certifica-se nessa pesquisa, a necessidade de desenvolver medidas de proteção aos elementos da geodiversidade, uma vez que, deve ser assegurada uma significativa importância para o viés científico, cultural, econômico, turístico e educativo.

Referências

BRILHA, José. Património Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua Vertente Geológica. Braga: Palimage, 2005.

Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/picui.html. Acesso em: 10 de agosto de 2023.

GRAY, M. Geodiversity — Valuing and Conserving Abiotic Nature. New York:John Wiley and Sons, 2004.

HOSE, T. A. Selling the Story of Britain's Stone. Environmental Interpretation. v.10,n.2, p. 16-17. 1995.

SOUZA, D. Geodiversidade e Patrimônio geológico: Uma proposta paraimplantação de geossítios no município de Picuí-PB. 25p. Monografia.Universidade federal da paraíba, João Pessoa, 2016.

RIGEO-CPRM. Carta geológica-geofísica: folha SB.24-Z-B-VI Picuí. 2018. SILVA, Sebastião Milton P. da; CRÓSTA, Alvaro P.; FERREIRA, Francisco J. F.; BEURLEN, Hartmurt; SILVA, Adalene M.; SILVA, Marcelo R. R. Identificação Gamaespectrométrica de Placeres Rutilo-Monazíticos Neoproterozóicos no Sul da Faixa Seridó, Nordeste do Brasil. RBGF: Revista Brasileira de Geofísica, São Paulo, SP, vol. 28 (1), no 1, p. 61-77, jan./mar. 2010.

Climatologia Descritiva e Interação com o Relevo no Município de Santa Luzia-PB

Descriptive Climatology and Interaction with the Relief in The Municipality of Santa Luzia-PB

Damião Ferreira Júnior
Universidade Federal de Campina Grande
http://orcid.org/0009-0009-8539-2894
damiaoferreirajunior@gmail.com

Ailson de Lima Marques
Universidade Federal da Paraíba
http://orcid.org/0000-0002-6838-275X
marques.ailsonl@gmail.com

Bianca Feliciano de Melo
Universidade Federal de Campina Grande
http://orcid.org/0000-0002-3916-9597
bianca.feliciano@estudante.ufcg.edu.br

Eva Maria Pereira Francisco
Universidade Federal de Campina Grande
http://orcid.org/0000-0002-2804-1053
evamariaufcg@gmail.com

Italo Monteiro de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande
http://orcid.org/0009-0005-8014-1042
italo.monteiro@estudante.ufcg.edu.br

Resumo: O clima do Nordeste brasileiro possui divisões em úmido e seco proveniente da sua localização geográfica que sofrem influências externas de fenômenos globais; o presente trabalho tem por objetivo compreender a climatologia descritiva e interação com o relevo no município de Santa Luzia-PB a partir variabilidade climática entre os anos de 1911 a 2022. Para isso, foi realizado levantamento bibliográfico, coleta de dados fornecidos pela AESA e a SUDENE dos anos citados, elaboração de mapas hipsométricos e tabelas pelo Office Excel para gerar gráficos; os resultados obtidos constatam que existem uma variabilidade climática no município influenciado pelos fatores climáticos de macro escala El Niño Oscilação Sul (ENOS), temperatura da superfície do mar (TSM) e a zona de convergência intertropical (ZCIT) colocado por Ferreira etl al (2017). Dessa forma, concluímos que as médias de precipitação são alteradas em decorrência da interação entre os fatores climáticos citados anteriormente.

Palavras-chave: Clima; Nordeste; Precipitação; Semiárido.

Abstract: The climate of the Brazilian Northeast has wet and dry divisions from its geographical location that suffer external influences from global phenomena; the present work aims to understand the descriptive climatology and interaction with the relief in the municipality of Santa Luzia-PB from climatic variability between the years 1911 to 2022. For this, a bibliographic survey was carried out, data collection provided by AESA and SUDENE of the years cited, elaboration of hypsometric maps and tables by Office Excel to generate graphs; the results obtained verify that there is a climatic variability in the municipality influenced by the climatic factors of the macro scale El Niño Southern Oscillation (ENOS), sea surface temperature (TSM) and Thus, we conclude that the average precipitation averages are changed as a result of the interaction between the climatic factors mentioned above.

Keywords: Climate; Northeast; Precipitation; Semi-arid.

Introdução

O Brasil possui cinco regiões definidas como Norte, Nordeste, Sudeste, Centro Oeste e Sul, as quais possuem características físicas e culturais distintas. A região Nordeste, segundo Jatobbá (2019), está situada na faixa tropical Sul onde características climáticas da região segundo a classificação de Köppen e de Thornthwaite (1948), possui um clima Tropical Quente e Úmido (As) e o Clima Tropical Quente e Seco (Bhs) em sua extensão territorial.

Estes climas recebem influência de fenômenos de macroescala da atmosfera terrestre, sendo esses mecanismos são os ENOS (El Niño Oscilação Sul e La Niña), os quais derivam- se das alterações na temperatura da superfície do mar (TSM) do Pacifico Tropical, que, segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), influenciam na estação chuvosa no Norte do Nordeste, quando ocorre o aquecimento da temperatura da superfície do mar (TSM) do pacífico contribuindo para os longos períodos de estiagens. A região também é influênciada pela Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), a qual em conjunto com o Dípolo do Atlântico, segundo Ferreira et al, (2017), interferem na dinâmica climática nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril. Em relação a mesoescala, as massas de ar Equatorial Continental (MEC), vindas da Amazônia, interferem diretamente na extensão semiárida do Nordeste Brasileiro (NEB).

O relevo é um fator que interfere diretamente no clima do Nordeste, pois este apresenta- se como planaltos escarpados, ou suave ondulado como coloca Maia, Bezerra e Maia- Claudino (2010), com formações no Cretáceo inferior (CORRÊA et al, 2010), descrevem da formação do Planalto da Borborema e a Depressão Sertaneja. O NEB possui no geral formações de soerguimentos de formação cristalina, as quais são formadas de rochas magmáticas e metamórficas, com composição básica de quartzo, micas e o feldspato, segundo Jatobá (2019). Essas formações passaram por processos erosivos, decorrentes de ciclos climáticos das eras geológicas, que formaram as depressões do Litorâneas e do Sertaneja.

As relações de clima, relevo e geologia geram solos os quais são possibilitados de obter diversos tipos de vegetação. O Nordeste brasileiro possui tipos de solos que são produtos dos agentes físicos, no qual o clima é o agente de maior impacto, que segundo Francisco et al (2015), baseados nos estudos de Köppen-Geiger (1966), com os estudos de classificação climáticas e a teoria de Thornthwaite e Mather (1955) de áreas áridas e semiáridas, analisam as regiões características, principalmente do clima Bsh, como a maior parte da região.

O Nordeste possui extensa área de Semiárido, com média anual de 250 a 800 mm de precipitação (BRASIL, 2017), entretanto podendo chegar à 1000mm de chuvas dentro de anos anômalos. Segundo a Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) e

a ODNE na Nova Delimitação do Semiárido (2017) o Nordeste possui cerca de 1.128.697 quilômetros quadrados de área semiárida, onde todos os estados nordestinos possuem faixas com esta característica; a Paraíba possui cerca de 194 municípios dentro desse polígono, somando 51.306 quilômetros quadrados de área semiárida

O estado da Paraiba é subdividido em seis mesorregiões, as quais, segundo Francisco et al (2017) dispõe de variabilidade climática, que possui interferência na topografia. As áreas Semiáridas apresentam a irregularidade pluvial, índices de semiaridez e condições de evapotranspiração elevadas. Estas áreas estão presentes no Polígono das Secas que, para Troleis e Silva (2018), se trata de um território que busca contribuir politicamente para o convívio com estas variabilidades climáticas.

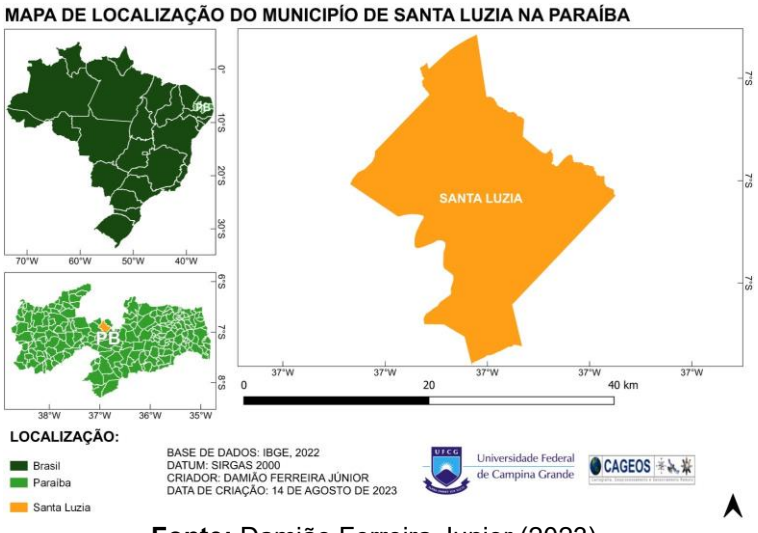
A partir das afirmativas colocadas anteriormente, o presente artigo, busca compreender a climatologia descritiva e interação com o relevo no município de Santa Luzia-PB a partir variabilidade pluviométrica entre 1911 e 2022.

Materiais e Métodos

Recorte geográfico

O município de Santa Luzia se localiza na Região Imediata e Intermediária de Patos no Sertão paraibano mais precisamente na porção central do estado, ao sul da divisa com o Rio Grande do Norte (Figura 01); possuindo cerca de 15 mil habitantes em seu território (IBGE, 2018). Em critérios físicos e geográficos, o município possui Clima Tropical Quente e Seco segundo os estudos de Francisco et al (2016), sendo classificado por Köppen como Bsh; por fazer parte da região Semiárida, apresentação uma média pluviométrica de oitocentos (800) milímetros ao ano.

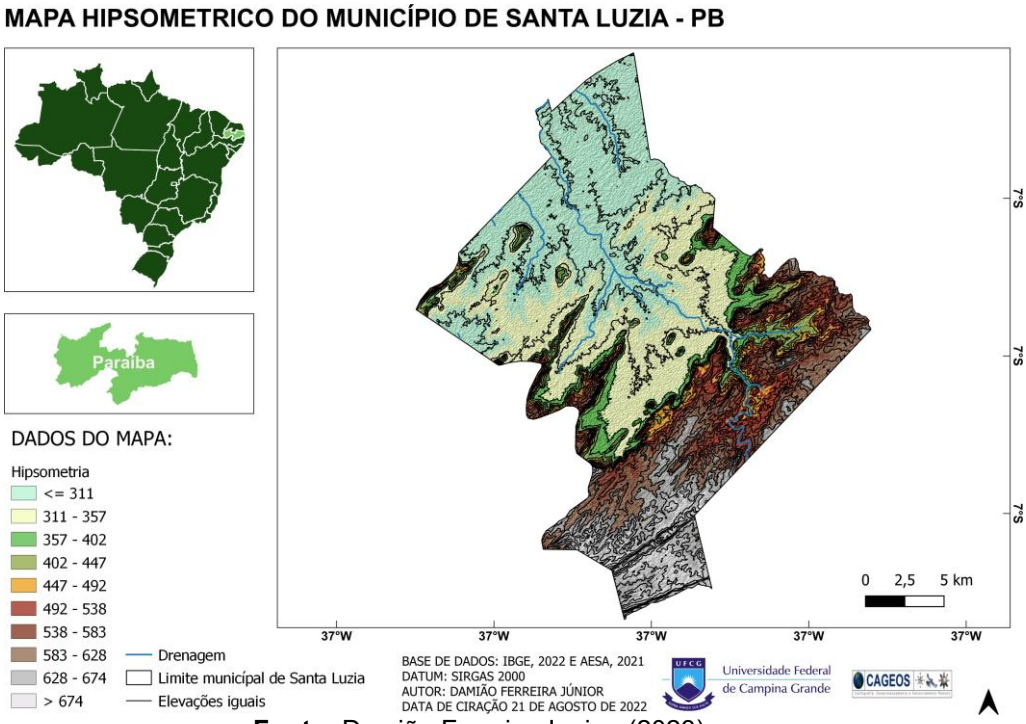
Figura 1: Mapa da localização do município de Santa Luzia-PB.



Fonte: Damião Ferreira Junior (2023).

A morfologia do município corresponde a Depressão Sertaneja com uma pequena parte de seu território sobre o Planalto da Borborema que, segundo Ross (2014), faz parte das superfícies de erosão com presença de inselbergs e com faixas aplanadas ao longos das eras; a partir dessas características de geomorfologia a drenagem da cidade é endorreica e suas águas escoem em direção ao Rio Grande do Norte (Figura 2).

Figura 2: Mapa da hipsométrico do município de Santa Luzia-PB



Fonte: Damião Ferreira Junior. (2023).

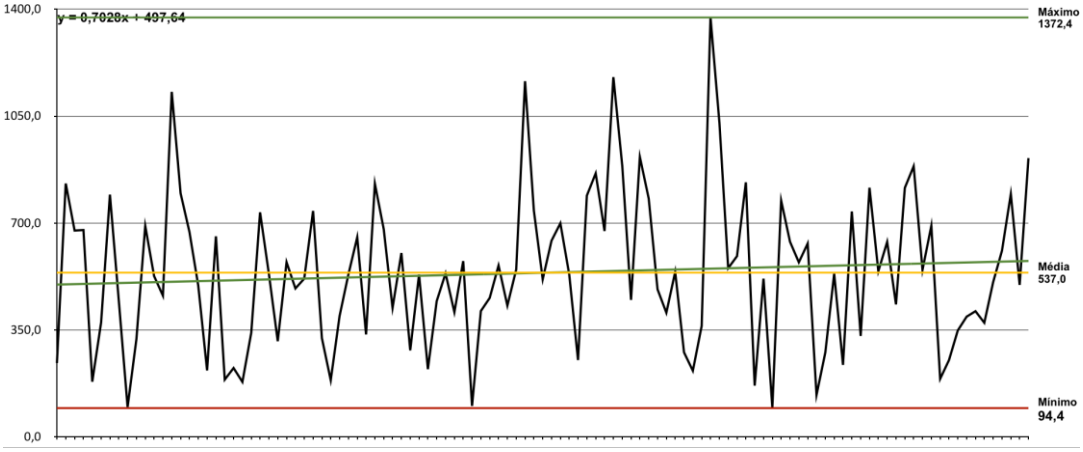
Dados utilizados na pesquisa para a variabilidade climática

O Semiárido possui uma variabilidade climática bastante acentuada com diferenças significantes de precipitação entre as estações secas e chuvosas. Para realizar a análise sobre o clima e as precipitações em Santa Luzia foram coletados dados referentes aos anos de 1911 até 2022, com a precipitação anual e sua distribuição durante os meses do ano. Os dados utilizados foram cedidos pela Agência Executiva de Gestão de Águas (AESA) e pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) . Os dados foram divididos anual e mensalmente para gerar gráficos para uma análise posterior das variações entre os anos supracitados. Para elaboração dos mapas de relevo e políticos foi utilizado o Qgiz 2.18, versão gratuita, utilizando dados raster e vetoriais cedidos pela AESA e pelo IBGE.

Resultados e Discussões

Os dados pluviométricos trabalhados são do recorte temporal de 1911 a 2022 do somatório de precipitações anuais do município de Santa Luzia resultando em cento e nove (109) anos de informações sobre as precipitações do município paraibano (Figura 3); foi registrado que existe uma variabilidade climática principalmente levando em consideração por períodos decadal.

Figura 3: média pluviométrica dos anos de 1911 até 2022 do município se Santa Luzia - PB

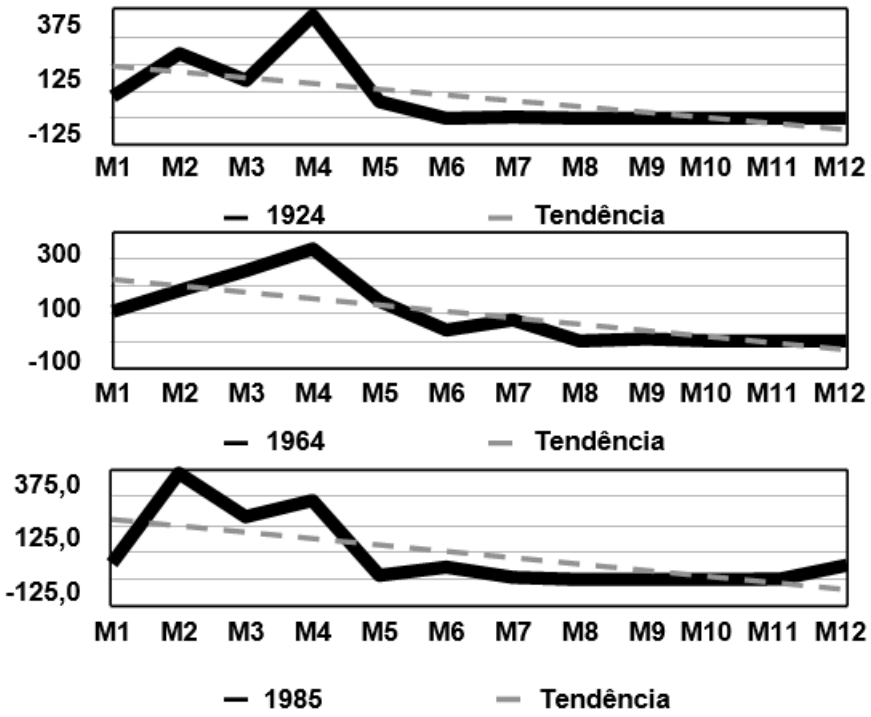


Fonte: AESA E SUDENE.

Na série histórica as precipitações que ocorrerem apresenta peculiaridades no sentido de existir anos de máximas pluviométricas ocorridas nos anos de 1912, 1925, 1947, 1971, 1972, 1975, 1977, 1989, 1994, 2004, 2008, 2009 e 2022 com mais de 800 milímetros. As média pluviométricas alcançaram Normal climatológica esperada para o Semiárido usando o método de delimitação Thornthwaite e Mather (1955) para a demarcação do polígono das secas (BRASIL, 2017). Estes anos possuem no geral de 10 à 25 anos de diferença em cada ocorrência. A linha de tendência desse período, foi significativa de y = 0,7028x com media de 497,61. Posterior a normalização pluviométrica, ocorreu um aumento nas precipitações, mesmo os primeiros anos do séculos XXI, e com períodos de estiagem maiores.

Os anos com precipitações extremamente acima da média regional no período estudando são os anos de 1924, 1964, 1974, 1985 e 1986 (Figura 4 A, B, C e D) com até 1,400 mm, sendo eles relacionados a ocorrência do mecanismo de macroescala La-Niña que aumentam, assim, a intensidade das chuvas ocorridas na região Setentrional do Nordeste Backer, (2013), Wanderley et al, (2018). Como pode ser comprovado pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) – National Climatic Data Center (NCDC), 2019).

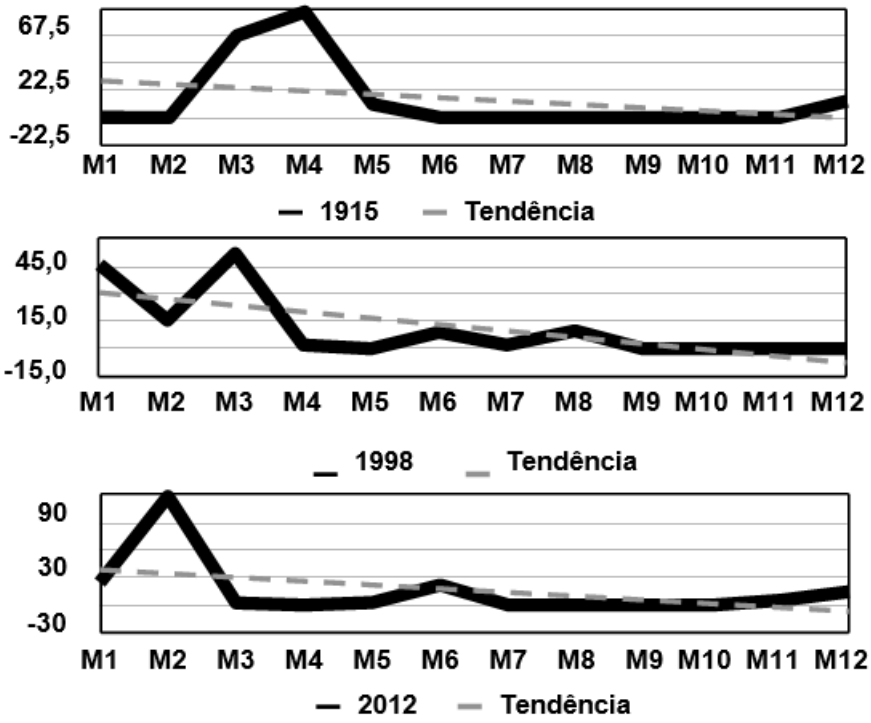
Figura 4: Distribuição da precipitação acima de 1000 mm com influência da La Niña.



Fonte: AESA, 2022.

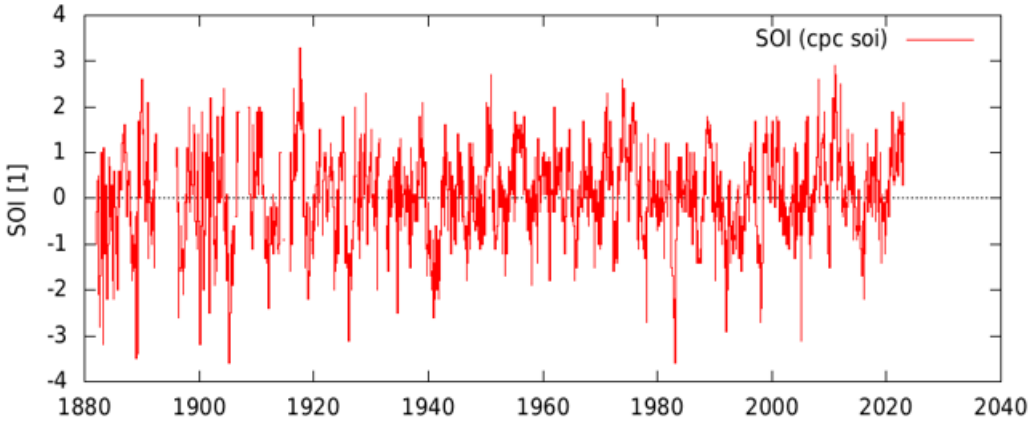
Entretanto, contrapondo os anos mais chuvosos estão 1915, 1919, 1930, 1932, 1942, 1958, 1990, 1993, 1998, 2012 e 2013 que passaram por longos períodos de estiagem, nesses anos as precipitações anuais não ultrapassaram a média de 280 mm (mínima pluviométrica que caracteriza uma área semiárida), essa baixa na precipitação da média foi influência pelo ENOS-El Niño (SENA et al, 2017) (Figura 6); os anos de destaques destas variabilidade climatica são os de: 1915, 1998 e 2012, com, respectivamente, 180,1 mm, 136,4 mm e 189,5 mm (Figura 5 A, B e C).

Figura 5: Distribuição da precipitação menos de 250 mm com influência do El Niño.



Fonte: AESA, 2022.

Figura 6: Indice de Oscilação Sul (SOI)-(ENOS)–1882 até o Prsente.Periodos de El-Niño (--) e La Niña (--).

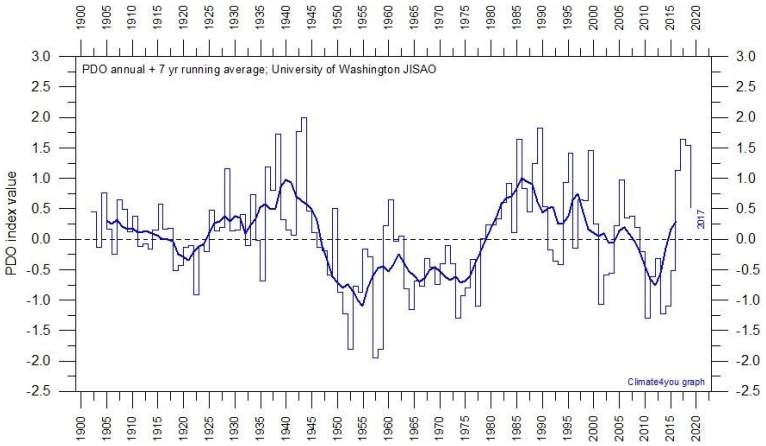


Fonte: National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) – National Climatic Data Center (NCDC), 2019.

A Oscilação Decadal do Pacífico (PDO) (Figura 7) atuou de forma negativa sobre o município gerando precipitações acima da média no ano de 2004, causando alguns pontos de alagamentos ao longo do perímetro urbano da cidade (Figura 8), principalmente pelo fato de ter atuado positivamente durante os anos anteriores. As precipitações neste anos se

concentraram, sobretudo, no mês de Janeiro, sendo distribuídas as demais médias ao longo dos próximos 4 meses da estação chuvosa.

Figura 7: Oscilação Decadal do Pacifico (PDO).



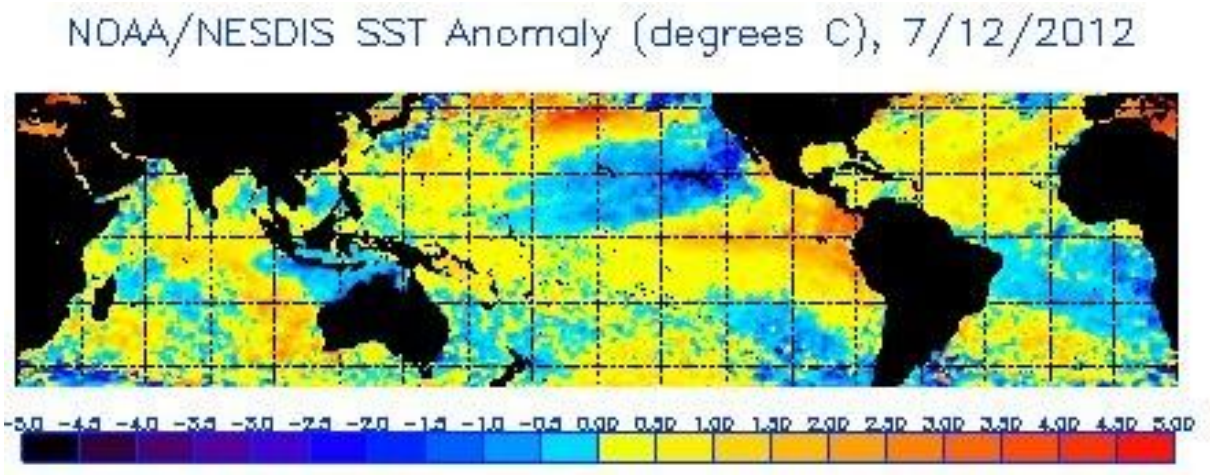
Fonte: Climate4you.com – Ole Humlum – Professor, University of Oslo Department of Geosciences, 2019.

Figura 8: A cidade de Santa Luzia alagada após as chuvas de 2004.

Fonte: Otiniel Junior, 2004.

As osciliações positivas do PDO gerou no munícipio menores médias precipitações pelo fato da Superfície do Pacifico Tropical está mais quente (Figura 9), causando um período de estiagem de aproximadamente 11 meses com uma média anual de 171 mm no ano de 2012 (Figura 10). Esse longo período de estiagem junto com a falta de políticas públicas trouxe problemas para a população, pois a distribuição de água ficou afetado.

Figura 9: Mapa das anomalias temperatura global da superfície do mar NOAA - Serviço Nacional de Meteorologia NOAA / NESDIS, A: ano 07 de dezembro 2012, referente ao período de estiagem El Niño.



Fonte: UNISYS Current Sea Surface Temperature Anomaly Plot, 2023.

Figura 10: Santa Luzia durante a estiagem de 2012.

Fonte: Silva, 2012.

Conclusão

A partir dos estudos realizados no presente trabalho, conclui-se que existe uma considerável variabilidade pluviométrica no clima do município de Santa Luzia-PB intensificados no recorte temporal analisado de 1911a 2022 proveniente das alterações da Temperatura da Superfície do Mar (STM), ENOS (El Niño e La Niña), do Dípolo do Antlântico, das influências da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), das Massas Equatorial Continental e Atlântica (MEC e MEA). Por conseguinte, as média de precipitação são

alteradas em decorrência da interação entre os fatores climáticos citados anteriormente, os quais ocasionaram chuvas mais intensas e acima da média ou muito abaixo do normal.

Por está a barlavento do Planalto da Borborema também influência na baixa precipitação, pois o relevo atua como uma barreira natural que impede que massas de ares úmidas adentrem o continente e haja a precipitação.

Vale salientar que a partir do trato dos dados analisados no período estudado percebeu- se uma variável ocorrência de precipitação acima da média em um intervalo de tempo com dez anos de diferença mínima e 40 anos de diferença máxima. No entanto, para melhor afirmação dessa recorrência faz-se necessário um estudo mais detido acerca do caso evidenciado.

Referências

Agência Executiva de Gestão das Águas (AESA). Disponível em: http://www.aesa.pb.gov.br/aesa-website/ Acesso em: 28/08/2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Divisões Regionais do Brasil: Regiões Geográficas da Paraíba. 2017 . Disponível em: <ftp:// geoftp. ibge. gov. br/ organizacao_do_territorio/divisao_regional/divisao_regional_do_brasil/ divisao_regional_do_brasil_em_regioes_geograficas_2017/mapas/ 25_regioes_geograficas_paraiba.pdf>. Acesso em: 17/09/2019.

PARAIBA, Agencia executiva de Gestão das Àguas. Disponível em: http:// www.aesa.pb.gov.br/saladesituacao/ . Acesso em: 19/09/2019.

FERREIRA, Pedro dos Santos et al. Avaliação da Tendência Espaço-Temporal da Precipitação Pluviométrica em uma Região Semiárida do Estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Climatologia, Recife - PE, v. 21, p.113-134, dez. 2017.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna et al. Classificação Climática de Köppen e Thornthwaite para o Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Geografia Física, Recife - PE, v. 08, p.1006-1016, 13 fev. 2015.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna et al. Evapotranspiração de Referência Mensal e Anual Pelo Método de Thornthwaite para o Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Climatologia, Campina Grande - PB, v. 20, p.135-147, jul. 2017.

FRANCISCO, Paulo Roberto Megna et al. Variabilidade Espaço-Temporal das Precipitações Anuais do Período Úmido e Seco no Estado da Paraíba. In: Congresso Técnico Científico Da Engenharia e da Agronomia, 72., 2015, Fortaleza - CE. Anais. Fortaleza - CE: Contecc, 2015.

JATOBÁ, Lucivânio. Elementos de Climatologia e Geomorfologia do Trópico Semiárido Brasileiro. Recife - PE: Ufpe, 2019. 48 p.

MAIA, Rúbson Pinheiro et al. Geomorfologia do Nordeste: Concepções Clássicas e Atuais Acerca das Superfícies de Aplainamento Nordestinas. Revista de Geografia: UFPE, Recife - Pe, v. 1, p.6-19, set. 2010.

SANTOS, Eucymara França Nunes; SOUSA, Inajá Francisco. Análise Estatística Multivariada da Precipitação do Estado de Sergipe Através dos Fatores e Agrupamentos. Revista Brasileira de Climatologia, Aracaju - SE, v. 23, p.205-222, dez. 2018.

SENA, Jaricélia Patrícia de O et al. Variabilidade Interdecadal Da Precipitação Na Região Do Cariri Paraibano E A Relação Com Eventos Sobre Os Oceanos. Campina Grande, Revista Brasileira de Climatologia, vol 20, pág. 199 à 210, Jan/Jul 2017.

TROLEIS, Adriano Lima; SILVA, Bruno Lopes da. Do Polígono das Secas à Vulnerabilidade ao Colapso Hídrico: Uma Análise do Território do Rio Grande do Norte. Geosertões, Campina Grande - PB, v. 3, n. 5, p.24-40, jun. 2018

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. Os Fundamentos da Geografia da Natureza. In: ROSS, Jurandyr L. Sanches (Org.). Geografia do Brasil. 6. ed. São Paulo: Edusp, 2014. p. 65-104.

MENDONÇA, F.; Danni-Oliveira, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: oficina de texto, 2007.

Geodiversidade e o Geopark Araripe: A visão da comunidade local sobre a importância do patrimônio natural do Geossítio Batateiras na cidade do Crato – Ceará

Geodiversity and the Araripe Geopark: The local community's view of the importance of the natural heritage of the Batateiras Geosite in the city of Crato - Ceará

Laura Beatriz Santos Sousa
Universidade Regional do Cariri - URCA
https://orcid.org/0009-0003-2009-0605
laura.santos@urca.br

Simone Cardoso Ribeiro
Universidade Regional do Cariri - URCA
https://orcid.org/0000-0003-1171-9611
simone.ribeiro@urca.br

Resumo: No Cariri Cearense a geodiversidade ganha notoriedade, principalmente, pelos Geossítios que estão inseridos no território do Geopark Araripe. Levando em consideração os objetivos fundantes para o estabelecimento de um selo que comprove a efetividade de um geoparque, entende-se a importância da participação ativa das comunidades locais nesse processo de salvaguarda do patrimônio natural. Assim, este trabalho faz uma breve discussão acerca da temática, que se alicerça na análise quali-quantitativa da valorização da geodiversidade a partir da visão da comunidade do entorno do Geossítio Batateiras (Crato – Ceará). O procedimento utilizado configurasse em duas partes, a primeira com o levantamento documental, e a segunda com a construção de perguntas de cunho ambiental para a realização de entrevistas. Os resultados da pesquisa mostram como ainda é deficiente a efetiva divulgação do que é esse patrimônio comum a todos, e a importância que ele tem para essa geração e para as futuras.

Palavras-chave: Geodiversidade, Geopark Araripe, Comunidades locais, Geossítio Batateiras.

Abstract: In Cariri, Ceará, geodiversity is gaining notoriety, mainly due to the geosites that are part of the Araripe Geopark territory. Taking into account the fundamental objectives for establishing a seal that proves the effectiveness of a geopark, we understand the importance of the active participation of local communities in this process of safeguarding natural heritage. This paper therefore briefly discusses the issue, based on a qualitative and quantitative analysis of the appreciation of geodiversity from the point of view of the community surrounding the Batateiras Geosite (Crato - Ceará). The procedure used consisted of two parts, the first with a documentary survey, and the second with the construction of environmental questions for interviews. The results of the research show that there is still a lack of effective dissemination of what this common heritage is, and how important it is for this generation and for future generations.

Keywords: Geodiversity, Araripe Geopark, Local communities, Batateiras Geosite.

Introdução

Em diversos estudos realizados em todo o mundo, pode-se afirmar que a biodiversidade da Terra se deve, em grande medida, à diversidade do mundo abiótico (geodiversidade) e que, para que a gestão do território seja plenamente eficaz, é necessário

um entendimento e uma abordagem holística (Gray, 2005, p. 5, tradução nossa). A palavra ‘Geodiversidade’, propriamente dita, foi relatada pela primeira vez no início dos anos 1990, embora os princípios por trás de sua aplicação à conservação da natureza tenham uma história mais longa (Gray, 2008, p. 31, tradução nossa).

Murray Gray, baseado nos seus próprios escritos de 2004 e modificado em 2013, descreve a conceituação desse termo como:

> “a variedade natural (diversidade) de elementos geológicos (rochas, minerais, fósseis), geomorfológicos (formas de relevo, topografia, processos físicos), do solo e hidrológicos. Isso inclui suas assembleias, estruturas, sistemas e contribuições para as paisagens” (Gray, 2013, p. 12).

No Cariri cearense a geodiversidade se destaca nos geossítios que estão inseridos no território do Geopark Araripe, sendo este o primeiro Geoparque das Américas reconhecido pela Rede Global de Geoparques. Foi criado em 2006, através de iniciativas do Governo do Estado do Ceará em parceria com a Universidade Regional do Cariri – URCA (MOCHIUTTI et al, 2012). Assim, segundo a UNESCO (2005), geoparque:

> “É um território com limites bem definidos que tem uma área suficientemente grande para que sirva ao desenvolvimento econômico local. Compreende certo número de sítios associados ao patrimônio geológico de importância científica especial, beleza ou raridade, representativo de uma área e de sua história geológica, eventos ou processos. Além disto, um geoparque deve ter valor ecológico, arqueológico, histórico ou cultural”.

Em suma, um geoparque deve preservar o patrimônio abiótico para as futuras gerações, além de educar e ensinar ao grande público temas relativos às paisagens geológicas e matérias ambientais, prover meios de pesquisas para as geociências e assegurar o desenvolvimento local sustentável (CPRM, 2006).

Levando em consideração a necessidade e os objetivos fundantes para o estabelecimento de um selo que comprove a efetividade de um geoparque, que gira em torno não apenas da valorização e visibilidade do patrimônio natural (biótico e abiótico) no âmbito cientifico, mas também da educação ambiental e desenvolvimento local. Entende-se, portanto, a importância da participação ativa das comunidades locais para essa efetivação e salvaguarda do patrimônio.

A população local nas gerações passadas precisava estar 'sintonizada' com suas paisagens e ambientes locais, fazendo uso de materiais e formas de relevo regional para sobreviver e prosperar. Em um contexto moderno, podemos considerar a 'geoconservação' como a 'conservação da geodiversidade' e devemos reconhecer que essas populações e as

comunidades históricas têm um envolvimento muito longo na conservação do patrimônio natural, embora muitas vezes sem fazendo-o inconscientemente.

Assim, este trabalho faz uma breve discussão acerca da temática, que se alicerça na análise quali-quantitativa da valorização da geodiversidade a partir da visão da comunidade local do entorno do geossítio Batateiras (Crato – Ceará) pertencente ao Geopark Araripe (Figura 1). O objetivo é mostrar os valores, principalmente a importância, que a população local exprime sobre as potencialidades que permeiam a região, como também a preservação do patrimônio natural.

Figura 1. Imagens do Geossítio Batateiras.

Fonte: Sousa, 2023.

Área de estudo

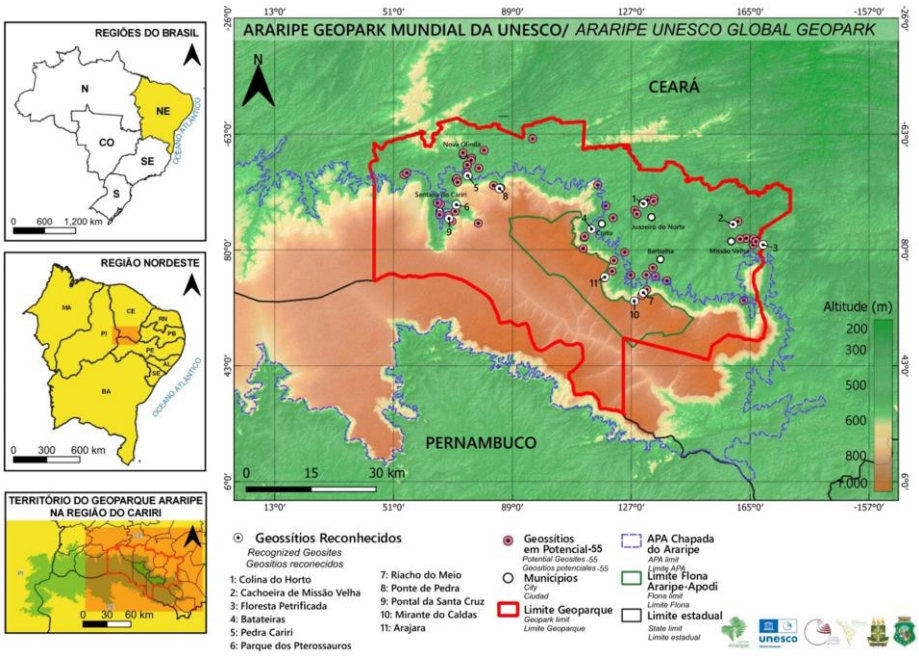
Geoparque é uma espécie de selo de qualidade concedido pela Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), aos territórios cuja premissa é o desenvolvimento local por meio da geoconservação (MOREIRA, 2018). De acordo com o site oficial do Geopark Araripe:

> “O Geopark Araripe situa-se no sul do Estado do Ceará, na região nordeste do Brasil. O Geopark Araripe envolve os municípios de Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri, apresentando uma área aproximada de 3.789 km2 (IBGE/FUNCEME, 2001); área correspondente à porção cearense da Bacia Sedimentar do Araripe. Este território está inserido em uma região caracterizada pelo importante registro geológico do período Cretáceo, com destaque para seu conteúdo paleontológico, com registros entre 150 e 90 milhões de anos, que apresenta um excepcional estado de preservação e revela uma enorme diversidade paleobiológica.” (GEOPARK ARARIPE)

Atualmente, é composto por onze geossítios abertos à visitação, distribuídos em seis municípios, são eles: Geossítio Batateira, localizado no Crato; Geossítio Colina do Horto, em Juazeiro do Norte; Geossítio Riacho do Meio em Barbalha; Geossítios Cachoeira de Missão Velha e Floresta Petrificada no município de Missão Velha; Geossítios Ponte de Pedra e Pedra Cariri, em Nova Olinda e, os Geossítios Pontal da Santa Cruz e Parque dos Pterossauros em Santana do Cariri (Figura 2). Os Geossítios Arajara e Mirante do Caldas, ambos localizados também no município de Barbalha, foram os últimos a serem agregados na lista do Geopark Araripe, em meados de 2023, estes que ainda estão caminhando no processo de consolidação das atividades turísticas locais.

A sede administrativa do Geopark Araripe está situada na cidade do Crato e o Geossítio Batateiras fica a aproximadamente a 3 km de distância, este que será nosso ponto de partida e alicerce para a pesquisa. O Geossítio localiza-se também na área do Parque Estadual Sítio Fundão, é cortado pelo rio Batateira o qual fora batizado com mesmo nome.

Figura 2 – Mapa de localização do Geopark Araripe e dos 11 Geossítios.



Fonte: Geopark Araripe, 2023.

O Parque Estadual Sítio Fundão, foi designado como Parque Estadual em 2008 pelo Governo do Estado do Ceará, corresponde a uma área de 93,54 hectares. De forma mais detalhada o Geopark Araripe apresenta o Sítio Fundão como:

> "Uma área protegida com espécies dos biomas Cerrado e Caatinga, até remanescentes da Mata Atlântica, que apresenta características da composição florestal original da área sul do Estado do Ceará. (...). Em relação ao patrimônio do Parque Estadual Sítio Fundão, merecem destaque os aspectos naturais e histórico-culturais. Entre os valores naturais e colaboradores para a preservação do Sítio Fundão: a diversidade do ecossistema local; a vegetação exuberante com flora significativa; as fontes intermitentes do Parque e do seu entorno; o rio da Batateira e suas corredeiras, somando-se ao seu microcanyon; os caracteres e exemplares da fauna local; e a sua inclusão como um dos territórios do Geopark Araripe, abrangendo o Geossítio Batateiras. Em relação aos elementos histórico-culturais, a área apresenta algumas edificações de valor cultural e histórico, entre elas a casa de taipa de dois pavimentos; os materiais arqueológicos; as ruínas e os materiais de um engenho de alvenaria e de madeira, com tração animal, do séc. XIX; além de uma barragem em pedra, cuja construção é atribuída aos escravos." (GEOPARK ARARIPE)

A conservação dos meios biótico e abiótico se produz pela aplicação de artifícios que permitem a manutenção desses recursos, possibilitando a utilização dos mesmos em proveito do desenvolvimento territorial. Essa conservação está ligada, intrinsecamente, ao valor atribuído a cada local, seja por suas características paisagísticas de beleza, de utilidade cultural, científica, etc.

O Geossítio Batateiras, segundo Sousa et al (2019, 2020), é um local que desempenha um papel significativo quanto a abundância de geodiversidade, conferindo assim diferentes valores, demonstrando uma dinâmica geológica primordial onde apresenta uma intercalação de arenitos com uma rocha argilosa de cor escura (folhelho), ambos da Formação do Rio da Batateira, com aproximadamente 115 milhões de anos (Período Cretáceo). Este fato confere à unidade um valor científico evidente, o valor funcional também se reconhece no contexto ecológico onde este Geossítio se insere.

O ato de atribuir determinado valor a alguma coisa não se refere somente à questão monetária, valor de troca ou estimativo. Existem diversos tipos de valores que podem ser quantificados sob outras óticas que não a econômica, por exemplo, apesar de este também ser um valor relevante (MOCHIUTTI et al, 2011). Portanto, podemos salientar que o que compete à funcionalidade de uma determinada área, seja ela um Geossítio, é a utilidade que a geodiversidade local tem para a sociedade enquanto suporte para a realização de suas atividades.

Metodologia

O procedimento utilizado baseou-se, primordialmente, em duas partes para que a pesquisa se estabelecesse de acordo com o objetivo proposto. A primeira contou com o levantamento bibliográfico e documental relacionado ao termo Geodiversidade e dos seus valores, como também com o diagnóstico do Geossítio Batateiras do Geopark Araripe como objeto de estudo, identificando-o de acordo com suas potencialidades. A segunda parte ocorreu com a realização de entrevistas com os moradores da comunidade local, utilizando roteiro semiaberto de entrevista para a obtenção dos resultados priorizando os moradores mais antigos.

Para alimentar o arcabouço teórico, foi feito uma pesquisa de gabinete onde utilizamos autores que versam sobre o conceito, valorização e aplicação da Geodiversidade, são eles: GRAY (2005, 2003, 2013); MOUCHIUTTI (2011, 2012); MOREIRA (2018), além de plataformas como o próprio site do GEOPARK ARARIPE, como também a CPRM (2006) e de trabalhos anteriores dos autores SOUSA (2019, 2020).

Em relação à entrevista ou o campo da pesquisa, foi visto a necessidade de uma aproximação da comunidade local, e a forma como conduzimos para que a pesquisa não caminhasse apenas para o cunho quantitativo foi justamente a aplicação de roteiro semiaberto de entrevistas, onde criou-se perguntas mais objetivas, tendo o “sim” e o “não” como resposta, porém para dar sentido e buscar a tal funcionalidade daquela área procurou- se também tratar as perguntas de uma maneira que, o entrevistado respondesse com suas palavras o que entendia sobre o tema.

Diante de discussões sobre a temática, delimitamos as seguintes perguntas de cunho ambiental que foram apresentadas para os moradores locais, ao todo temos nove perguntas que nos conduz ao entendimento da visão da comunidade sobre o Geossítio Batateiras e o Geopark Araripe (Figura 3), as entrevistas foram realizadas no intervalo de 20 de maio de 2023 a 04 de junho de 2023. Foi priorizado os finais de semana (sábado e domingo) para ida a campo, delimitando a área dos bairros, Cacimbas, Novo Crato e França Alencar, e observando os moradores que residem no entorno da entrada do Geossítio, optou-se também por realizar entre os moradores mais antigos e maiores de 18 anos.

Figura 3. Quadro ilustrativo com as nove perguntas contidas na entrevista.

Perguntas de cunho ambiental usadas na entrevista	
Pergunta 1	Você já ouviu falar no Geopark Araripe? Onde? O que é?
Pergunta 2	Você acha que ele é importante para essa região? Por quê?
Pergunta 3	Você sabe o que é um Geossítio? O que é?

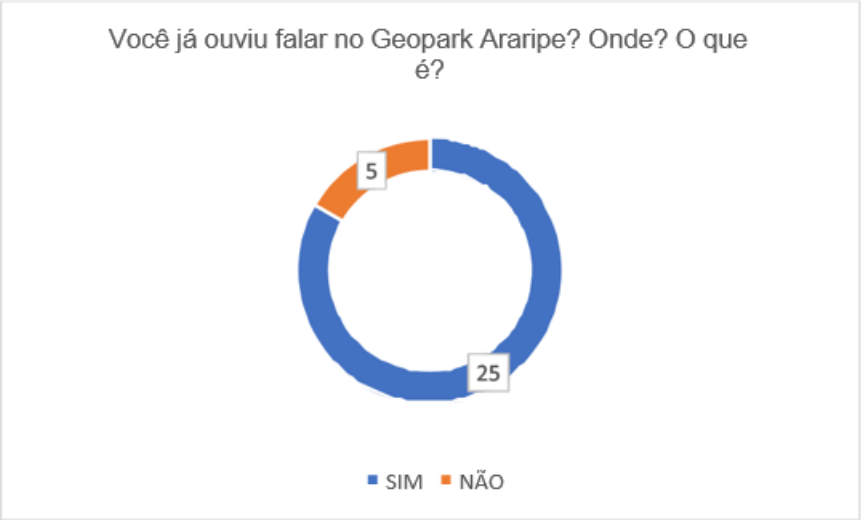
Pergunta 4	Você já visitou o Geossítio Batateiras?
Pergunta 5	Você já visitou outros Geossítios? Qual/Quais?
Pergunta 6	Você sabe o motivo que levou essa região a se tornar um Geossítio?
Pergunta 7	Qual o potencial que você acha que levou essa região a se tornar um Geossítio?
Pergunta 8	Qual o valor que esse Geossítio tem para você? E para sua comunidade?
Pergunta 9	O Geossítio em questão contribui de alguma forma para a sua renda familiar? Se sim, qual atividade econômica foi realizada?

Fonte: Elaboração dos autores.

Resultados

Em decorrência das entrevistas feitas obteve-se 30 resultados, onde se encontram esquematizados por gráficos, em forma de pizza, as respostas da população que aceitou participar da pesquisa. Eles estão arranjados conforme a sequência de perguntas mostradas no Quadro 1, começamos então a análise então pela Pergunta 1 “Você já ouviu falar no Geopark Araripe?” que obtivemos a seguinte resposta:

Gráfico 1. Resultado da pergunta 1 do questionário.



Fonte: Elaboração dos autores.

Vemos que majoritariamente, cerca de 95%, das respostas nos confirma a ampla visibilidade do símbolo ou palavra “Geopark Araripe” para a comunidade. E isso chega de forma ampla quando perguntamos, logo em seguida, “onde soube” e “o que é” e temos como resposta muitas vezes palavras chaves que remetem o potencial natural/cultural e de conservação local como: “parque ecológico”, “cultura”, “turismo”, “lugar ambiental”. Em alguns

momentos temos formulações mais precisas como “Geograficamente falando é o símbolo de beleza, conquistado pela região” e “Um espaço delimitado para a comunidade ter a noção da preservação daquele ambiente”.

Tomando como base essa primeira pergunta à segunda já instiga o entrevistado a falar sobre o Geopark Araripe onde perguntamos “Você acha que ele é importante para essa região? Por que?”, percebemos que a resposta quantitativamente é a mesma da anterior (Quadro 2).

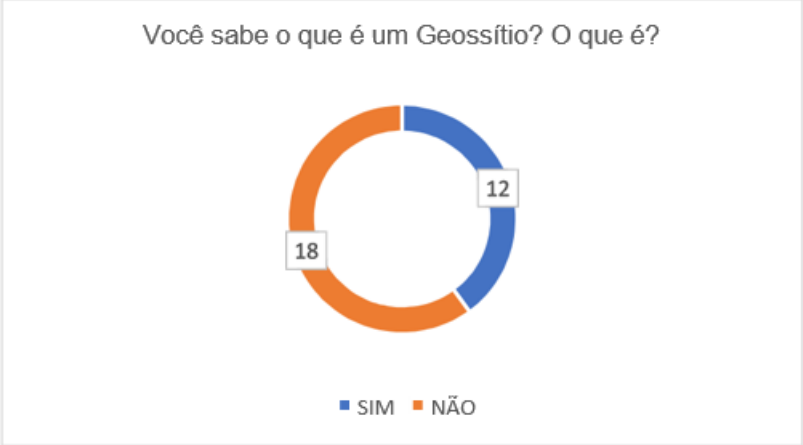
Gráfico 2. Resultado da pergunta 2 do questionário.

Fonte: Elaboração dos autores.

Quando é perguntado o “por que” do entrevistado achar que o Geopark Araripe é importante para a região, novamente observamos as respostas indo de encontro à premissa da preservação da natureza quando falam “para a preservação e para a educação ambiental”, “preservação e bem-estar”, “natureza e preservação”. As palavras preservação e natureza se repetem abundantemente, visto como uma premissa maior da instituição.

Partindo agora para um contexto específico, vamos trabalhar sobre uma perspectiva mais ousada de certa forma, quando indagamos “você sabe o que é um Geossítio? O que é?”, e observamos o número de respostas negativas ultrapassarem o de positivas (Quadro 3).

Gráfico 3. Resultado da pergunta 3 do questionário.



Fonte: Elaboração dos autores.

Uma das razões percebidas para que muitos entrevistados não saibam o que é um Geossítio ou não saibam explicar em poucas palavras, é justamente a nomenclatura diferente ao seu convívio e vocabulário. Uma parcela que respondeu com “sim” logo disse que o Geossítio era o mesmo que o Geopark Araripe não sabendo fazer uma diferenciação dos dois. Em poucos casos vimos respostas como: “parque de preservação da natureza”, “área ou um parque de exceção como o Sítio Fundão”, “local reservado para pesquisas”. Sendo possível analisar no geral uma distância do que realmente seja um Geossítio e a diferença entre o que é um geoparque em si.

A pergunta seguinte é bem direta e causou certa inquietude, pois perguntamos “você já visitou o Geossítio Batateiras?”, e apesar do resultado ser positivo muito dos entrevistados ficou na dúvida e perguntaram se era o mesmo que o “Sítio Fundão” (Gráfico 4).

Gráfico 4. Resultado da pergunta 4 do questionário.

Fonte: Elaboração dos autores.

Ou seja, além de explicarmos o que era um Geossítio tivemos também que enfatizar que o Geossítio Batateiras era aquele lugar que muitos já conheciam, utilizavam como área de lazer e estudos. Se fossemos levar em consideração a resposta pós explicação o percentual aumentaria e, possivelmente, não teríamos apenas 19 respostas “sim”.

O próximo gráfico reflete, principalmente, naqueles que responderam “sim” à questão anterior e muito também da explicação recebida (Gráfico 5).

Gráfico 5. Resultado da pergunta 5 do questionário.

Fonte: Elaboração dos autores.

Temos um quantitativo enorme de pessoas que já visitaram outros Geossítios, e quando salientamos a dúvida de “qual ou quais” foi unanime nas respostas o Geossítio Colina do Horto, ou muitas vezes sendo relatado apenas como “Horto”, vejamos algumas respostas: “Colina do Horto e a Ponte de pedra”, “Colina do Horto e o Pontal da Santa Cruz”, “Cachoeira de Missão Velha e Colina do Horto”. Podemos constatar também que alguns Geossítios não apareceram na lista de visitas e por menos na lista de conhecimento, como o Geossítio Floresta Petrificada que fica no mesmo município de Missão Velha, ou até mesmo o Geossítio Riacho do Meio que se encontra no município de Barbalha.

O Gráfico 6 nos revela mais uma vez a ignorância da população sobre o que é realmente essa área do Geopark Araripe e o que é um Geossítio, então perguntamos “você sabe o motivo que levou essa região a se tornar um Geossítio?”. Tivemos 16 respostas “não” e 14 respostas “sim”, dentre as respostas positivas foi instigado ainda que o entrevistado falasse qual motivo, e como esperado eles disseram: “pela questão natural e os fósseis”, “pela parte ambiental, questão climática” e “pela sua importância natural”, podemos observar abaixo:

Gráfico 6: Resultado da pergunta 6 do questionário.

Fonte: Elaboração dos autores.

A próxima pergunta, Gráfico 7, é sobre a visão do entrevistado acerca do potencial que abriga a área do Geossítio Batateiras, “qual o potencial que você acha que levou essa região a se tornar um geossítio” e dentre as alternativas tinha o “potencial natural” (ligado a fauna, flora e os elementos abióticos), “potencial cultural” (manifestações culturais de ligação entre comunidade e geossítio), e “potencial econômico” (a função social, material e de renda entre comunidade e geossítio).

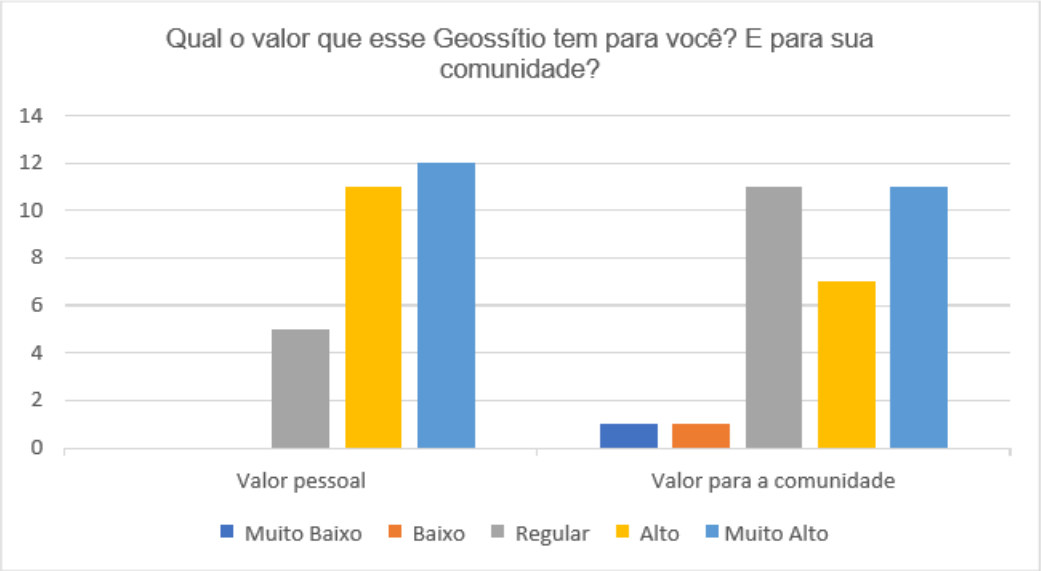
Gráfico 7. Resultado da pergunta 7 do questionário.

Fonte: Elaboração dos autores.

Analisando o gráfico comprova-se o que já vinha sendo esquematizado durante a entrevista, onde 67% (29 respostas) foram validando o Geossítio como um grande berço de potencial natural, e apenas 12% (5 respostas) chegaram à conclusão que o Geossítio também tinha o potencial econômico. A explicação se apresenta de forma simplificada para essas cinco respostas, como de pessoas que indiretamente conseguem ter uma renda extra através do turismo na área, sendo que a própria população sente a falta de um investimento maior nesse âmbito que é a geração de renda para a comunidade local.

Chegamos à pergunta crucial para o desenvolver da pesquisa, “qual o valor que esse Geossítio tem para você? E para sua comunidade?”, e diante de muitos “não” pelo caminho notamos que apesar do desconhecimento a população reconhece a importância daquela área (Gráfico 8).

Gráfico 8. Resultado da pergunta 8 do questionário.

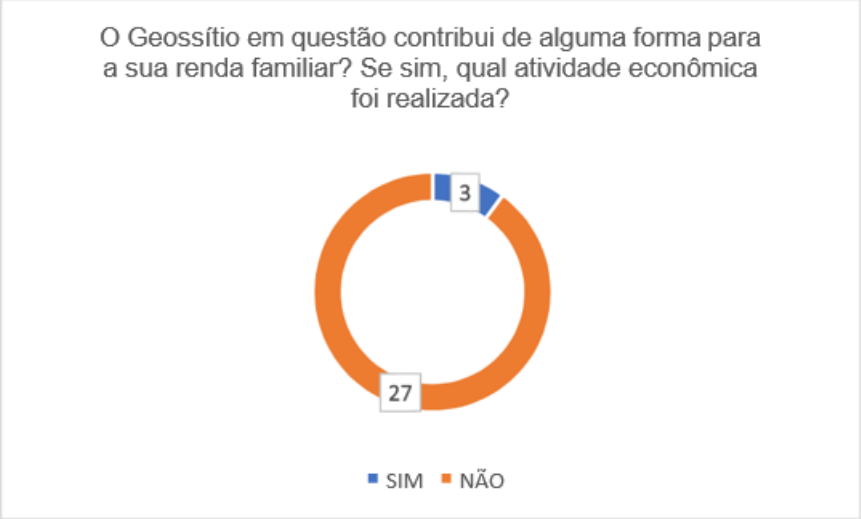


Fonte: Elaboração dos autores.

As alternativas giraram em torno dos seguintes índices “muito baixo”, “baixo”, “regular”, “alto” e “muito alto” e seguia o mesmo parâmetro para as respostas relacionadas ao valor que o Geossítio Batateiras exprime para o entrevistado (valor pessoal o gráfico) e valor que o mesmo tem para a comunidade dele. Na primeira categoria (valor pessoal) 12 pessoas responderam que o Geossítio se revela para eles com um valor “muito alto” e não obtivemos nenhuma resposta para os índices “muito baixo” e “baixo”. Na segunda categoria (valor para a comunidade) teve um empate de 11 respostas para os índices “regular” e “muito alto”. Podemos nos atentar para a devida importância que a população entender ter aquele local, e como este é tem relevância para a sua comunidade também.

Por fim, no gráfico 9, perguntamos se “o Geossítio em questão contribui de alguma forma para a sua renda familiar? Se sim, qual atividade econômica foi realizada?”, e muito em detrimento da pergunta 7 onde localizamos o potencial econômico do Geossítio como um ponto fraco, reflete nas respostas a seguir:

Quadro 9. Resultado da pergunta 9 do questionário.



Fonte: Elaboração dos autores.

Aqui podemos perceber que uma enorme e esmagadora parcela da população local não consegue manter uma renda fixa ou extra pelo Geossítio Batateiras, apesar do turismo de lazer e cientifico acontecer com frequência, e mais exacerbado nos finais de semana (sábado e domingo), não conseguem trabalhar em conjunto com o sonhado desenvolvimento da região. Isso é refletido em números, quando apenas 3 pessoas de um quantitativo de 30 conseguem de forma, majoritariamente, informal renda para a composição financeira familiar.

Conclusão

Concluímos a pesquisa de forma assertiva no que tange a compreensão dos conceitos e dados analisados através das entrevistas coletadas, onde se buscou entender e dar visibilidade à importância da Geodiversidade para a população do entorno do geossítios em foco. Sendo comum aos geoparques a integralidade das comunidades locais ao desenvolvimento territorial sustentável, compreendemos que a visão da comunidade local no entorno do Geossítio Batateiras faz-se importante para o delinear dos futuros planos de gestão do Geopark Araripe.

Ter a curadoria de buscar saber o que a população entende por “conservação” ou sobre “natureza” traz consigo o linear dos possíveis problemas ambientais que possam vir a acontecer, podendo de antemão ser trabalhado uma educação ambiental pautada nos

conhecimentos locais. Os resultados da pesquisa mostram como ainda é deficiente a divulgação ou a efetiva divulgação do que é esse patrimônio comum a todos, e a importância que ele tem para essa geração e para as futuras.

É notório que só podemos conservar aquilo que conhecemos, e apesar do número, relativamente, pequeno no quantitativo de respostas mostrado no trabalho vemos o reflexo de uma comunidade que mora, praticamente, dentro do Geossítio Batateiras e, ainda assim, confunde ou não sabe a diferença entre ele e o Parque Estadual Sítio Fundão (ou "Sítio Fundão" como chama). A expressão "Geopark Araripe" não soa estranho para os moradores, mas o dilema é desassocia-lo apenas da premissa de preservação do patrimônio natural e pensar também no potencial cultural, social e econômico que os Geossítios possuem e podem impactar, de forma positiva, diretamente a vida da população local.

Agradecimentos

Agradeço aos integrantes do Laboratório de Geomorfologia e Pedologia – GeoPed da Universidade Regional do Cariri – URCA, e a Funcap – Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico pela bolsa de Iniciação Científica, de onde foi iniciada a pesquisa que resultou este trabalho.

Referências

CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Projeto Geoparques. 2006.

GEOPARK ARARIPE. Geopark Araripe, Geossítios - Geossítio Batateiras. Disponível em: http://geoparkararipe.urca.br/?page_id=1686. Acesso em: 01 de ago de 2023.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. 1ª edição. Chichester, John Wiley & Sons, p.434, 2004.

Geodiversity and geoconservation: what, why and how?. in: Parks Stewardship Forum. January 2005.

Geodiversity: the origin and evolution of a paradigm. Geological Society, London, Specials publications. V. 300, p. 31 a 36, 2008.

Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. 2ª edição. Chichester, John Wiley & Sons, p.495, 2013.

MOCHIUTTI, N. F.; GUIMARÃES, G. B.; MELO, M. S. Os Valores da Geodiversidade na Região de Piraí da Serra, Paraná. Geociências UNESP, 30(4): 651-668, 2011.

MOCHIUTTI, N. F.; GUIMARÃES, G. B.; MOREIRA, J. C.; LIMA, F. F.; FREITAS, F. I. Os

Valores da Geodiversidade: Geossítio do Geopark do Araripe/CE. Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ, 35(1): 173-189, 2012.

MOREIRA, J. C. VALE, T. F. do. Geoparks: Educação, Conservação e Sustentabilidade. In: GUERRA, A. J. T. JORGE, M. C. O (Orgs.). Geoturismo, Geodiversidade e Geoconservação: abordagens geográficas e geológicas. São Paulo: Oficina de Textos, 2018. P. 81-106.

SOUSA, L. B. S. BRASIL, J. G. RIBEIRO, S. C. CARVALHO NETA, M. de L. Levantamento da Geodiversidade dos Geossítios do Geopark Araripe. In: IV Semana Universitária da URCA e XXII Semana de Iniciação Científica. 2019, Anais... Crato: Urca 2019.

RIBEIRO, S. C. CARVALHO NETA, M. de L. Geodiversidade dos Geossítios do Geopark UNESCO Araripe – Uma introdução a seus valores e quantificação. In: IV Fórum Brasileiro do Semiárido: educação, tecnologias e técnicas de convivência no ambiente semiárido. 2020. Anais... Sobral: UVA, 2020.

Uma discussão sobre os efeitos da vegetação nativa e espontânea em áreas verdes urbanas no Recife a partir da experiencia latino-americana

A discussion on the effects of native and spontaneous vegetation on urban green areas in Recife based on the Latin American experience

Marta Elizabeth Guerra Corrêa Uchôa
Universidade Federal de Pernambuco-UFPE
0000-0001-8008-7078
marta.uchoa@hotmail.com

Antonio Carlos de Barros Corrêa
Universidade Federal de Pernambuco-UFPE
0000-0001-9578-7501
antonio.correa@ufpe.br;dbiase@hotmail.com

Resumo: O propósito este trabalho é o de estabelecer um diálogo com a experiência de Gonzalo de La Fuente de-Val em áreas verdes públicas na América Latina, comparativamente à realidade de uma metrópole brasileira, o caso do Recife, explorando convergências, possiblidade de aplicação metodológica e dificuldades inerentes aos distintos contextos geográficos. A vida nas cidades oferece múltiplos desafios aos citadinos, desde o impacto mais efetivo do aquecimento do clima, aos efeitos do estresse, poluição do ar e sonora, além da sensação de desconexão com a natureza. Assim, cabe ao planejamento dos espaços verdes públicos proporcionar a criação de novas áreas, além da manutenção das já existentes no espaço urbano. Os espaços verdes deveriam suprir a demanda da população, pois, além de oferecer amenidades de lazer e descanso, melhoraram as condições gerais do meio ambiente no seu entorno imediato e na cidade como um todo.

Palavras-chave: Áreas verdes públicas, Espaços verdes urbanos, Vida nas cidades.

Abstract: The purpose of this work is to establish a dialogue with the experience of Gonzalo de La Fuente de-Val in public green areas in Latin America, compared to the reality of a Brazilian metropolis, the case of Recife, exploring convergences, possibility of methodological application and difficulties inherent to different geographic contexts. Life in cities offers city dwellers multiple challenges, from the more effective impact of climate warming, to the effects of stress, air and noise pollution, in addition to the feeling of disconnection from nature. Thus, it is up to the planning of public green spaces to provide for the creation of new areas, in addition to maintaining those already existing in the urban space. Green spaces should meet the population's demand, as, in addition to offering amenities for leisure and rest, they improve the general conditions of the environment in their immediate surroundings and in the city as a whole.
Keywords: Public green areas, Urban green spaces, Life in cities.

Introdução

Tradicionalmente os espaços verdes públicos, nas cidades, se caracterizam pela conservação e plantação de espécies arbóreas de médio e grande portes, algumas frutíferas, além de ofertar espaços adequados ao espairecimento e ócio, onde o cidadão logra desfrutar de recantos sombreados, jardins, locais para prática ginástica, caminhadas, corrida, ou apenas apreciar recortes naturais ou naturalizados da paisagem urbana, onde ainda se pode observar algo da fauna e flora, pois esses espaços verdes, por mais exíguos, sempre atraem

a avifauna, pequenos mamíferos etc. incrementando assim a qualidade ambiental e a habitabilidade urbana.

Neste sentido, o crescimento da vegetação nativa espontânea em parques e jardins urbanos representa naturalmente o oposto de parques e jardins planejados, onde predomina a vegetação plantada e cultivada. Em geral, os espaços verdes com vegetação nativa espontânea não são plantados pelo homem, tendo uma variedade na flora balanceada dentro de um ecossistema. É digno de nota que neste caso não se faz uma referência à competência dos órgãos públicos, aos quais cabem a manutenção das áreas verdes públicas, na implementação original dessas áreas.

Por outro lado, o crescimento de vegetação nativa espontânea, por muito tempo, foi considerado como uma indicação de abandono e descaso, por parte dos citadinos, pois neles faltavam os caminhos “construídos” pelo homem, chamados caminhos duros por De Val (2023). Ademais essas áreas eram consideradas de baixo valor econômico, sobretudo em função do seu impacto sobre o valor comercial das áreas de vivendas em sua vizinhança. No sentido oposto desta perspectiva, pesquisas recentes sugerem que essas áreas podem agregar uma contribuição de valor ao ecossistema urbano, além da prestação de relevantes serviços ambientais.

Um estudo realizado em 16 países da América Latina (De Val, 2023) avaliou os efeitos da vegetação nativa espontânea na preferência de paisagem da população. O autor teve por objetivo avaliar o impacto da ocorrência da vegetação nativa natural nas preferências de parques urbanos e; reconhecer os padrões de preferências e as características que as causam. Um questionário online foi designado para 708 pessoas. Tendo como resultado que de início os cidadãos preferiram mais os espaços verdes formais que os espaços com vegetação nativa espontânea (VSE), no entanto, uma vez informados sobre os benefícios que a VSE traz não só para a cidade, mas também para a população e meio ambiente, a opinião dos entrevistados mudou após 30 dias, passando, agora, os espaços verdes com VSE à posição de preferidos. Porém, com o decorrer do tempo, as preferências voltaram para os espaços verdes formais uma vez que o uso desses espaços permaneceu, e consequentemente a informação assimilada sobre os espaços verdes com VSE foi esquecida ou diminuiu com o passar do tempo. A análise deste estudo mostra a importância da educação ambiental continuada sobre os processos de tomada de decisões no planejamento dos espaços verdes urbanos. Segundo De Val (2023) o uso da vegetação nativa espontânea, principalmente nativa, tem sido comum em parques urbanos no Reino Unido, Alemanha, Holanda e Estados Unidos e se estende para alguns países da América Latina. Ao mesmo tempo que a percepção dos espaços verdes na América Latina têm sido pouco estudada, há um recente e bem-vindo interesse em entender e identificar a relação entre espaços verdes

com foco em plantas selvagens e no seu grau de aceitação social na ordem de promover uma melhor sustentabilidade no desenho, na implantação e no gerenciamento das áreas verdes públicas.

Alguns Exemplos do Recife

No Recife, por exemplo, o parque do Jiquiá possui características de vegetação nativa espontânea, situado na Zona Oeste da cidade. Parcialmente abandonado, o parque hoje abriga um posto de policiamento do BOPE (Batalhão de Operações de Polícia), e não é utilizado pela população, nem mesmo pelos moradores do entorno. Sua conservação é inadequada e não há programações de eventos por parte de órgãos responsáveis. De fato, há um projeto para sua recuperação e restauração desde 2012, mas nada foi implementado. Além da área verde urbana, em si, o Parque do Jiquiá agrega um marcante valor histórico e cultura para a cidade (Figura 01), haja visto que em sua área está a única torre de atracação do dirigível Zeppelin ainda restante no mundo além de paióis da segunda guerra mundial (Jornal do Comercio, 2017).

Figura 01: Aspecto da torre de atracação do dirigível Zeppelin no Parque do Jiquiá na década de 1930 (esquerda) e atualmente (direita).

Fonte: Jornal do Commérico, 2017

Diante da falta de execução do projeto de requalificação do Parque do Jiquiá, uma matéria jornalística (Jornal do Commércio, 2017) reporta o sentimento da população do entorno em relação àquele espaço, sendo recorrente a opinião de que o parque é uma grande área que poderia ser utilizada para o bem-estar de todos. “É um desperdício, um espaço tão grande desse poderia ser melhor aproveitado, mas é tudo abandonado” declara a dona de casa Elizabete Avelina, “não entro faz tempo, tenho medo daquele matagal sem segurança”, acrescenta. Outra moradora, Suely Maria Arantes declarou que gostaria de ver o parque com policiamento, pista de caminhada, pracinha e brinquedos infantis, o que demonstra que mesmo com a presença do posto do BOPE, há a sensação de insegurança no local, confirmando que áreas públicas, sobretudo em contextos metropolitanos como o do Recife, precisam de segurança para serem frequentadas.

A matéria do Jornal do Commércio converge com a discussão proposta por de Val (2023), uma vez que, no Parque do Jiquiá, onde ainda ocorre uma vegetação nativa espontânea, mas com pouca manutenção e falta de utilização pela população ali residente, observa-se também uma depreciação fundiária, uma vez que os imóveis de seu entorno não são valorizados. Este caso é particularmente impactante pois na cidade do Recife restam poucas áreas verde públicas com vegetação nativa espontânea, e no caso do Jiquiá com árvores de grande porte e arbustos naturais do ecossistema local marcado pela presença de terraços fluviais arenosos. Não obstante, a falta de manutenção e segurança resulta que o Parque não é atrativo para os moradores do seu entorno (Figura 2).

Figura 02: Aspecto da vegetação nativa espontânea de porte arbustivo e arbóreo no Parque do Jiquiá, Recife, maio de 2023.

Fonte: a autora.

Por outro lado, espaços verdes plantados como selvagens, com o planejamento e plantas naturais locais, tendem a se autorregularem, necessitando de inputs mínimos de conservação (Kingsbury, 2001). Da mesma forma, o uso da “grassland”, a grama de pastagem, nos parques e espaços verdes urbanos oferece benefícios ao ecossistema (Muller, et al., 2013; Stanford et al., 2022), sobretudo no que diz respeito ao aumento da infiltração e redução do escoamento superficial e por consequência a erosão e a perda de solo. Sob o aspecto estético, Nassauer (1993, 2009) em seus estudos, nos mostra que o uso de plantas nativa em espaços verdes pequenos resulta mais atrativo para os cidadãos que os espaços sob ajardinamentos convencionais. Tratando sobre a percepção e o estado de espírito dos usuários de áreas verdes urbanas, Stanford et al. (2022) mostram que a presença da vegetação natural nativa pode ser de extrema importância no desenvolvimento social, emocional, e físico de crianças e adolescentes, oferecendo um benefício único para as pessoas que vivem nas cidades.

O uso da vegetação nativa espontânea como alternativa ao paisagismo clássico, geralmente pautado no uso de espécies exóticas, está começando a ser discutido no

planejamento dos espaços verdes públicos das cidades. Consequentemente, emerge a preocupação com o uso de plantas corretas para a região em que serão plantadas. Há a preocupação com se usar as plantas do ecossistema local, evitando plantas que não se adaptem ao clima, solos, fauna local, e que, portanto, não resistiriam. Assim, a introdução ou manutenção da vegetação nativa espontânea além de mudar a aparência dos espaços verdes, pode influenciar a percepção de natureza da cidade das pessoas, aproximando-as dos seus arranjos ecossistêmicos locais.

A despeito dos esforços de “renaturalização” dos espaços verdes urbanos a partir do uso de espécies locais, o estudo de De Val (2023) aponta que as pessoas ainda preferem os espaços verdes e parques urbanos públicos planejados com vegetação cultivada aos com VSE (vegetação nativa espontânea). Neste sentido, é válido tratar do caso do Parque Santana situado na zona norte do Recife entre uma área de alto valor imobiliário, o bairro de Casa Forte, e a comunidade de Santa Luzia, uma área de baixa renda separada do Parque pelo Rio Capibaribe, mas unida a esse por uma ponte de pedestres.

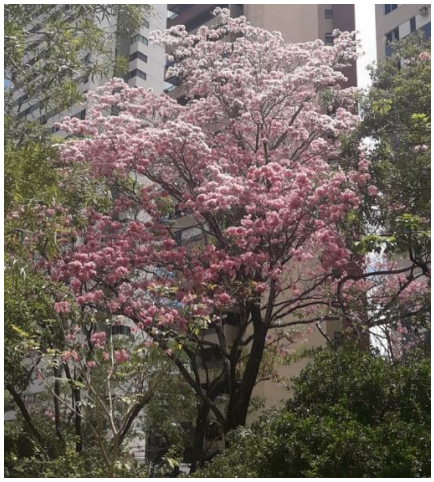
Em uma análise comparativa, frente ao que constata De Val (2023) em outras cidades latino-americanas de grande porte, o Parque Santana apresenta características singulares. Grande parte de sua área verde resta sob vegetação nativa espontânea como o manguezal à beira do Rio Capibaribe, a despeito ter sido planejado e dotado de “caminhos duros”, como classifica o autor, com pistas de corrida, caminhadas, ciclismo e skate, além de extensas áreas com grama plantada e aparada constantemente, canteiros com flores exóticas, todos com manutenção e cuidados constantes. Temos aí portanto um tipo híbrido de parque, com dois tipos de vegetação cujas exigências para manutenção e conservação são diferentes, bem como seus impactos sobre a qualidade do meio ambiente urbano (Figura 3 e 4).

Figuras 3 e 4: Aspecto espontâneo da vegetação de manguezal e serrapilheira de árvores de grande porte (esquerda), e aspecto planejado com ajardinamento “clássico” e “caminhos duros” no Parque Santana.

Fonte: a autora.

Para autores como De Val (2023) Áreas verdes públicas devem ser planejadas e executadas de modo a utilizar árvores e plantas, em geral, do ecossistema local, pois uma vez executada a plantação das espécies certas nos lugares certos, o resultado seria uma maior representatividade dos elementos bióticos de uma dada região nos seus espaços verdes públicos, o que contribuiria para uma percepção de pertencimento junto aos usuários (Figura 5.). No entanto, como nos alerta Meneghetti (2003), embora seja desejável que as áreas verdes urbanas façam o uso de plantas nativas, uma vez que por já pertencerem àquele ecossistema seriam mais adequadas e de fácil adaptação ambiental, ainda há poucos estudos que tratam da praticidade de uso e resistência dessas espécies frente aos usos e características físicas dos espaços urbanos.

Figura 5: Aspecto do uso de elemento arbóreo nativo, ipê rosa (*Tabebuia rósea*) na arborização da Parque da Jaqueira, Recife.



Fonte: a autora

Como já discutido anteriormente, no estudo de De Val (2023), constatou-se que as pessoas entrevistadas, quando indagadas acerca de sua preferência sobre áreas verdes urbanas, primeiramente optaram por áreas planejadas e executadas com vegetação cultivada. A opção muda para a preferência por espaços verdes com vegetação nativa espontânea, após as pessoas receberem informação sobre os benefícios para o meio ambiente, para a cidade e para os citadinos em geral. Contudo, esta mudança não é imediata e nem permanente, pois, se faz à medida que a informação recebida é assimilada. De fato, o autor constatou que logo, com a continuação do uso dos espaços verdes disponíveis e acessíveis no entorno, as pessoas voltam à primeira resposta. Conclui-se que novos comportamentos são difíceis de implantar na população, sobretudo se dependem apenas do acesso à informação que pode ser escassa e esporádica. Atitudes para preservação do meio ambiente não são assimiladas da noite para o dia, demoram décadas para entrarem no cotidiano das pessoas. Para que se tenha um cidadão com atitudes e comportamentos em prol da preservação ambiental e que

demande espaços mais naturalizados em sintonia com os contextos ecológicos locais, esta precisa conviver com suas áreas verdes. Consequentemente, para que o cidadão entenda a importância da vegetação nativa espontânea para as cidades e a qualidade de vida da população urbana, o indivíduo precisa viver este espaço, ele precisa nascer e crescer usando e usufruindo de espaços com VSE, passando a percebê-los de forma valorativa e cheia de significados pragmáticos, sensoriais e até afetivos. A vivência, a experiência da vida do cidadão é o grande motivador de suas atitudes e comportamentos frente aos espaços verdes urbanos.

Metodologia

Para alcançar o objetivo desta pesquisa, foi elaborado mapeamento das unidades ambientais, bem como mapeamento das áreas verdes existentes, além de visita de campo em situações específicas de necessidade de atualizar as bases cartográficas e tipologias de uso. A elaboração dos produtos cartográficos seguiu dois procedimentos básicos: aquisição das bases e processamento das mesmas para a confecção dos mapas. Com relação ao mapa de unidades geoambientais do município do Recife, fez uso dos trabalhos de Fonsêca et al. (2016) e Souza et al. (2017). A partir destas bases preexistentes, montou-se um mosaico de unidades de paisagem para a área de estudo. As bases foram exportadas, georreferenciadas e vetorizadas em ambiente SIG, software ArcGIS 10.3. Trabalhou-se com o datum Sirgas 2000, no sistema de coordenadas geográficas. Os limites das áreas verdes estudadas foram obtidos junto ao Portal Esig (2008), base de dados geoespaciais do Recife, equivalendo às malhas oficiais estabelecidas pelo plano diretor do referido município. Esses dados foram plotados no mapa de unidades geoambientais, onde se procedeu com a análise geossistêmica dos recortes alvos deste estudo.

Os aspectos sociais relacionados às áreas verdes estudadas foram aferidos diretamente com base na aplicação e análise de formulários, semiestruturados, voltados para segmentos diversos dos usuários e potenciais usuários das áreas foco desta pesquisa. Esse levantamento constituiu a etapa de campo da pesquisa. Esta etapa da investigação esteve voltada para o entendimento das necessidades e anseios da população no que diz respeito às áreas verdes, seja como espaços de convivência, áreas de conservação da geodiversidade, parques e praças voltados ao lazer e à recreação, etc. As perguntas foram fechadas, claras e objetivas para obtenção de respostas curtas e previsíveis. Desta forma, foram elaboradas perguntas diretas, para as quais respostas de 0 a 10 marcam o nível de satisfação, onde 0 é igual a “muito pouco” e 10 equivale a “bastante” (COSTA et al., 2008).

As Unidades Ambientais do Recife estão representadas nas áreas verdes públicas no município, e como essas têm sido utilizadas como instrumento para a geoconservação e ações que propiciem a multiplicidade de usos que se esperam dessas áreas junto à população?

Para responder ao problema levantado, seguindo com Lakatos (2010), a abordagem deve ser conduzida de acordo com a natureza da pesquisa, no caso da geografia na interface entre os estudos do meio físico e da sociedade a forma de abordagem escolhida foi a quantitativa-descritiva que "consiste em investigação de pesquisa empírica cuja principal finalidade é o delineamento ou análise das características de fatos ou fenômenos, a avaliação de programas ou o isolamento de variáveis principais ou chave". Para tanto, foi utilizado um procedimento metodológico formal, que foi a aplicação de formulário semiestruturado com procedimento de amostragem. O objetivo do emprego de formulário foi a obtenção de resultados com precisão além do controle estatístico com vistas a uma coleta sistemática de dados, tendo como objetivo maior a verificação das hipóteses de trabalho.

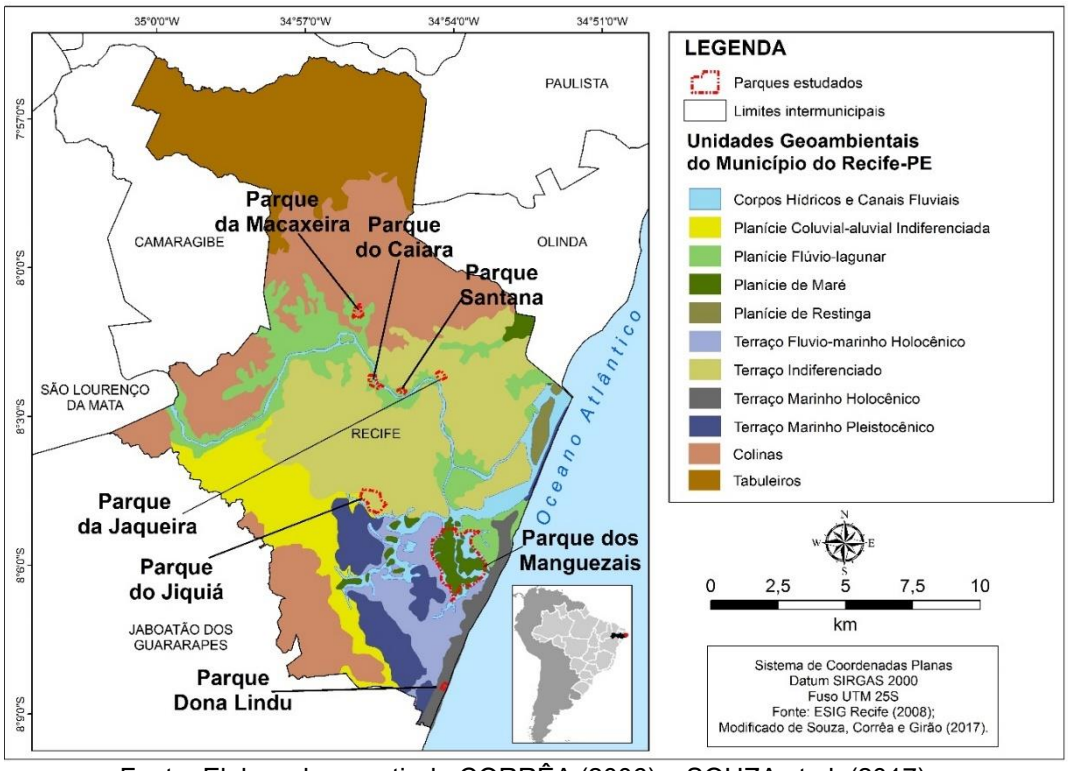
Nogueira (1964) define formulário como sendo" uma lista formal, um catálogo ou inventário destinado à coleta de dados resultantes quer da observação, quer de interrogatório, cujo preenchimento é feito pelo próprio investigador, à medida que faz as observações ou recebe as respostas, ou pelo pesquisado, sob sua orientação." O questionário foi composto em 2 (duas) etapas. Na primeira etapa, foram elaboradas questões relacionadas à percepção da população em relação às áreas verdes e parques públicos na cidade do Recife; questões como manutenção e criação de novas áreas, como as áreas estão distribuídas na cidade e como estão os acessos à essas áreas. Foram elaboradas perguntas diretas, para as quais respostas de 0 a 10 marcam o nível de satisfação, onde 0 é igual a "muito pouco" e 10 equivale a "bastante". Na segunda etapa, as questões foram voltadas para a percepção da população em relação à área verde específica, com mesmo foco na manutenção e acessibilidade, bem como no uso dessas áreas. Igualmente foram aplicadas perguntas diretas, com respostas de 0 a 10 marcando o nível de satisfação, onde 0 é igual a "muito pouco" e 10 é igual a "bastante" (COSTA et al., 2008). Os entrevistados foram selecionados aleatoriamente entre os visitantes dos parques. Os entrevistados foram primeiro informados sobre os objetivos da pesquisa e o procedimento de resposta. Enquanto visitavam os parques, os participantes dispostos responderam a um questionário físico. O *software* excell foi utilizado para gerar gráficos e tabular as opiniões coletadas sobre os espaços verdes, além da elaboração de formulários e planilhas. Por último, antes que se realizasse a coleta de dados foi preciso estabelecer tanto as técnicas de registro desses dados como as técnicas para análise posterior. (Quadro 1).

Quadro 2: Unidades Ambientais da Cidade do Recife, suas morfologias, seus processos de superfície, as ocorrências de áreas verdes e o estado de conservação.

UNIDADES AMBENTAIS DA CIDADE DO RECIFE, MORFOLOGIAS/PROCESSOS DE SUPERFÍCIE/OCORRÊNCIAS DE AV e ESTADOS DE CONSERVAÇÃO								
	UNIDADE AMBIENTAL	BAIRRO	MORFOLOGIA	PROCESSOS DE SUPERFÍCIES	ÁREA VERDE / PARQUE	ÁREA	TIPO DE USO	ESTADO DE CONSERVAÇÃO
1	TERRAÇO MARINHO HOLOCÊNICO	Boa Viagem, Pina,	Cordões litorâneos alongados, paralelos à linha de costa	Ação das marés, ondas, correntes, erosão marinha decorrente de construções irregulares.	DONA LINDU	27.000 m2	Parque Esplanada, teatro, auditório, lazer.	EXCELENTE. Frequencia de utilização por parte dos cidadãos: ALTA
2	COLINAS	Macaxeira	Morfologia pluri-convexa e alta dissecação fluvial. Sedimentos arenosos com alto teor de argila ou solso residuais resultantes da alteração do embasamento do cristalino. Colinas dissecadas morros do N, W e S do município. Geralmente associadas à Fm. Barreiras em cotas entre 40 e 80 m	Ação antrópica, desmatamento para moradia e agricultura. Reirada de cobertura vegetal original.	JARDIM BOTÂNICO, MACAXEIRA, SÍTIO DA TRINDADE, DOIS IRMÃOS	100 .000 M2	Parque comunitário, academia da cidade, pistas de caminhada e corrida, lazer	BOM. Frequencia de utilização por parte dos cidadãos: ALTA
3	TERRAÇO MARINHO PLEISTOCÊNICO	Boa Viagem, Pina, Imbiribeira, Caçote, Areias, Estância, Jiquiá, Jardim São Paulo e Barro, nas imediações do Aeroporto Internacional dos Guararapes.	Cordões arenosos no interior da superfície	Escoamento superficial fora do alcance das marés, impermeabilização do solo e geração de alagamentos	JIQUIÁ	32.400 M2	Parque possue grande AV, porém não utilizada pela população, abriga posto do BOPE	PÉSSIMO. Frequencia de utilização por parte dos cidadãos:BAIXA.
4	TERRAÇO FLÚVIOMARINHO HOLOCÊNICO	Boa Viagem, Imbiribeira, Ipsep, Ibura, Caçote, Areias, Estância e Jiquiá	Faixa areno-argilosa encaixado entre os Terraços Marinhos Holocênico e Pleistocênico	Escoamento superficial difuso e Intenso retrabalhamento fluvial, ocorrência de enchentes e alagamentos.	SEM REPRESENTAÇÃO			
5	PLANÍCIE DE RESTINGA	Pina e Brasília Teimosa	Cordão arenoso no contato com o oceano e modelado por processos fluviais.	Erosão marinha e fluvial e alongamento do cordão arenoso, ocorrência de aterros e alterações na morfologia dos cordões arenosos.	SEM REPRESENTAÇÃO			
6	PLANÍCIE DE MARÉ	Pina, Imbiribeira, Areias, Jiquiá, Afogados e Ibura e associada aos baixos cursos fluviais dos rios Beberibe e Capibaribe, situados nos bairros correspondentes ao setor norte do ambiente de planície, como Santo Amaro, Campo Grande, Peixinhos, Boa Vista e Recife Antigo	Áreas planas situadas ao longo dos baixos cursos fluviais sob a forma de manguezais	Ação das marés e deposição flúviomarinha. Desmatamento das margens e supressão dos corpos hídricos com áreas de aterro, impermeabilização do solo e construções irregulares	PARQUE DOS MANGUEZAIS, ENCANTA MOÇA(BUFFER ZONE)	320.340 m2/ 182.000 m2	Parque Conservação - Propriedade da Marinha	EXCELENTE. Frequencia de utilização por parte dos cidadãos: ZERO- ÁREA DE MARINHA
7	PLANÍCIE FLÚVIOLAGUNAR	área central do Recife (Boa Vista, Joana Bezerra, São José, Afogados, Paissandu, Ilha do Leite, Santo Amaro, Derby e Ilha do Retiro); sul (Pina e Brasília Teimosa); oeste (Torre, Madalena, Zumbi, Cordeiro, Iputinga, Várzea, Caxangá) e norte (Arruda, Tamarineira, Ponto de Parada, Jaqueira, Parnamirim, Poço, Santana, Monteiro, Apipucos e Dois irmãos).	Áreas planas margeando os cursos fluviais até o interior da planície.	Erosão e deposição nas margens dos rios, ocupação por áreas residenciais e agrícolas.	PARQUE JAQUEIRA, SANTANA, CAIARA, APIPUCOS,	70.000 M2/63.000M2/ 18.000 M2	Parques comunitários, pistas de caminhada e corrida, lazer.	EXCELENTE/EXCELENTE/PÉSSIMO - respectivamente Frequencia de utilização por parte dos cidadãos: ALTA/MÉDIA/BAIXA - respectivamente
8	PLANÍCIE COLÚVIO-ALUVIAL INDIFERENCIADA	Várzea, Curado, Coqueiral, Sancho, Tejipió, Barro, Jardim São Paulo, Ibura, Jordão, Imbiribeira, Estância e Jiquiá,	Áreas planas a levemente inclinadas no contato com as colinas da formação barreiras	Erosão no alto curso e deposição no baixo curso dos rios, movimentos de massa nas áreas com maior declividad	SEM REPRESENTAÇÃO			
9	TERRAÇO INDIFERENCIADO	centro da cidade (Cabanga, São José, Santo Antônio, Boa Vista, Paissandu, Ilha do Retiro, Soledade e Santo Amaro); norte (Campo Grande, Campina do Barreto, Fundão, Espinheiro, Graças, Jaqueira, Encruzilhada, Hipódromo, Torreão, Rosarinho, Tamarineira, Bomba do Hemetério, Mangabeira, Água Fria, Casa Amarela, Casa Forte, Poço, Santana e Monteiro); e oeste (Afogados, Mustardinha, Mangueira, San Martim, Jardim São Paulo, Curado, Jiquiá, Bongi, Torrões, Prado, Madalena, Torre, Zumbi, Cordeiro, Iputinga, Engenho do Meio, Cidade Universitária, Caxangá e Várzea) que somados chegam a 47,6 km , constituindo a unidade de relevo com maior área na planície do Recife.	Grande variação morfológica ao longo dos setores da planície.	Escoamento difuso fora do alcance da marés, urbanização intensa, aterros, impermeabilização dos solos e geração de alagamentos.	PARQUE 13 DE MAIO			
10	CORPOS HÍDRICOS E CANAIS FLUVIAIS		Canais fluviais, Lagoas, açudes e Estuário das bacias hidrográficas das Principais bacias hidrográficas que drenam a planície	Escoamento de água e sedimentos a partir de fluxos canalizados. Canalização, retificação e	LAGOA DO ARAÇA			

Fonte: Elaborado pela autora (2020)

Figura 6: Unidades Ambientais da Cidade do Recife e ocorrências de áreas verdes.



Fonte: Elaborado a partir de CORRÊA (2006) e SOUZA et al. (2017).

Terraço Marinho Holocênico/Parque Dona Lindu

Com uma área de 4 km^2, largura média de 1 km e altitudes entre 2 a 4 m, são representados pela atual linha de costa, que se estende entre os bairros de Boa Viagem e Pina, na zona sul do Recife. É submetido frequentemente à erosão marinha e ao retrabalhamento dos sedimentos pelas ondas, marés e correntes. É perceptível a ocorrência de erosão do prisma praial como resultado do avanço da urbanização em direção ao litoral, gerando recuo da linha de costa. Na Zona Sul da cidade e inserido e em área considerada nobre, o **Parque Dona Lindu** com 27.000 m2 de área, foi tema de muita discussão, pois apesar de se tratar de um projeto de Oscar Niemeyer, de reconhecido valor estético, resultou por não atender à demanda dos moradores do bairro de Boa Viagem, que ansiavam por uma oportunidade de fruir de um ambiente que lhes aproximasse da natureza de forma distinta da praia que já lhe é característica. Neste caso, buscava-se a ideia idílica de conviver com um ambiente arborizado e sereno e a proposta final é de um parque esplanada, característico do renomado arquiteto, contendo teatro, galeria de arte para exposições, porém, sem atender as expectativas dos habitantes do entorno (figuras 7 a 8).

*Figura 7 e 8: **Parque Dona Lindu** – Área de alto valor imobiliário na zona sul da cidade do Recife, nota-se manutenção constante e programação cultural intensa. projeto Oscar Niemeyer.*

Fonte: Elaborado pelo autor em 11.08.2019

Colinas / Parque da Macaxeira

A unidade Colinas (figura 9) foi identificada por Corrêa (2006), tendo o relevo de identificado como de Colinas dissecadas – morros – situados a N, W e S do município do Recife. geralmente associados à Fm. Barreiras em cotas entre 40 e 80 m. Sua composição morfológica “pluri-convexa e alta dissecação fluvial” é destacada pela erosão dos “sedimentos arenosos com alto teor de argila ou solos residuais resultantes da alteração do embasamento do cristalino.” O autor evidencia, no estudo, que os dois tipos de colinas encontrados no Recife, tanto as argilosas, quanto as cristalinas são passíveis de processos que dão origem aos movimentos de massa nas encostas dos morros, quase que exclusivamente

desencadeados pela ação antrópica. A ação de retirada da cobertura vegetal original por parte do homem, quer para construção de moradias ou para atividades agrícolas, já estabelece um desequilíbrio ambiental, pois torna o terreno mais encharcado em momentos de chuvas fortes e desestabiliza as coberturas superficiais do sistema encostas pela ação dos cortes nas barreiras. As áreas de morros e colinas são em sua maioria ocupadas por populações de baixa renda, além de ocupações irregulares que levam a mais desmatamentos e cada vez à construção de mais habitações em áreas de risco. Para Corrêa (2006) os processos superficiais são incrementados pelo aumento da infiltração e do escoamento superficial que gera erosão, tornando os deslizamentos e desabamentos frequentes nas comunidades de morros.

Sobre a unidade Colina localiza-se o único parque metropolitano situado em área de encosta na cidade do Recife, inaugurado em 2014, o parque da Macaxeira foi estabelecido em uma Antiga fábrica de tecidos, a área foi repaginada para dar lugar a uma escola municipal e ao referido parque. Sua área é de 100.000 m^2, bastante frequentado nos finais de semana pela população de seu entorno, principalmente os moradores das proximidades da Av Norte (avenida de tráfego intenso) e trecho do bairro da Macaxeira. Durante os dias de semana, de segunda a sextas-feiras há uso das instalações da academia da cidade nos horários entre 6 as 9h30, ocorrendo também grande uso da pista de caminhada e corrida. Após esse horário, nota-se o relativo esvaziamento do parque, o que pode decorrer da falta de áreas arborizadas, o que torna o calor mais intenso, até o pôr do sol.

Terraço Marinho Pleistocênico / Parque do Jiquiá

Souza et al (2017) identificam o Terraço Marinho Pleistocênico como constituído pelos sedimentos Qtp, depositados por uma regressão marinha há cerca de 120.000 anos A.P, localizado na porção mais interna da planície flúvio-marinha do Recife sob a forma de antigas cristas praiais com cotas altimétricas variando entre 6 e 12 m e uma área de pouco mais de 10 km^2. Essas áreas apresentam-se como antigas linhas praiais vigentes em momentos pretéritos, quando o nível médio do mar estava mais elevado que o atual, na zona sudoeste do município de Recife, numa posição paralela aos atuais Terraços marinhos holocênicos, na área correspondente aos bairros de Boa viagem, Imbiribeira, Caçote, Areias, Estância, Jiquiá, Jardim São Paulo e Barro, nas imediações do Aeroporto Internacional dos Guararapes. Sobre esta unidade os resultados das transformações antrópicas são percebidos por meio da impermeabilização do solo com concreto, asfalto e pavimento, impedindo a infiltração de água e favorecendo o escoamento superficial, gerando alagamentos em dias chuvosos. A área verde pública representada nesta unidade ambiental é o parque do Jiquiá ocupando 32,4 hectares. Situado na Zona Oeste da cidade do Recife, o parque hoje abriga

um posto de policiamento do BOPE (Batalhão de Operações de Polícia), e não é utilizado pela população, nem mesmo pelos moradores do entorno. Sua manutenção é baixíssima e não há programações de eventos por parte de órgãos responsáveis – Prefeitura Municipal ou governo do Estado.

Em matéria de 2012 do Jornal do Comercio, a moradora Maria Inácia Nascimento declarou “Qualquer coisa que fizerem de bom para as crianças é bem-vindo”, registrando a carência do bairro. A negligência para com as áreas verdes públicas em áreas de baixa renda foi confirmada por meio da aplicação e compilação de dados dos questionários em determinados setores da cidade do Recife (figuras 9 e 10).

Figura 9 e 1013: **Parque do Jiquiá** – Zona Oeste, falta de manutenção e falta de investimentos, guarita de acesso ao parque no completo abandono, entorno: falta de limpeza e acúmulo de folhas e lixo..

Fonte: Elaborado pelo autor em 11.08.2019Figura 14:

Planície de Maré/Parque dos Manguezais e Encanta Moça

Com uma área de 5 km^2 , localiza-se no estuário comum na área compreendida pela bacia do Pina, ao sul da planície, nos bairros do Pina, Imbiribeira, Areias, Jiquiá, Afogados e Ibura e associada aos baixos cursos fluviais dos rios Beberibe e Capibaribe, situados nos bairros correspondentes ao setor norte do ambiente de planície, como Santo Amaro, Campo Grande, Peixinhos, Boa Vista e Recife Antigo, e setores correspondentes ao município de Olinda. Sobre a unidade é verificada a ação de marés, erosão e sedimentação fluvial. Apresenta episódios de enchentes decorrentes do desmatamento no entorno dos corpos hídricos, aterros, impermeabilização do solo e construções irregulares. Criado em 1996 pela Lei de Uso do Solo e posteriormente regulamentado em 2010, o parque dos Manguezais foi transformado em unidade ambiental protegida pelo decreto nº 25.565 de 01 de dezembro de 2010 que “Regulamenta a unidade protegida Parque dos Manguezais/Parque Josué de Castro, em conformidade com o Plano Diretor do Recife – Lei Municipal nº 17.511/2008 e com a Lei Federal nº 9.985/2000 que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC” (leismunicipais.com.br). Uma área de 320,34 hectares foi transformada em unidade de Conservação da Natureza, na categoria de parque natural municipal, estando este no grupo de proteção integral, de acordo com a lei federal nº 9.985/2000. (Brasil, 2001). Sendo a maior área de mangue em zona urbana no Brasil, com 320,34 hectares, o Parque

dos Manguezais, tem um papel importante, não só ambiental, mas também social, já que pescadores e marisqueiros vivem em comunidades e vilas, em suas palafitas às margens dos rios e canais de maré. Não obstante, a poluição e o odor decorrentes do lançamento de esgotos e lixo não tratado, contribuem para a degradação contínua dessa unidade de conservação, apesar das ações de conscientização ambiental tais como promovidas pela Secretaria de Meio ambiente da cidade do Recife (Figura 11).

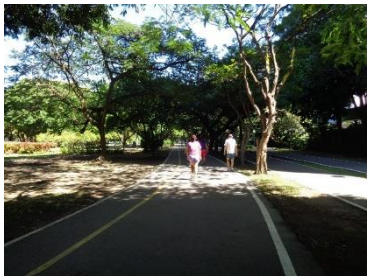
Figura 1115: **Parque dos Manguezais** – Zona Sul, maior área de mangue urbano do Brasil. Pesca predatória e ocupação ilegal (palafitas) e presença de shopping de grande porte em área do mangue.

Fonte: Folha de Pernambuco. Disponível em: https://www.folhape.com.br/

Planície Flúviolagunar / Parque da Jaqueira, Parque Santana e Parque do Caiara

Há um predomínio dos processos de erosão e acumulação de sedimentos nas áreas adjacentes ao canal fluvial. Também é verificada a ocupação da várzea dos rios por áreas agrícolas, comunidades carentes, edifícios e condomínios de luxo, constituindo uma área de grande densidade populacional. Observa-se, no Recife, o Parque da Jaqueira (Figuras 12 e 13), e o Parque Santana ambos bastante movimentados durante toda a semana devido ao fato de estarem inseridos em bairros de grande densidade populacional, além da presença de população flutuante em virtude da concentração de escolas, comércio etc. Iniciativas municipais como academia do bairro, yoga, e ginástica ao ar livre com orientadores, trazem a população para uma convivência social e prática esportiva, o que eleva a qualidade de vida urbana e estimula a preservação das áreas verdes pelo benefício propiciado.

Figura 12 e 1316: **Parque da Jaqueira** – Zona Norte, segundo maior parque metropolitano, 70.000 m2 de área, árvores de grande porte, sombreamento, temperatura amena, manutenção constante , imóveis de alto padrão imobiliário no entorno.



Fonte: Elaborado pelo autor em 15.07.2019

Por sua vez, o parque Santana (figura 14), inaugurado em 1958, contava inicialmente com 26.000 m^2, hoje, após reformas e expansão, possui 63.000 m^2, dos quais 40% são de área verde. Eventos como festival de jazz e shows são realizados frequentemente e suas árvores de grande porte à beira do rio Capibaribe constituem em um atrativo a mais para apreciação da natureza para os frequentadores. Como equipamentos, este parque possui academia da cidade, campo de futebol, quadra de tênis, pistas de skate, bicicross, caminhada, corrida e de bicicleta, além de atrações como parcão, espaço exclusivo para cachorros. Sua frequência durante a semana é baixa, uma vez que linhas de ônibus nessa região são escassas, ficando seu acesso limitado às pessoas que moram no entorno).

Figura 14 – Entrada: Área de alto valor imobiliário na zona norte da cidade do Recife, nota-se preocupação com estética e manutenção constante

Fonte: Elaborado pelo autor em 15.07.2019

Registramos ainda que o Parque Santana não possui comércio fixo no seu entorno, predominando prédios e casas residenciais, possuindo apenas o comércio informal nos finais de semana para atender os frequentadores, diferentemente do Parque da Jaqueira o qual está situado entre comércio variado, galerias de lojas, livrarias e cafés, além de escolas e colégios particulares de médio e grande porte. Este fator, a localização do Parque da Jaqueira em bairro de grande densidade de habitação, comércio, escolas, grande movimentação de transeuntes e detentor de malha de ônibus extensa, faz com que este seja um parque de

elevada frequência. Dentre os seus atrativos destacam-se a academia da cidade, aulas de yoga, pista para caminhada e corrida e áreas específicas para encontros de grupos de ginástica funcional e passeios de bicicletas. Não se pode deixar de mencionar a grande quantidade de pessoas que se utilizam deste parque para aulas de fotografia, e elaboração de books fotográficos, uma vez que suas flores e canteiros estão sempre bem cuidados e à disposição dos usuários.

O **Parque do Caiara**, por sua vez, com 18.000 m^2, apresenta uma estrutura de quadras poliesportivas, pista de caminhada, corrida, skate, além de um píer em madeira no trecho às margens do rio Capibaribe, porém não é utilizado pela população do entorno, não apresenta árvores de grande porte e a insolação apresenta-se bastante forte e intensa, sua manutenção não é frequente, apresentando pintura gasta, grades resgadas e enferrujadas. Observou-se a presença de animais pastando durante a sessão de fotografias par registro desta pesquisa, no entanto não foram vistas pessoas utilizando o parque fato que inviabilizou a aplicação do questionário.

Resultados e Discussão

O primeiro comparativo entre a distribuição das unidades ambientais da cidade do Recife e as áreas verdes estudadas, evidencia uma ocorrência dessas últimas dispersas pelo tecido da cidade, abrangendo as unidades ambientais indicadas na figura 1. Não obstante, as áreas verdes não abrangem todas as regiões de grande concentração populacional da cidade e, portanto, não atendem toda a demanda dos cidadãos de forma a satisfazer a necessidade de bem-estar para todos. Isto posto, tem-se áreas verdes em 5 unidades ambientais na cidade do Recife, a saber: o **Terraço Marinho Holocênico**, onde encontra-se localizado o **Parque Esplanada Dona Lindu**, no bairro de Boa Viagem, a unidade ambiental de **Colinas**, onde está localizado o **Parque da Macaxeira**, no bairro da Macaxeira, a unidade ambiental do **Terraço Marinho Pleistocênico**, onde encontra-se o **Parque do Jiquiá**, no bairro do Jiquiá, a unidade ambiental da **Planície de Maré**, onde se encontra o **Parque dos Manguezais** e a área do futuro **Parque Encanta Moça**, no Pina e Boa Viagem, e por fim, a unidade ambiental da **Planície FlúvioLagunar** onde encontram-se os **Parque de Santana,** no bairro de Santana, **Parque da Jaqueira,** no bairro da Jaqueira e **Parque do Caiara**, no bairro da Iputinga.

Sendo assim, verificou-se que nas outras 5 unidades ambientais/geomorfológicas tipificadas por Souza et al, as quais são, o **Terraço Flúvio Marinho Holocênico**, nos bairros da Imbiribeira, Ipsep, Ibura, Caçote, Areias, Estância, a unidade ambiental **Planície de Restinga**, onde encontram-se os bairros do Pina e Brasília Teimosa, a **Planície Colúvio-Aluvial Indiferenciada**, onde encontram-se Várzea, Curado, Coqueiral, Sancho, Tejipió, Barro, Jardim São Paulo, Ibura, Jordão, Imbiribeira, Estância e Jiquiá, a unidade **Terraço**

Indiferenciado, onde encontram-se o centro da cidade (Cabanga, São José, Santo Antônio, Boa Vista, Paissandu, Ilha do Retiro, Soledade e Santo Amaro); a zona norte (Campo Grande, Campina do Barreto, Fundão, Espinheiro, Graças, Encruzilhada, Hipódromo, Torreão, Rosarinho, Tamarineira, Bomba do Hemetério, Mangabeira, Água Fria, Casa Amarela, Casa Forte, Poço, Santana e Monteiro); e oeste (Afogados, Mustardinha, Mangueira, San Martim, Jardim São Paulo, Curado, Jiquiá, Bongi, Torrões, Prado, Madalena, Torre, Zumbi, Cordeiro, Iputinga, Engenho do Meio, Cidade Universitária, Caxangá e Várzea) que somados chegam a 47,6 km^2 , constituindo a unidade de relevo com maior área na planície do Recife e por fim os **Corpos Hídricos e Canais Fluviais**, que não possuem representação de áreas verdes públicas de relevância para população do entorno e a população em geral.

Um segundo resultado foi obtido nesta pesquisa através da aplicação de um questionário (COSTA et al., 2008) aos usuários dos parques e áreas verdes em estudo e evidencia qual a percepção destes em relação às áreas na cidade do Recife como um todo e especificamente para a área em que se encontravam. A aplicação do formulário buscou identificar qual o sentimento e a consciência do cidadão para com a utilização do parque e/ou área verde específica da entrevista realizada, como esta influencia em seu cotidiano, e qual a percepção do cidadão de como o poder público trata áreas verdes públicas. Se por um lado áreas verdes localizadas em bairros de baixa renda tem sua segurança negligenciadas e faltam investimentos em equipamentos para usos por parte da população, como aqui registrados fotograficamente nos parques do Jiquiá, Caiara e Macaxeira, por outro, áreas verdes situadas em locais de poder aquisitivo alto com imóveis de alto padrão, a exemplo de bairros nobres da cidade, como Jaqueira, Santana e Boa Viagem com edifícios residenciais e comerciais de alto padrão e equipamentos como shoppings e restaurantes, apresentam excelente conservação. Compara-se aqui o Parque de Santana e o Parque do Jiquiá, o primeiro possui manutenção constante por parte das autoridades competentes, oferecendo aluguel de bicicletas para seus frequentadores, eventos como festivais de jazz e encontros de orquidários, além de parcão para treinamento de cães domésticos às margens do rio Capibaribe. A própria apresentação da entrada do parque Santana condiz com o bom estado de suas instalações e afluência do seu entorno. Por outro lado, o Parque do Jiquiá, cuja entrada também foi registrada fotograficamente, contrasta em todos os aspectos com o primeiro.

Considerações Finais

Os resultados mostraram que a população entrevistada se mostrou completamente interessada na melhoria das áreas verdes públicas. 100% dos entrevistados responderam que a cidade, por meio das autoridades públicas competentes deve designar verbas para a manutenção das áreas verdes públicas existentes, 100% também acham que devem ser

investidos recursos na criação de novas áreas verdes públicas. Na última questão, a 3.3, 24% dos entrevistados acham que as áreas verdes devem permanecer como estão e 32% acham que as mesmas não devem permanecer como estão, em termos de manutenção e usos como descrito acima.

No segundo momento do questionário, as questões voltaram-se para as áreas verdes públicas específicas onde os questionários foram aplicados, com perguntas sobre a acessibilidade, manutenção, atividades econômicas do entorno, atividades físicas e academia da cidade, qual a percepção do entrevistado para a parte social, com perguntas como “são mais pessoas solteiras ou são mais famílias os frequentadores desta área ?” sempre lembrando ao entrevistado que o foco era a área em que a entrevista estava sendo realizada. Uma prospecção para criação de nova área verde no entorno do local da realização da entrevista também foi realizada, na qual o entrevistado foi perguntado se a mesma influenciaria no bem-estar da população, se a população usaria uma possível nova área verde nas proximidades, se esta influenciaria na avaliação dos valores dos imóveis do entorno.

50% dos entrevistados acham que o parque em que se encontrava é muito acessível, 2,9% acham que é pouco acessível e 11,8% acham que é razoável, deram nota 5 para esta questão. 23,5% acham que o parque é bem cuidado, 5,9% acham que não é bem cuidado e 17,6% acham que não é bem nem mal cuidado. Em termos de custo de manutenção, 5,9% acham que o custo é alto, 8,8% acham que é baixo e 8,8% acham que é razoável, nem alto nem baixo. Quando perguntados sobre a visitação do parque por parte da população, 61,8% acham que o parque em que se encontram é bastante visitado, 2,9% acham que é pouco visitado e 5,9% acham que é razoável, aqui lembrando a falta de frequentadores no Parque do Caiara e a não utilização do Parque do Jiquiá por parte da população do entorno. Nesta mesma linha de verificação do sentimento, a pergunta desdobrou-se para verificar sobre a percepção da apreciação da área, onde 61,8% acham que a área é bastante apreciada pela população, 5,9% acham que não é apreciada e 2,9% acham que o nível de apreciação é razoável. 41,2% dos entrevistados acham que o parque ou área verde pública atrai atividades econômicas, 2,9% acham que não atrai e 8,8% acham que é indiferente. Dando continuação aos resultados da pergunta, 29,4% acham que a área possui atividade nos arredores, 8,8% acham que não possui atividades econômicas nos arredores e 5,9% nem acham que possui nem que não possui. 73,5% dos entrevistados acham que o parque deve ter mais atividades como exemplo academia da cidade, aulas de ioga e ginástica para “melhor idade”, 2,9% acham que devem permanecer com o mesmo uso.

Por fim, esta pesquisa nos mostra a desigualdade com que parques e áreas verdes públicas são tratadas, por parte dos órgãos públicos competentes, contudo, mostra como a população da cidade do Recife percebe a situação atual dessas áreas verdes, como os

citadinos percebem a forma com que a cidade está sendo provida e como estes sentem a manutenção e preservação dos espaços verdes, de lazer e esporte públicos. Os resultados mostram que 78% da população percebem que a quantidade de áreas verdes existentes é suficiente para a cidade, 5% acham que as mesmas são distribuídas igualmente, ficando igualmente distribuídas as opiniões sobre a concentração e dispersão das áreas verdes por toda a cidade. 17% dos entrevistados acham que as áreas verdes ficam entre o centro da cidade e a área periférica.

Referências

CORRÊA, A.C. B. Contribuição à análise do Recife como um Geossistema Urbano. Revista de Geografia da UFPE, Vol.23, n.3. p.86-102, Recife: UFPE, 2006.

COSTA, S. C.; ALLAN, G.; KASPERIDUS, H.; SUKLJE-ERJAVEC, I.; MATHEY, J. Greenkeys-Tool For Public Perceptions And Attitudes Towards Urban Green Space. Leibniz Institute Of Ecological And Regional Development, Dresden, 2008.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO. Parque dos Manguezais requer cuidados. 27.10.2017. Disponível em: https://www.diariodepernambuco.com.br/.

Gonzalo de La Fuente de Val, Urban Foresry & Urban Greening (2023) 127863. The Effect of Spontaneous Wild Vegetatios on Landscape Preferences in Urban Green Spaces. Fondo Verde ONG & instituto Superior de Medio Ambiente (ISM), Madrid, España

JORNAL DO COMERCIO. Prefeitura apresenta projetos para o Parque do Jiquiá. 07.12.2012. Disponível em: https://jconline.ne10.uol.com.br/canal/cidades/noticia.

JORNAL DO COMERCIO. Proposta para o Parque do Jiquiá será apresentada à sociedade. 13.07.2017. Disponível em: https://jconline.ne10.uol.com.br/.

LAKATOS, EVA MARIA. Fundamentos de Metodologia Científica. 7. Ed. – São Paulo: Atlas,

NOGUEIRA, O. Pesquisa Social - Introdução as suas técnicas. p. 128, Companhia Editorial Nacional, 1964.

PREFEITURA DA CIDADE DO RECIFE. Informações Parques Da Cidade Do Recife. Disponível em: https://visit.recife.br/.

RECIFE. Lei nº 17.511/2008: Promove a revisão do Plano Diretor da Cidade do Recife. Recife, 2008. Disponível em: https://leismunicipais.com.br/.

RÁDIO JORNAL. Parque do Jiquiá. 13.07.2017. Disponível em: https://radiojornal.ne10.uol.com.br/ canal/cidades/geral/noticia/2017/07/13

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA CIDADE DO RECIFE. Estatuto da Cidade. Disponível em: www.recife.gov.pe.br/planodiretor.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE. Parque dos Manguezais inicia processo de elaboração de plano de manejo. 24.08.2018. Disponível em: http://meioambiente.recife.pe.gov.br/noticias/parque-dos-manguezais-.

SOUZA, J. L.; CORRÊA, A. C. B.; SILVA, O. G. Compartimentação Geomorfológica da Planície do Recife, Pernambuco, Brasil. Revista de Geografia (Recife), v34, nº 1, 2017.

Índice de Geodiversidade da Área de Preservação Ambiental (APA) de São Desidério, Bahia

Geodiversity Index of the Environmental Preservation Area (APA) of São Desidério, Bahia

Matheus Ricardo Bárbaro Ribeiro
Universidade Federal do Oeste da Bahia
https://orcid.org/0009-0007-6898-0366
matheusbarbaro19@gmail.com

Georghinto Diego Feitosa
Universidade de Brasília
http://orcid.org/0000-0003-3543-6544
georghintondiego@gmail.com

André de Oliveira Souza
Universidade Federal do Oeste da Bahia
http://orcid.org/0000-0002-4937-0470
andreos@ufob.edu.br

Resumo: A geodiversidade está pauta diante das estruturas do meio abiótico, propondo uma nova perspectiva diante dos fatores que resultam nas feições do próprio relevo e dos aspectos geológicos, como solo, clima, hidrografia entre outros. Nesse aspecto, a geodiversidade se torna uma ferramenta chave para a preservação, conservação e legitimidade do patrimônio natural e do planejamento ambiental. Entretanto, é necessário propor metodologias que estudem a aplicabilidades desse tema diante das perspectivas das políticas de gestão ambiental, além dos pressupostos técnicos, para que assim, se potencialize o entendimento da geodiversidade, para as devidas finalidades territoriais, principalmente referente ao patrimônio geológico e geomorfológico. Dessa forma, a proposta desse trabalho se propõe a estudar a aplicabilidade para o índice de geodiversidade no município de São Desidério, na Bahia, para propor as maneiras em que a diversidade geológica e geomorfológica, podem tornar fortes indicativos para o próprio planejamento territorial e ambiental.

Palavras-chave: Geodiversidade; Planejamento Ambiental; Índices; Abiótico.

Abstract: Geodiversity is on the agenda in the face of the structures of the abiotic environment, proposing a new perspective on the factors that result in the features of the relief itself and geological aspects, such as soil, climate, hydrography, among others. In this respect, geodiversity becomes a key tool for the preservation, conservation and legitimacy of natural heritage and environmental planning. However, it is necessary to propose methodologies that study the applicability of this theme in view of the perspectives of environmental management policies, in addition to technical assumptions, so that the understanding of geodiversity is enhanced, for the due territorial purposes, mainly referring to the geological and geomorphological heritage. In this way, the purpose of this work is to study the applicability of the geodiversity index in the municipality of São Desidério, in Bahia, to propose the ways in which geological and geomorphological diversity can become strong indicators for territorial and environmental planning itself.

Keywords: Geodiversity; Environmental Planning; Indexes; Abiotic.

Introdução

A Geodiversidade é discutida por geólogos e geomorfólogos desde a década de 90 com o intuito de descrever a variedade do meio abiótico, existente nos fenômenos e processos geológicos que compõe a origem da paisagem, como solos, clima, minerais, formações

rochosas, águas e busca agregar a cultura, economia, educação e turismo. Estes elementos são capazes de formar paisagens com características únicas, com elevado valor científico e educativo que dão origem aos Geossítios. Os Geossítios são locais de interesse geológico, nos quais os processos responsáveis pelas formações possuem grau de raridade e podem ser explorados para pesquisas cientificas, turismo, divulgação cultural e, portanto, em conjunto são reconhecidos como patrimônio geológico e em sua maioria são ambientes frágeis e podem estar em ameaça devido a exploração de recursos minerais, por este motivo são também áreas-chaves para a Geoconservação.

O reconhecimento e mensuração de potenciais áreas a serem enquadradas como Geosítios, são geralmente conduzidos por meio da aplicação de abordagens quantitativas. Assim, o índice de Geodiversidade propõe identificar hotspot (áreas com maiores ou menores valores), contribuindo para o reconhecimento de áreas como prioridades para tomadas de decisão sociais e políticas que agregam no planejamento territorial. Nesta perspectiva, Feitosa (2019) propôs a implementação de uma Geoparque no município de São Desidério, localizado na região oeste do estado da Bahia, o qual contempla onze geossitios e, destes, oito estão inseridos na Area de Preservação Ambiental de São Desidério.

O município de São Desidério está localizado no extremo oeste baiano e possui 32.828 mil habitantes, segundo o censo de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Possui como sua principal atividade econômica a agricultura para exportação de comodities, como soja e algodão; entretanto o turismo no município vem sendo explorado nas últimas décadas por meio de práticas esportivas de escalada em afloramentos de calcário, pela culinária e por seus balneários fluviais, além de contar com o turismo de natureza e educação no território da APA e do Parque Municipal da Lagoa Azul, a qual apresenta imponente beleza cênica resultante, em partes, dos substratos formados por litologias cársticas. Contudo, também se constitui como uma área de fragilidade de modo que em 2005 criou-se o parque por meio do decreto N° 07/2005 na categoria de Proteção Integral, com o objetivo de preservar o ambiente cárste e hidrocarste da Lagoa Azul (Figura 1) e da Gruta do Catão, (Figura 2).

Figura 1 – Lagoa Azul.

Fonte: Acervo Secretaria de Meio Ambiente e Turismo (2023).

Figura 2 – Gruta do Catão.

Fonte: Acervo Secretaria de Meio Ambiente e Turismo (2023).

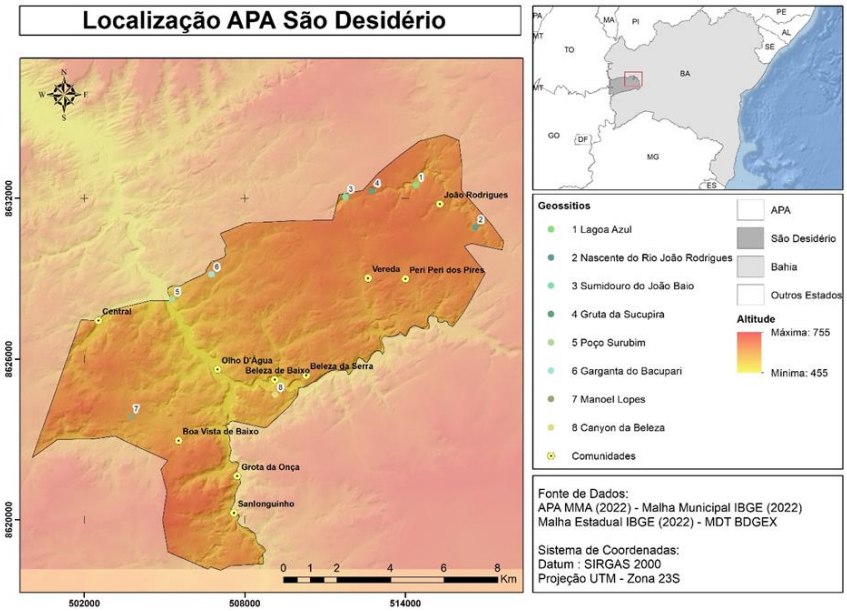
As Áreas de Preservação Ambiental no Brasil são criadas através da lei n° 6.902/1981, na qual o poder executivo pode declarar áreas de interesse para a proteção ambiental, com intuito de assegurar o bem-estar das populações humanas e conservação ou melhorar as condições ecológicas locais. APA's se encaixam como unidades de uso sustentável de acordo a lei n° 9.985/2000, que dispõe sobre serem áreas extensas, com ocupação humana e que apresente atributos bióticos, abióticos ou culturais, constituída por terras públicas e privadas. A APA de São Desidério foi criada a partir do decreto n° 10.020/2006, possuindo 10.96,14 hectares, de acordo com o Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA),

considerou-se para criação da APA o patrimônio geológico, espeleológico, paleontológico, cultural da região e seu apreciável valor cênico que podem ser apreciadas tanto nas comunidades tradicionais como nos atrativos turísticos no território da área. Por possuir várias formações cársticas como cavernas, dolinas, grutas, paredões, sumidouros e nascentes, foram catalogados 8 desses atrativos como geossitios dentro da APA (Figura 3), todos eles demostram os valores da geodiversidade sendo eles científico, educativo, turístico, cultural e estético, apresentados por Nascimento et al, 2008.

Destarte, o presente estudo é necessário para entender a Geodiversidade da APA e a variação dos índices próximos aos Geossitios e, assim, disponibilizar ao órgão responsável um documento para tomadas de decisão nos atrativos da APA. Alguns dos Geossitios apresentam características raras e são ambientes bastante frágeis, como o Parque Municipal da Lagoa Azul que “consiste em uma lagoa inserida no fundo de uma depressão cárstica, cercada de paredes rochosas e verticalizadas por todos os lados” (Pereira et al, 2018), o que aponta ter sido formada por abatimento do teto, fazendo surgir a dolina que é vista hoje. Por outro lado, na Gruta do Catão também localizada no Parque Municipal, encontra-se espeleotemas raros, fixados nas paredes da entrada da gruta, “Estes espeleotemas apresentam aspecto de escorrimento, cor ocre a avermelhada, com formas arredondadas e reveste praticamente todas as paredes das duas bocas da cavidade” (Idem, p. 33), além de possuir elevado valor educativo e histórico para a região.

Partindo deste cenário, o presente estudo se aprofunda em levantamentos bibliográficos das metodologias para o Índice de Geodiversidade e tem como objetivo apresentar a Geodiversidade da APA, bem como espacializar os geossitios e comunidades próximas as áreas de maior Geodiversidade.

Figura 3 – Mapa de Localização APA São Desidério.



Fonte: Os autores (2023).

Referencial Teórico

Como conceitos apontados neste trabalho vale ressaltar as perspectivas relacionadas à geodiversidade, inicialmente como uma estrutura que consiste, de forma simplificada, em processo de condições oriundas da litologia, e consequentemente, das formações processuais que implicam na diversidade das formações geológicas, resultando no patrimônio geológico ou geomorfológico (FEITOSA, 2019).

Assim, a geodiversidade, tem na sua variedade de ambientes e processos geológico-abióticos existentes, baseado nessas convicções durante o desenvolvimento conceitual, durante muito tempo a geociência aperfeiçoou o aporte a respeito da temática da geodiversidade, o que permitiu, agregar uma discussão teórica maior nos debates a respeito da temática e dos estudos aplicados, uma vez que são recentes os aparatos teóricos e metodológicos que tratam sobre esse tema.

O período que inicia os debates é da metade da década de 1980, sendo a geodiversidade ainda pouco difusa, se comparados aos estudos teóricos e metodológicos da vertente biológica e da biodiversidade tinha naquele dado momento (FEITOSA. 2019; PEREIRA, 2018).

Assim, o conceito sobre a geodiversidade, se fortalece de fato na década de 90, proporcionando o contraponto a biodiversidade, onde propõem a relevância dos elementos abióticos como referência às questões conciliadas aos aspectos que constituíam de forma cênica às paisagens do ponto de vista geológico e geomorfológico (SERRANO CAÑADAS e RUCHKYS, 2007). Para Stanley (2000) citado por Nascimento et al (2008) considera a geodiversidade como a variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra.

Em algum momento a geodiversidade estava sendo estudada, com o aporte teórico, sendo difundida pelas condições conceituais, de forma densa, sem aplicabilidade intensa de metodologias qualitativas e quantitativas (Forte et ali. 2018). Cabe o uso da espacialização ou métodos combinados que consigam sistematizar a ideia dos estudos das áreas de geodiversidade ou áreas de interesse geológico, entretanto, o aporte cartográfico está timidamente despontando diante das avaliações e apontamentos pela literatura, ótimas ferramentas para a análise da geodiversidade, mesmo ainda com métodos pouco padronizados (ZWOLIŃSKI, NAJWER e GIARDINO, 2018).

Para Lopes (2021), mesmo sendo ainda vagaroso o processo sobre a relação da investigação através da cartografia com a aplicação de outras técnicas, condicionadas a análise quantitativa, permite também a compreensão e as dimensões espaciais da

geodiversidade de um território, entretanto a dificuldade estaria nos alinhamentos estatísticos e nas escalas adequadas da geodiversidade investigada (HJORT & LUOTO, 2010; SILVA, et al., 2013; PEREIRA et al., 2013).

Pode-se dizer que o estudo da geodiversidade tem cunho ambiental, tornando-se uma ferramenta realmente relevante à gestão ambiental e podendo ser possível para propor o fortalecimento das circunstâncias econômicas. Da perspectiva do planejamento, pode se considerar nos estudos à geodiversidade fatores abióticos, como o próprio clima, relevo, geologia e geomorfologia, por exemplo, constituindo uma ferramenta para a gestão ambiental e o planejamento local (VEIGA. 1999).

Metodologia

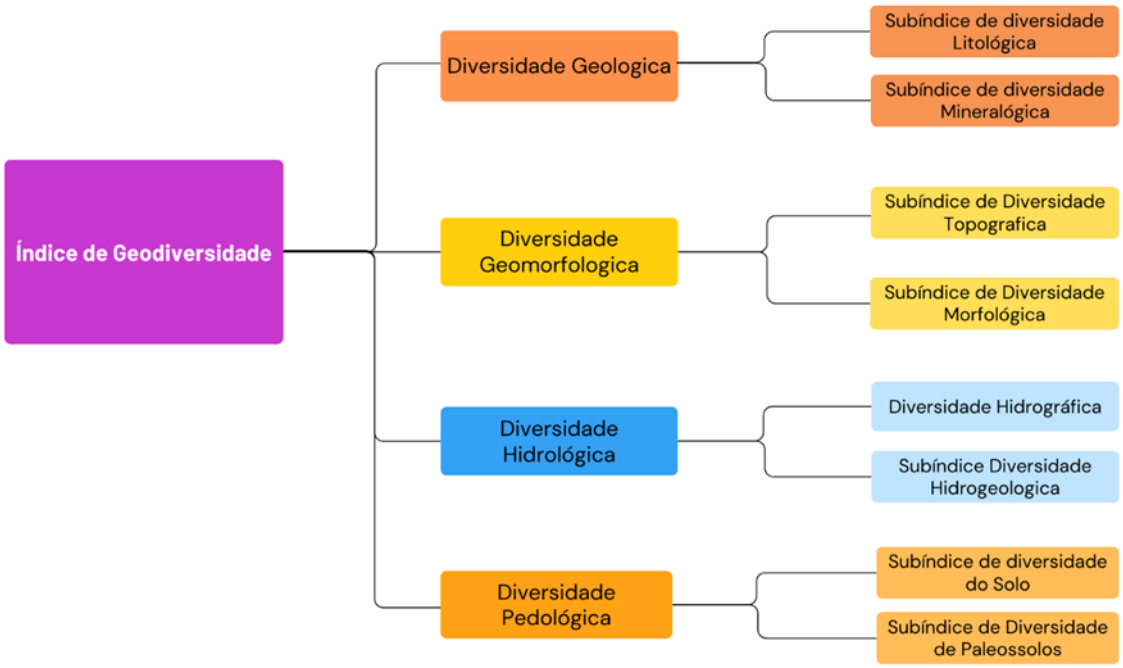
O índice de Geodiversidade da APA São Desidério consistiu em levantamentos bibliográficos a respeito das metodologias de mapeamento da Geodivesidade, com cálculos dos índices e subíndices. Seguindo a proposta de Bétard (2017) e Carvalho Neta et al. (2019), os quais envolve o cálculo de quatro índices parciais considerados os principais componentes da Geodiversidade. Os dados adquiridos foram arquivos vetoriais, disponibilizados no site do IBGE que contêm a Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Hidrografia da área de estudo e especializados em ambiente SIG, em seguida gerou-se um grid sobrepondo as dimensões da APA para realizar a variação dos índices. Pereira et al 2013, consideram a sobreposição do grid em um mapa como procedimento básico na avaliação da geodiversidade de qualquer território.

Carvalho Neta et al (2019) utilizou o grid no tamanho de 2,5 km x 2,5 km para realizar o índice de Geodiversidade do Geoparque UNESCO Araripe, com escalas cartográficas variáveis ente 1:200.000 e 1:600.000. Considerando o território da APA de São Desidério com aproximadamente 10.96,14 hectares e bases cartográficas nas escalas 1:250.000, as quadriculas do grid ficaram no tamanho de 500 m x 500 m com 519 quadriculas para realizar uma diferenciação maior dos resultados. A manipulação dos dados vetoriais e matriciais se realizou em ambiente SIG, pelo software ArcGis versão 10.4, no qual todos os dados foram convertidos para projeção cartográfica Universal Transversal de Mercator – UTM e Datum - SIRGAS 2000 - Zona 23S, em que se encontra a APA, os rasteres e shapefile foram recortados pelo polígono da área de estudo. Realizados estes processos, os subíndices são somados e valores são reclassificados em até cinco classes, com a finalidade de gerar o indicie final de geodiversidade da APA.

Assim, o cálculo para o índice é resultante da soma das seguintes quatro parciais, com forme visto no fluxograma (Figura 4), primeiro o índice de diversidade geológica foi somado a dois subíndices: litologia e mineralogia; na segunda parcial, os subíndices

somados foram: topografia e morfologia; na terceira somaram-se a diversidade hidrográfica condizente a rede hidrográfica superficial e a diversidade hidrogeológica condizente ao potencial de águas subterrâneas; e, por fim, no quarto índice somou-se a diversidade de solos e a ocorrência de paleossolos.

Figura 4 – Fluxograma.



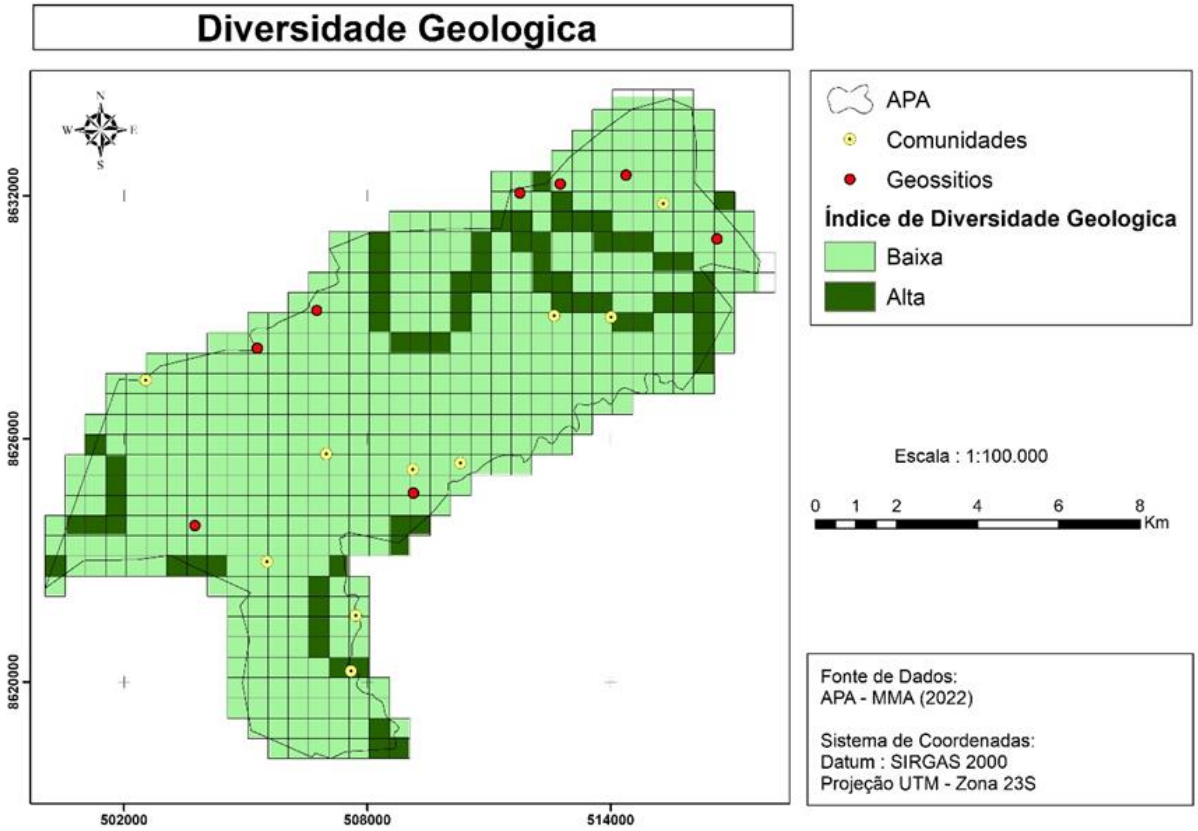
Fonte: Os autores (2023).

Resultado e Discursão

A elaboração da geodiversidade da APA foi desenvolvida com o somatório dos índices e subíndices dos elementos fundamentais da geodiversidade, geologia, geomorfologia, pedologia e hidrografia, a partir de dados cartográficos disponibilizados pelo IBGE. As (Figuras 5 e 6) apresenta os índices de geologia e geomorfologia, já as (Figuras 7 e 8) correspondem aos índices de hidrografia e pedológica. O índice de diversidade geológica foi elaborado a partir da diversidade litológica e de ocorrências mineralógicas que não foram identificadas na área da APA, atribuindo o valor de 0. Se tratando da litologia foram identificadas duas litologias atribuindo valores de 1 a 2, sendo formações de arenito e meta calcário em maioria, utilizando a ferramenta “Zonal Statistics” com o tipo de estatística sendo “Variety” que realiza o cálculo da variedade do número de valores exclusivos para todas as células no raster em cada célula do grid de 500 m x 500m. Feito o cálculo de cada subíndice os arquivos vetoriais já convertidos em raster foram somados, através da ferramenta *“Raster calculator”* para resultar no índice de diversidade geológica.

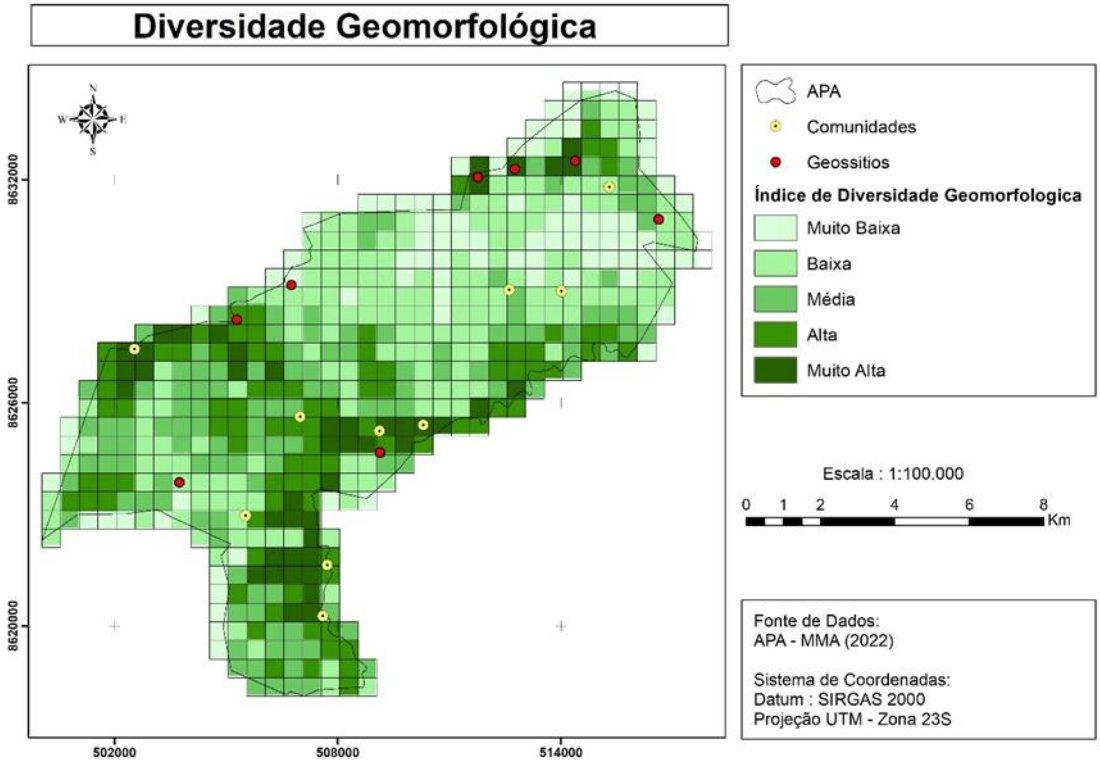
A diversidade geomorfológica realizado com o subíndice de diversidade topográfica gerado com o Modelo Digital de Terreno – MDT, de 5m de resolução, disponibilizados pelo Banco de Dados do Exército Brasileiro (BDGEX), para o cálculo deste subíndice foi utilizada a ferramenta *"Zonal Statistics"* e tipo de estatística *"Range"* que permite calcular para cada quadrado do grid a diferença entre altitude máxima e a mínima do MDT. Outro subíndice é o de diversidade morfológica, na qual foram identificadas as formações em pediplano, topo aguçado e topo convexo, também calculada pela ferramenta *"Zonal Statistics"* com o tipo de estatística sendo *"Variety"* mesma utilizada na diversidade litológica, assim somados os dois subíndices com a ferramenta "*Raster calculator*".

Figura 5 – Mapa de Diversidade Geológica.



Fonte: Os autores (2023).

Figura 6 – Mapa de Diversidade Geomorfológica.

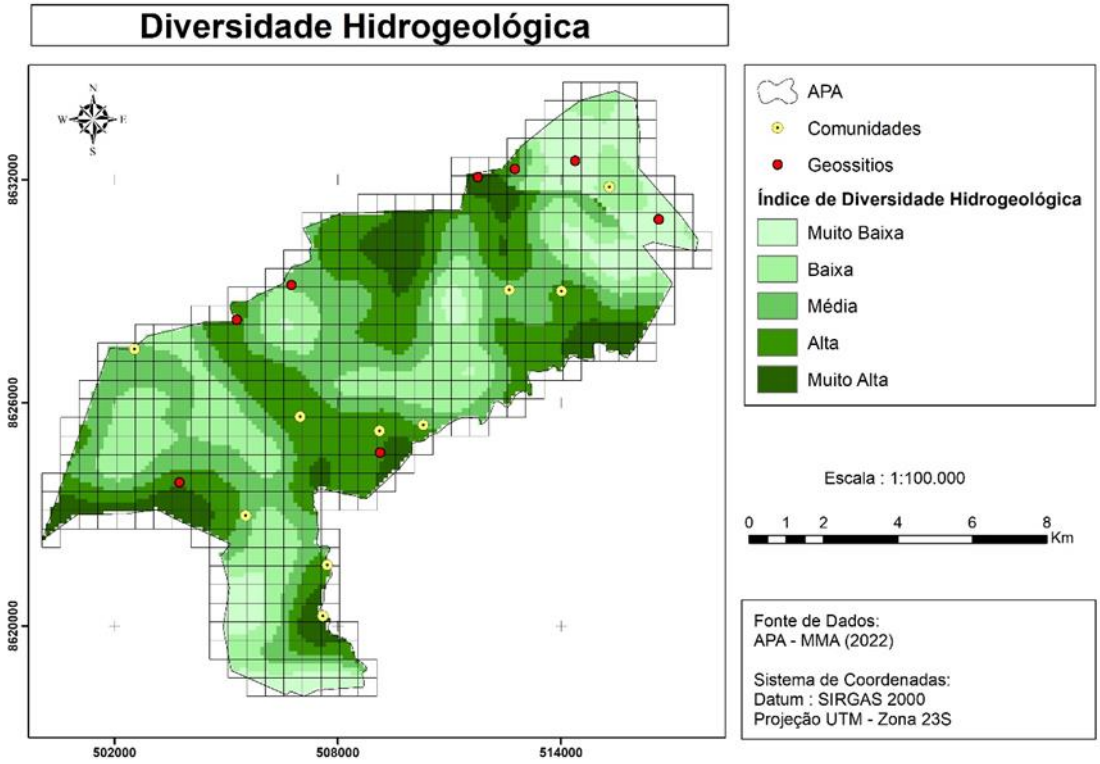


Fonte: Os autores (2023).

O cálculo de geodiversidade hidrológica, avaliou-se a rede hidrográfica superficial e as potencialidades de águas subterrâneas, para analisar a diversidade hidrográfica se fez necessário extrair do MDT a rede de drenagem através da ferramenta do ArcGis "*Flow Direction"* e *"Flow Accumulation",* em seguida convertendo o raster para vetor e submeter os cursos d'agua à interpolação utilizando a ferramenta *"Kernel Density",* obtendo-se os indicadores das áreas de maior e menor densidade da drenagem na APA. Para diversidade hidrogeológica analisou-se o tipo de aquífero, sendo eles poroso e poroso fissural este possuindo peso maior por se encontrar formações carsticas na região leste da APA, ambos possuem coberturas sedimentares. Desta forma os arquivos raster foram somados, como nos outros subíndices.

O índice de diversidade pedológica teve os subíndices de diversidade dos solos e a ocorrência de paleossolos, obtendo-se o resulto da baixa variedade de solos, sendo eles cambissolos em maioria, latossolos amarelado e no encontro entre latossolo vermelho e neossolos quartzanênico notou-se uma maior diversidade, subíndice foi calculado a partir das mesmas ferramentas para o subíndice de diversidade litológica e morfológica. Nas fontes pesquisadas não se encontrou vestígios de neossolos na área de estudo.

Figura 7 – Mapa de Diversidade Hidrogeológica.

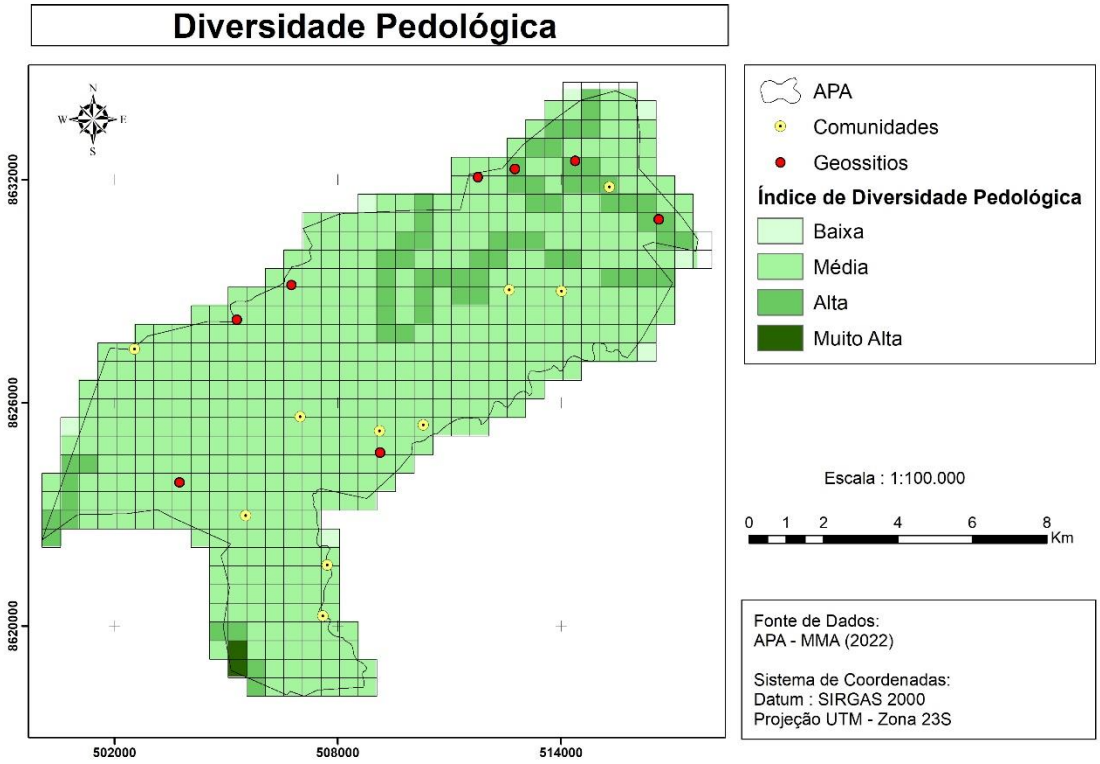


Fonte: Os autores (2023).

De todo os índices, vale ressaltar que o de diversidade hidrogeológica, contempla o Complexo do rio João Rodrigues, onde os canais são responsáveis por parte dos geossítios e das áreas de interesse geológico, formando pontos de sumidouro e áreas de apelo cênico, como Parque Municipal Lagoa Azul, Gruta do Catão e Poço Surubim, são pontos de insurgência e ressurgência, que propiciam uma dinâmica subterrânea incrivelmente alta, ainda se pode fazer a ressalva que o índice comprova a fragilidade do sistema, uma vez que a área está densamente condicionada pelo sistema hidrogeológico.

O uso do solo é utilizado para a agricultura de subsistência e de base familiar, existem aras de ecótonos por toda extensão da área, entre Floresta semidecídua, Mata Atlântica, Cerrado Stricto Sensu e Caatinga, esse comportamento indica solos com o perfil extremamente rasos (Figura 08), gerando um substrato arbóreo extremante raro na região, fator que condicionou a criação da APA. Além desse fator, estão catalogadas mais de 200 cavernas e feições cavernícolas, distribuídas nas formações cársticas do território da APA, catalogadas pelo Centro nacional de Pesquisa e Conservação de Cavernas – CECAV, o que comprova a condição da estrutura pedológica e a dinâmica hidrogeológica, responsável pela estrutura cavernícola da área da APA.

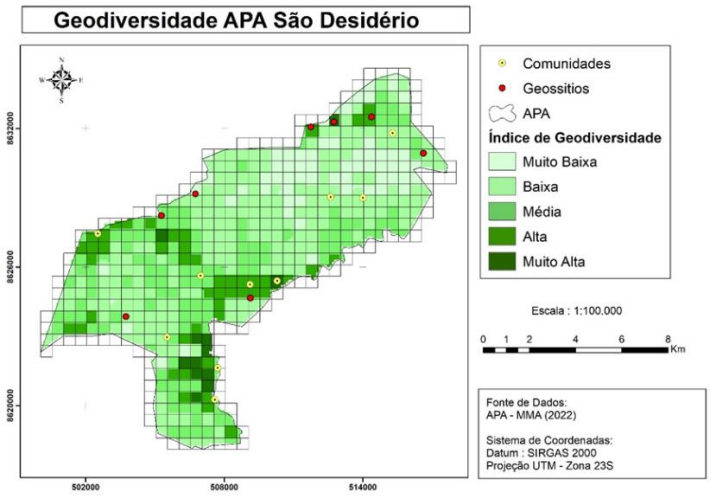
Figura 8 – Mapa de Diversidade Pedológica.



Fonte: Os autores (2023).

A (Figura 9) apresenta o índice de geodiversidade da APA, com os quatro índices somados e com valores organizados em cinco classes, em seguida reorganizados pela ferramenta *"Slice"* pelo método classificador *"Equal Interval".* Alguns dos geossitios e comunidade rurais estão em setores de geodiversidade alta ou muito alta e próximos um dos outros, o que reforça as ações de educação ambiental sobre essas áreas para moradores e turistas.

Figura 9 – Mapa de Geodiversidade APA de São Desidério.



Fonte: Os autores (2023).

Considerações Finais

A aplicação do índice de geodiversidade na APA de São Desidério demostra a relevância ambiental e social, uma vez que possui comunidades rurais que vivem em áreas com índice alto e muito alto. O presente mapeamento pode ser aplicado para auxiliar em tomadas de decisão da gestão municipal e estadual, intervendo em conflitos e ameaças aos gessitios e a geodiversidade da APA. Entretanto se faz necessário bases cartográficas com maior detalhamento, para se obter resultados com maior resolução da área de estudo, que continue a contribuir para gestão do território. Com estes resultados sugere-se também a aplicação do índice para o território do município de São Desiderio, o qual possui outros geossitios além dos encontrados na APA.

A APA é uma área que se refere às condições ambientais e as estruturas de conservação, baseadas na Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, do conhecido Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Onde visa e da providencia a uma serie de cuidados pautados pela gestão dos estados da federação. Utilizando desse principio, os indices de geodiversidades se tornam importantes para consdicionar maiores cuidados e potencializar o uso desses locais de geossitios e interesses geologicos, quanto processos econômicos, implantando a exemplo o prório geoturismo, que pode se encarado no segemto de turismo de natureza. Outro fator é o ambiental, processado como inferencia às analises de fragilidfade ambiental.

Nesse caso, pode averiguar o planejamnto e a incisão de onde tende a maior quantidades de geossitios, ou areas de interersse geológico, para a averiguação do imapcto das comunidades, positivos e negativos, bem como de poutros agentes externos, fazendo parte da política do plano de manejo do território da APA, o que impactará nas proviodencias ambientais e medadas preventivas de deteriorização dos pontos de geossítio

Agradecimentos

Agradecemos a Prefeitura Municipal de São Desidério – BA e a Secretaria de Meio Ambiente e Turismo, pelo apoio financeiro e disponibilização de informações, a Universidade Federal do Oeste da Bahia por disponibilizar o laboratório de geoprocessamento e a utilização do software ArcGis 10.4, para realização dos índices e mapas.

Referências

BRASIL. Decreto – Lei n° 10.020 de 05 de junho de 2006. Cria a Área de Proteção Ambiental - APA de São Desidério, no Município de São Desidério, e dá outras providências. Bahia. Acesso em: 30 de Jul. 2023.

BRASIL. Lei n° 6.902 de 27 de abril de 1981. Dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial da União República

Federativa do Brasil, 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6902.htm. Acesso em: 30 de Jul. 2023.

BRASIL. Lei n° 9.985 de 18 de Julho de 2000. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União República Federativa do Brasil, 2000. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 30 de Jul. 2023.

BÉTARD, François. Géodiversité, biodiversité et patrimoines environnementaux: De la connaissance à la conservation et à la valorisation. Université Paris-Diderot Université Sorbonne Paris Cité, 2017.

CENTRO NACIONAL DE PESQUISA E CONSERVAÇÃO DE CAVERNAS. Disponivel em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cecav. Acesso em: 2 de Ago. 2023.

DANTAS, Robson Braga. Análise geomorfológica do carste da área de proteção ambiental de São Desidério-BA. 2017.

DE LOURDES CARVALHO-NETA, Maria; DE BARROS CORRÊA, Antônio Carlos; BÉTARD, François. Quantificação da Geodiversidade do Geopark UNESCO Araripe. Revista de Geociências do Nordeste, v. 5, n. 2, p. 81-96, 2019.

DO NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite. Geodiversidade, geoconservação e geoturismo. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA: Geociências. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/todos-os-produtos-geociencias.html. Acesso em: 20 de Jul. 2023.

INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HIDRICOS: Unidades de Conservação. Disponível em: http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/unidades-de-conservacao/apa/. Acesso em: 20 de Jul. 2023.

FEITOSA, Georghinton Diego dos Santos. Proposta de Implantação de um Geoparque em São Desidério (Bahia). Georghinton Diego dos Santos Feitosa. – Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), 2019.

FORTE, J. P. et al. Kernel density applied to the quantitative assessment of eodiversity. Geoheritage, p. 1-13, 2018.

HJORT, J.; LUOTO, M. Geodiversity of high-latitude landscapes in northern Finland. Geomorphology. v. 115, p. 109 – 116, 2010.

NASCIMENTO, M. A. L. do., RUCHKYS, U. A. e MANTESSO-NETO, V. Geodiversidade, Geoconservação e Geoturismo: trinômio importante para conservação do patrimônio geológico. Sociedade Brasileira de Geologia-SBE, 2008, 82 p.

PEREIRA, Diamantino Insua et al. Geodiversity assessment of Paraná State (Brazil): an innovative approach. Environmental management, v. 52, p. 541-552, 2013.

PEREIRA, Ricardo Galeno Fraga de A.; FIGUEIREDO JÚNIOR, Sérgio Magarão de; FEITOSA, Georghinton Diego dos Santos. Geoparque São Desidério, BA: proposta. 2018.

SERRANO

CAÑADAS, S. e RUYZ FLAÑO, P. Geodiversidad: Concepto, Evaluación y Aplicación Territorial. El caso de tiermes Caracena (Soria). Boletín de la A.G.E. Nº 45, 2007.

RUCHKYS, U. de A. Patrimônio Geológico e Geoconservação no Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais: potencial para criação de um geoparque da UNESCO. Tese de Doutorado – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, 2007, 211p.

SILVA, J. P.; PEREIRA, D. I.; AGUIAR, A. M.; RODRIGUES, C. Geodiversity assessment of the Xingu drainage basin. Journal of Maps. v. 9, n. 2, p. 254 – 262, 2013.

VEIGA, A. T. C. A geodiversidade e o uso dos recursos minerais da Amazônia. Terra das Águas, Brasília: NEAz/UnB, n. 1, p. 88-102, 1999.

ZWOLINSKI Z, NAJWER A, GIARDINO M (2018) Methods for assessing geodiversity. In: Reynard E, Brilha J (eds) Geoheritage: assessment. Protection and Management. Elsevier, Amsterdam, pp 27–52.

Inventário de lugares e elementos de ocorrência da Geodiversidade in situ na bacia hidrográfica do rio Pindaré – MA

Inventory of places and elements of occurrence of Geodiversity in situ in the watershed of the river Pindaré – MA

Giselle Chrystina do Vale Martins
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
0000-0001-9266-6835
gisellemartins.geo@gmail.com

Thayrlan Silva Souza
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
0000-0002-5955-7044
Thayrlansilva98@gmail.com

Marly Silva de Morais
Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
0000-0003-1008-2532
Marlymorais22@hotmail.com

Luiz Carlos Araújo dos Santos
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
0000-0001-5713-0269
luizsantos@professor.uema.br

Resumo: Geodiversidade é um conceito específico para enfatizar a diversidade abiótica presente na natureza, a mesma ainda possibilita o desenvolvimento das sociedades ao propiciar o uso dos recursos naturais. Dessa forma, a área de estudo escolhida corresponde à bacia hidrográfica do rio Pindaré – MA, abrangendo 32 municípios, por estar situada na Amazônia maranhense, a mesma apresenta uma grande diversidade e complexidade. Neste contexto o objetivo deste trabalho é apresentar e discutir uma proposta inicial de inventário de lugares e elementos da geodiversidade in situ. Com relação à metodologia, foi realizado o levantamento bibliográfico, a valoração da geodiversidade e a operacionalização da cartografia utilizando o software Qgis 3.10. Assim, apresenta-se um inventário de geodiversidade no qual servirá como fundamentação informacional do potencial da área para tornar-se um geossítio, e posteriormente, um geoparque.

Palavras-chave: Geodiversidade; Inventário; Bacia Hidrográfica; Geoprocessamento.

Abstract: Geodiversity is a specific concept that emphasizes the abiotic diversity present in nature, and it also enables the development of societies by providing the use of natural resources. Therefore, the chosen study area corresponds to the Pindaré River watershed in Maranhão, Brazil, which encompasses 32 municipalities. Being located in the Maranhense Amazon, this area exhibits great diversity and complexity. In this context, the objective of this study is to present and discuss an initial proposal for an inventory of geodiversity sites and elements in situ. Regarding the methodology, a literature review was conducted, and the geodiversity was assessed and mapped using QGIS 3.10 software. Thus, an inventory of geodiversity is presented, which will serve as informational foundation for recognizing the area's potential to become a geosite and, subsequently, a geopark.

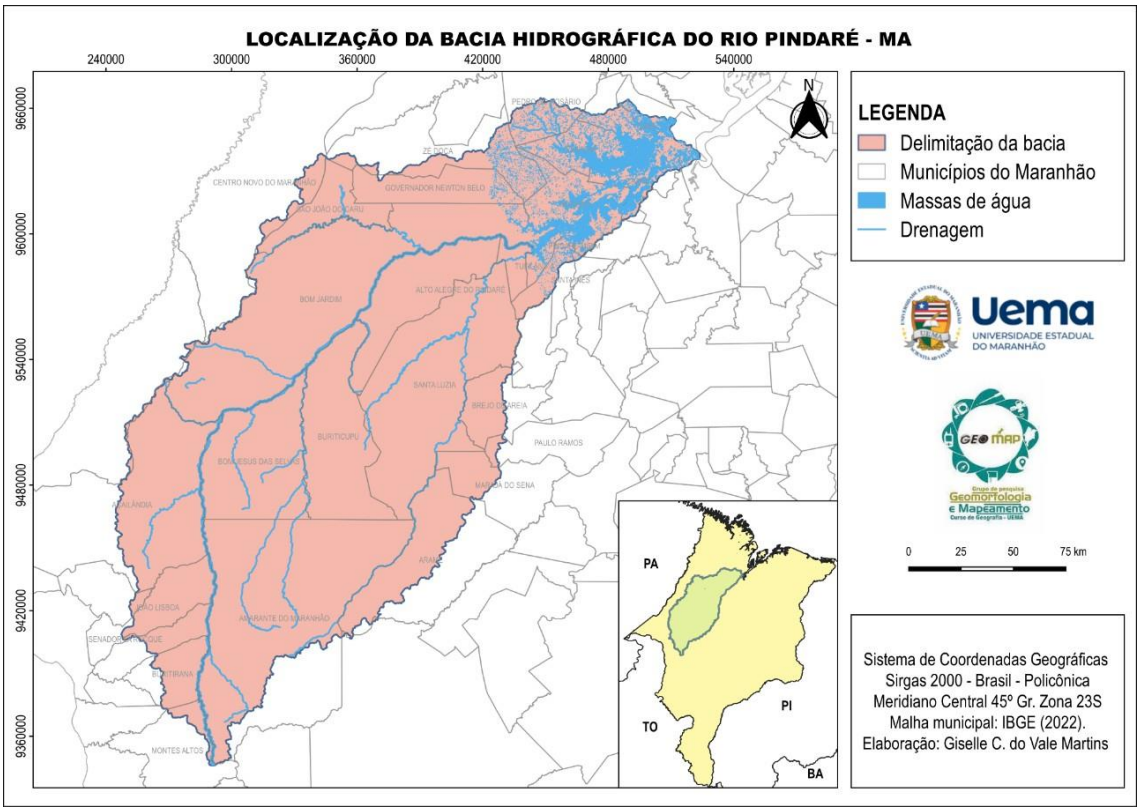
Keywords: Geodiversity; Inventory; Watersheds; Geoprocessing.

Introdução

A bacia hidrográfica do rio Pindaré – MA (Figura 1), localizada na região oeste do Maranhão, abrange 32 municípios e apresenta uma diversidade e complexidade inerente à

região amazônica, logo evidencia-se a necessidade de identificar a geodiversidade presente na área.

Figura 1 – Mapa de localização da bacia hidrográfica da bacia hidrográfica do rio Pindaré – MA.



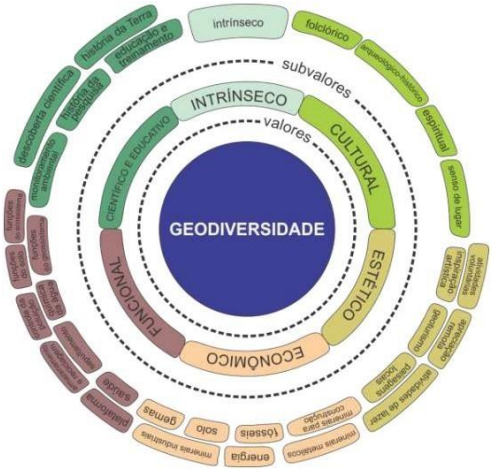
Fonte: Martins (2023).

A geodiversidade é um conceito específico para enfatizar a diversidade abiótica presente na natureza. Para o Serviço Geológico do Brasil – CPRM (2006), a geodiversidade diz respeito à variedade de ambientes, composição, fenômenos e processos geológicos que dão origem à natureza abiótica (meio físico), tendo valores intrínsecos, cultural, estético, econômico, científico, educativo e turístico.

A valoração da geodiversidade, de modo geral, vem a ser entendida a partir da quantificação dos parâmetros geoambientais, estéticos e culturais, identificados no meio abiótico, no qual, apesar dos processos de proteção dos pontos onde os mesmos estão sitiados em larga escala, deve-se considerar pontos específicos onde há a ocorrência dos mesmos, denominados lugares de geodiversidade.

Na geodiversidade, esses valores podem ser definidos a partir de Gray (2004), levando em consideração a dificuldade na quantificação numérica desses parâmetros, ele opta por uma classificação pré-definida de 6 valores 32 e subvalores (Figura 2), abrangendo elementos associados diretamente ou indiretamente às utilizações da geodiversidade.

Figura 2 - Valores e subvalores da geodiversidade sensu Murray Gray.



Fonte: Silva, (2016). A partir de Gray, (2004).

Esses valores de são obtidos a partir da inventariação dos lugares e elementos da geodiversidade localizadas na área da bacia (in situ).

O processo contínuo de inventariação da geodiversidade de uma dada área, geossítio, região etc., se caracteriza como uma etapa básica para a elaboração de propostas sustentáveis de geoconservação, ao propor a identificação e caracterização do patrimônio natural, bases consideráveis para a proposição de ações socioambientais preventivas, por exemplo (MANSUR, 2018; BRILHA, 2005)

Nesse sentido, entende-se a necessidade de analisar tais aspectos, assim o seguinte trabalho corresponde a um estudo de fatores característicos da bacia hidrográfica do rio Pindaré, com o objetivo de apresentar e discutir uma proposta inicial de inventário de geodiversidade, etapa indispensável para fundamentação informacional do potencial da área para tornar-se um geossítio e posteriormente, um geoparque.

Procedimentos Metodológicos

No processo de operacionalização da cartografia relacionada aos valores da geodiversidade realizada no software Qgis, foi feito o uso dos dados da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM. Nesse processo, utilizou-se da ferramenta Clip para recortar os arquivos shapefile temáticos para cada mapa a partir da delimitação da BHRP, utilizando-se também de limites municipais e das unidades da federação, juntamente com a hidrografia classificada para os cursos principais.

Além disso, foi inserido o relevo sombreado em alguns desses, obtido no MDE/TOPODATA – INPE sendo ele submetido ao processo de reprojeção e realização do mosaico. Por fim, foram criados os mapas individuais de cada valor da geodiversidade da BHRP, utilizando assim um layout padrão.

Para identificação e valoração de ocorrência de geodiversidade, o presente trabalho parte dos pressupostos metodológicos propostos por Silva (2016), para a análise da geodiversidade. Inicialmente, buscou-se a revisão bibliográfica a partir de material publicado em livros, artigos, periódicos, trabalhos de conclusão de cursos de graduação, dissertações e teses. O processo de seleção dos locais in situ da pesquisa foram definidos a partir de feições geológicas, solos, potencial mineral, ocorrência de fósseis, polos turísticos e áreas coutros aspectos por meio de ferramentas de sensoriamento remoto.

Após a identificação de cada local de geodiversidade, foi realizado o procedimento de valoração da geodiversidade, seguindo os valores de Gray (2004 apud SILVA, 2016). Para o valor intrínseco foi atribuído toda a geodiversidade presente na bacia, já para o valor cultural foram atribuídas as terras indígenas e os povos. Com relação ao valor estético foram atribuídos os polos turísticos Campos Floridos e Serra Guajajara Timbira Kanela. Para o valor econômico foi atribuído a ocorrência de recursos minerais e fosséis.

Como valor funcional, foi identificada a aptidão agrícola da bacia do Pindaré. E por fim, para o valor científico/educacional, foi atribuída a realização de projetos de pesquisa de iniciação científica e mestrado da Universidade Estadual do Maranhão, e também relatórios técnicos realizados pelo ZEE – MA Amazônia.

Resultados e Discussão

Inventário de lugares e elementos de maior incidência da Geodiversidade in situ

No processo de inventariação dos lugares e elementos de geodiversidade deve-se levar em consideração que eles partem da mesma perspectiva da definição de geossítios a partir da geoconservação. Segundo Hen-riques et al. (2011 apud BORBA et al., 2013), os procedimentos atribuídos aos geossítios correspondem a uma chamada “geoconservação básica”, sendo metodos básicos que irão fomentar uma determinada forma de proteção e valorização dos lugares de interesse geológico.

Nesse sentido, a definição dos lugares de geodiversidade parte da mesma constituição, nos quais esses, apesar de constituírem elementos que correspondem a geoconservação, serão distintos pela quantidade de parâmertros de geodiverisidade encontrados. Assim os geossítios se apresentam como pontos específicos onde a geodiversidade aflora em diversos componentes; já os lugares de geodiversidade representarão ambientes onde há a presença da geodidiversidade e seus valores, porém, muitas das vezes em menor escala.

Assim, a diversidade natural neste parâmetros corresponderá a dois componentes, a geodiverisidade e a biodiversidade, na qual a primeira será subdividida em in situ e ex situ.

O termo in situ, no geral abrange a idéia de que “está em seu lugar natural ou normal”, ou simplesmente “no lugar”; onde no meio abiótico corresponderá aos lugares de geodiversidade, onde os parâmetos dela são observados in loco ou propriamente encontrados. Já o termo ex situ corresponde a idéia de “fora do lugar”, ou seja, elementos da geodiversidade que são utilizados para multiplas atividades, sendo este termo inteiramente relacionado a atividades antrópicas.

Tendo como tafera representar apenas a geodiversidade in situ da bacia hidrográfica do rio Pindaré, obteve-se os valores ocorrentes:

Com relação ao valor cultural, apresentam-se, na bacia do rio Pindaré, as Terras Indígenas e Povos como elementos de identidade com a terra associados à religiosidade, senso de lugar e folclore. As terras indígenas e seus respectivos povos foram indentificados como: Arariboia, com os povos Awa Guajá e Guajajara (Tenetehara); Awa, com o povo Awa Guajá; Caru, com o povo Guajajara (Tenetehara) e Awa Guajá; Governador, com os povos Guajajara (Tenetehara) e Gavião Pukobiê; Krikati, com povo de mesmo nome; e Rio Pindaré, com o povo Guajajara (Tenetehara).

Como valor estético, optou-se pela não definição de lugares específicos relacionados a paisagem, mas sim aos polos turísticos presentes na BHRP, correspondendo aos polos Campos Floridos e Serra Guajajara Timbira Canela.

Como valor econômico, obteve-se a análise acerca dos recursos naturais disponíveis na BHRP e sua presença nela, sendo identificados argila, alumínio, areia, cascalho, caulinita, caulim, turfa e laterita, tendo também a ocorrência de fósseis.

E, por último, o valor científico e didático, que levou em consideração as áreas analisadas pelo Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão, além das atividade de cunho científico e didático realizadas na área.

Quadro 1 - Inventário de valores da geodiversidade da bacia hidrográfica do rio Pindaré segundo Gray (2004).

Categorias de valor	Subdivisão dos valores	Exemplos de atribuições (Gray, 2004)	Exemplos na BHRP
Valor Intrínseco	1 — Valor intrínseco	- Natureza abiótica livre da valoração do homem	- Atribuído a toda geodiversidade da BHRP.
Valor Cultural	2 — Folclórico 3 — Arqueológico ehistórico 4 — Espiritual 5 — Senso de local	- Petra (Jordânia); Stonehenge (Reino Unido); ferramentas e artefatos locais - Monte Uluru (Austrália); locais indígenas norte-americanos	- Identidade com a terra (Terras Indígenas ;povos da BHRP).
Valor Estético	6 — Paisagens locais	- Vistas do mar; caminhadas	

	7 — Geoturismo 8 — Atividades delazer 9 — Apreciação àdistância 10 — Atividades voluntárias 11 — Inspiração artística	em áreas rurais; edificações características - Grand Canyon (EUA); fiordes noruegueses; Montanhas Rochosas canadenses - À natureza em revistas e programas de TV; "Caminhando com os Dinossauros (BBC)"	- Polos Turísticos da BHRP (Campos Floridose Serra Guajajara Timbira Canela)
Valor Econômico	12 — Energia 13 — Minerais industriais 14 — Minerais metálicos 15 — Minerais paraconstrução 16 — Gemas 17 — Fósseis 18 — Solos	- Carvão e turfa; óleo e gás; urânio; geotermal; hidroelétrica; marés - Potássio; fluorita; caulinita; halita - Ferro; cobre; cromo; zinco; estanho; ouro; platina	- Argila - Alumínio - Areia - Cascalho - Caulinita - Caulim - Turfa - Laterita - Ocorrência de Fósseis
Valor Funcional	19 — Plataformas 20 — Estocagem ereciclagem 21 — Saúde 22 — Sepultamento 23 — Controle da poluição 24 — Química daágua 25 — Funções do	- Edificações e construção de infra-estruturas; - Carbono no solo e turfa; óleo e gás em armadilhas; ciclo hidrológico - Nutrientes e minerais; paisagens terapêuticas - Sepultamentos humanos; aterros sanitários;	

	solo 26 — Funções geossistêmicas 27 — Funções ecossistêmicas	câmaras nucleares subterrâneas - Solos e rochas como filtros de água; espessura do solo - Água mineral; whiski - Agricultura; vinicultura; florestamento - Operação contínua de processos fluviais, costeiros, eólicos, etc. - Biodiversidade	- Aptidão agrícola

Valor Científico e Valor Didático	28 — Descoberta científica 29 — História da Terra 30 — História da pesquisa 31 — Monitoramento do meio ambiente 32 — Educação e treinamento	- Geoprocessos; geotecnologia; geoforense; - Primeira identificação de discordâncias; atividade ígnea, etc. - Sondagens em capas de gelo; mudanças no nível do mar; monitoramentode poluição - Estudos de campo; treinamento profissional	- Realização de projetos de pesquisa de iniciação científica e mestrado da Universidade Estadual do Maranhão; - Relatórios técnicos realizados pelo ZEE – MA Amazônia.

Fonte: Martins, (2023). Adaptado de: Mochiutti; Guimarães; Melo, (2011).

Valoração da geodiversidade in situ

Valor cultural

Os índigenas Tenetehara compõem os remanescentes dos antigos e numerosos povos Tupi-Guarani que, que correspondiam à grande parte do território brasileiro (COELHO, 1987). Segundo Wagley e Galvão (1955 apud COELHO, 1987), as aldeias Tenetehara abrangem desde Barra do Corda, no Maranhão, até o noroeste do Pará, onde os que habitam nos rios Mearim, Grajau e Pindaré, no Maranhão, são denominados Guajajara, enquanto aqueles que migram do Pindaré para o Gurupi são chamados de Tembé, partilhando da mesma língua e tradições culturais, considerando-se um só povo, os Tenetehara.

Algumas características constituem o modo de vida dos Tenetehara, como o tamanhos variados de suas aldeias,com traçados de ruas desiguais, parecidas com povoados do interior do Maranhão. Um dos conjuntos mais importantes na estrutura social dos Tenetehara é a família extensa, constituída por um número de famílias simples, reunidas por laços de parentesco.

Cada aldeia Tenetehara possui um “capitão” (ou cacique), que é geralmente escolhido ou reconhecido pelo órgão de proteção oficial (COELHO, 1987). “Além disso, os Tenetehara mantêm quase inalteradas suas crenças tradicionais, apesar de catequese, que de certa forma impôs alguns conceitos cristãos, estes coexistem com as crenças mais antigas” (COELHO, 1987 p. 32).

Tal povo, na BHRP, corresponde às Terras Índígenas Araribóia, relacionando-se, em grande parte, à região sudeste da bacia hidrográfica do rio Pindaré, abrangendo os municípios de Amarante do Maranhão, Arame, Bom Jesus das Selvas, Buriticupu e Santa Luzia; as Terras Índígenas Caru, Governador e Rio Pindaré.

Outro povo que encontra-se presente na bacia hidrográfica do rio Pindaré são os Guajá. Autodenominados Awá, eles abrangem uma das últimas sociedades que sobrevivem,

exclusivamente, da caça e coleta, tendo também sua língua da família, assim como os Tenetehara (COELHO, 1987).

Como nômades, a cultura Guajá está adaptada a regiões com a presença dos cocais de babaçu, muito ocorrentes no Maranhão, onde se tem como complemento alimentar a caça e a coleta, a farinha obtida a partir do coco (COELHO, 1987).

Na bacia hidrográfica do rio Pindaré, os Guajá estão presentes, além da Terras Indígena Araribóia, também na Terra Índígena Awa, estando a última localizada a norte da bacia, abrangendo os municípios de Bom Jardim, São João do Caru, Centro Novo do Maranhão e Zé Doca.

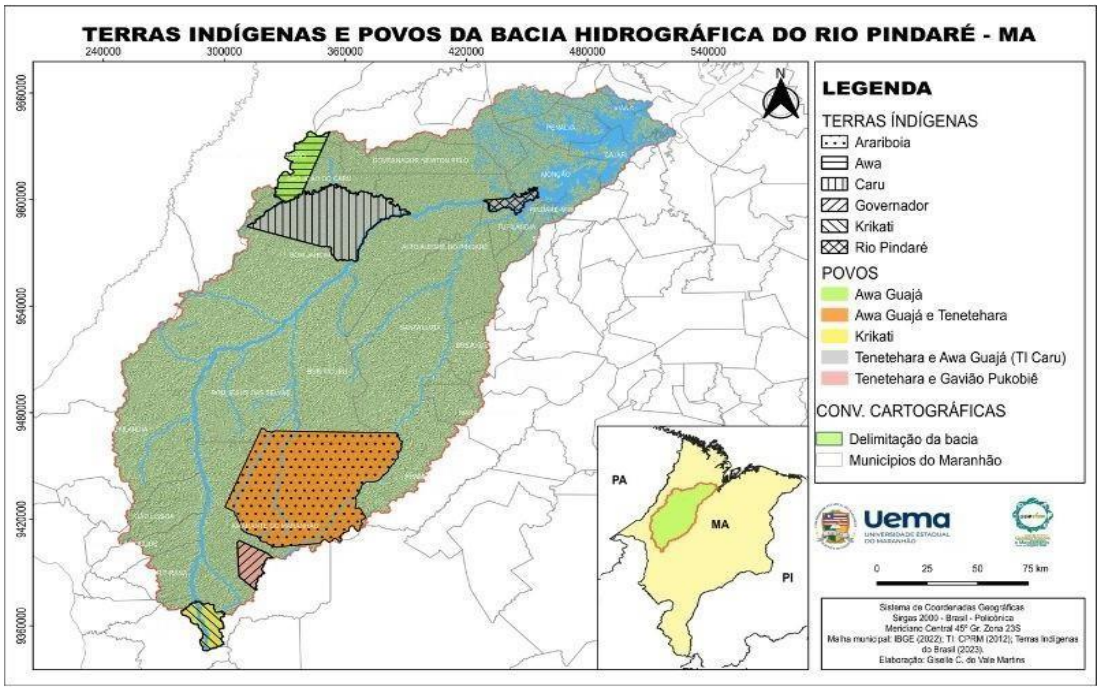
Além desses, tem-se os Krikati, cujo nome significa “aldeia grande” (COELHO, 1987), situados no município de Montes Altos, na bacia hidrográfica do rio Pindaré. Abrangem a Terra indígena Krikati, de família linguística Jê e de língua Timbira. “Os Krikati referem-se aos Pukobyê como Irongatiyê, que significa ‘o bando da floresta’, enquanto os Pukobyê referem-se aos Krikati como Pompegatiyê ou ‘povo da savana’”; conhecidos e denominados também como Gavião (COELHO, 1987). Estes, abrangem a Terra Índígena Governador, localizada no município de Amarante do Maranhão.

Tabela 1 – Terras Indígenas e e povos na bacia hidrográfica do rio Pindaré.

Terras Indígenas	Povos	População na TI
Arariboia	Awa Guajá e Guajajara (Tenetehara)	5317
Awa	Awa Guajá	42
Caru	Guajajara (Tenetehara) e Awa Guajá	400
Governador	Guajajara (Tenetehara), Gavião Pukobiê	655
Krikati	Krikati	1016
Rio Pindaré	Guajajara (Tenetehara)	1789

Fonte: Terras Indígenas no Brasil, (2023). CPRM, (2012). Organização: Martins, (2023).

Figura 3 – Mapa de identidade com a terra na bacia hidrográfica do rio Pindaré – MA.



Fonte: Martins, (2022).

Valor econômico

Para a geodiversidade, como diversidade abiótica do meio natural, tratar determinado componente como utilitário ou não, corresponde a um intenso processo de análise de seus benefícios para a sociedade, seja o mesmo de uso direto ou indiretamente antrópioco.

Dentro desses diversos elementos de geodiversidade, muitos outros correspondem a tais atribuições, nos quais as mesmas irão desde minerais até multiplos tipos de rochas, acarretando assim uma intensa valoração econômica desses materiais.

Como valor econômico, a geodiversidade dispõe de elementos que vem a compor a matéria prima para múltiplos tipos de construção na área da engenharia civil. Materias como área, cascalho, seixos, entre outros correspondem boa parte dessa matéria prima, na qual a sua extração, muitas das vezes, acarretará em problemas ambientais.

Segundo Barreto (2005 apud ROTH; GARCIAS, 2009), a construção civil corresponde a grandes impactos ambientais, partindo desde a fase de extração, passando pelo processo de realização dos serviços nos canteiros de obra até a destinação final dada aos resíduos gerados, sendo este um dos grandes modificadores da paisagem. No Maranhão, as coberturas lateríticas maturas e imaturas, bastante distribuídas, correspondem a grandes fontes de concreções ferruginosas, areia, cascalho, saibro e argila (KLEIN, 2013).

Segundo o mesmo autor, ao longo da Rodovia MA-306, mais precisamente em Centro Novo do Maranhão, seixo e areia são elementos de grande ocorrência. Além disso, as extensas coberturas arenosas oriundas da Formação Grajaú fornecem areia em grande

quantidade, assim como leitos e paleoterraços dos rios Itapecuru, Mearim, Grajaú e Pindaré e a região dos lagos (KLEIN, 2013).

Na Bacia Hidrográfica do rio Pindaré, a ocorrência desses materiais se dá desde o município de açailândia, passando por Bom Jesus das Selvas, até Buriticupu, abrangendo elementos como a laterita; areia, cascalho e aglomerado de ambos; e argila, sendo a última a principal matéria prima para a cerâmica, sendo assim extraída em grande quantidade na área da bacia (Figura 2).

A argila como matéria prima para a cerâmica vermelha tem o Maranhão como um dos estados com a maior distribuição da mesma, estando concentrada na parte centro-norte do estado, abrangendo as planícies de inundação dos rios Munim, Mearim e Itapecuru, concentrando grandes fontes de argila (KLEIN, 2013).

As argilas utilizadas na indústria de cerâmica vermelha ou, como também conhecidas na literatura técnica, argilas comuns (common clays) abrangem uma grande variedade de substâncias minerais de natureza argilosa. Compreendem, basicamente, sedimentos pelíticos consolidados e inconsolidados, como argilas aluvionares quaternárias, argilitos, siltitos, folhelhos e ritmitos, que queimam em cores avermelhadas, a temperaturas variáveis entre 800 e 1.250o C∗. Essas argilas possuem geralmente granulometria muito fina, característica que lhes conferem, com a matéria orgânica incorporada, diferente graus de plasticidade, quando adicionada de determinadas porcentagens de água; além da trabalhabilidade e resistência a verde, a seco e após o processo de queima, aspectos importantes para fabricação de uma grande variedade de produtos cerâmicos (CABRAL JUNIOR, 2009, p. 747).

Na bacia hidrográfica do Rio Pindaré encontram-se jazimentos relacionados “a pequenas lentes e camadas de argilito ou pelitos com laminação plano-paralela intercalados em arenitos do Grupo Itapecuru em Zé Doca” (COLARES; ARAÚJO, 1990 apud KLEIN, 2013).

Também, comglomerados de argila (mais areia e cascalho), presentes na Formação Ipixuna e/ou Grupo Itapecuru em Açailândia e Verona (VILLAS BOAS; ARAUJO, 1999 apud KLEIN, 2013). No encontro dos municípios de Pindaré Mirim e Tufilândia, observa-se essa grande concentração de argila, estando associada também a cascalho e areia como elementos encontrados.

Figura 1 – Antiga área de extração de argila para cerâmica.

Fonte: Dados produzidos pelo Geodiversidade do Estado do Maranhão - CPRM, (2012).

Dentre os metais não ferrosos, o alumínio encontra-se presente na parte centro-sudoeste da bacia hidrofgráfica do Rio Pindaré, tendo grande predominância, juntamente com o Caulim, no municípiode Bom Jardim. Os depósitos possuem reservas estimadas em 182,2 Mt de bauxita metalúrgica e 4,0 Mt de bauxita refratária (DNPM, 2010 apud KLEIN, 2013).

Villas Boas e Araújo (1999) fomentam os indícios e ocorrências não exploradas existentes ao longo da Rodovia BR-010, entre Itinga do Maranhão e Açailândia (KLEIN, 2013), assim como Klein e Sousa (2012), na Rodovia MA-006, próximo à Vila Faísa, em Santa Luzia (KLEIN, 2013).

Também há a presença de recusos energéticos na área da bacia, segundo Klein (2013), as Turfeiras são comuns nas planícies de inundação de rios e lagos maranhenses e, secundariamente, na porção nordeste do estado. A bacia do Rio Pindaré, apesar de se localizar na parte oeste maranhense, tem a presença da turfa em grande parte de sua foz, estando associadas principalmente a formações de relevo aplainado.

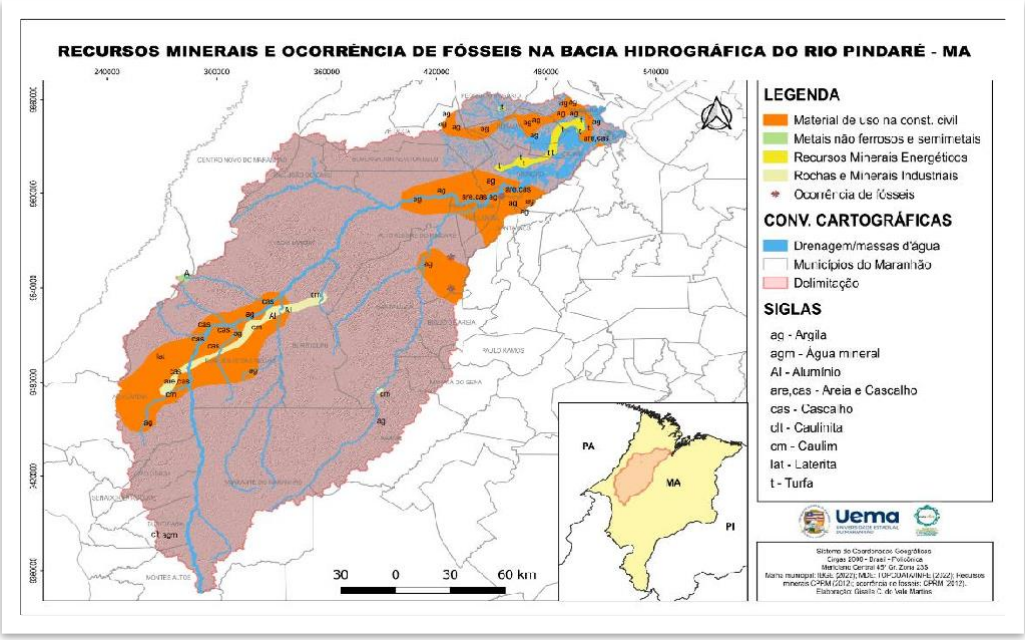
A turfa é um dos recursos minerais de grande histórico de utilização, sendo países do Hemisfério Norte os principais consumidores, sendo utilizada como um insumo energético (atendendo indústrias e pequenas centrais termelétricas) ou agrícola (substratos à formação de mudas e melhorador de solos), tendo países de clima tropical, assim como o Brasil, caracterizados por um recente uso dela (FRANCH et al., 2006).

Entre os minerais industriais encontrados na bacia do Pindaré está o Caulim, com predominância principalemente entre os municípios de Bom Jesus das Selvas e Buriticupu. Tem-se associações com o Grupo Itapecuru, na porção centro-norte do estado, entre a várzea

do Rio Mearim e o Rio Munim; ao longo da Rodovia MA-006, nas proximidades de Arame e Buriticupu (COLARES et al., 1990; KLEIN; SOUSA, 2012; LOVATO et al., 1995) e ocorrências, associadas à Formação Ipixuna, ao longo da Rodovia BR222, nas proximidades do Rio Pindaré, entre Açailândia e Verona (VILLAS BOAS; ARAUJO, 1999).

Outro fator ligado ao valor econômico da geodiversidade da BHRP, é a presença de variações de argissolos. Os argissolos são os solos mais propícios para a prática de agricultura, os latossolos também são utilizados para tal, mas necessitam de medidas de correção devido a baixa fertilidade natural (MEIRA; NASCIMENTO, 2015). Na área da bacia, tem-se a presença dos Argissolos Amarelos Distrófico e os Argissolos Vermelho- Amarelos Distróficos.

Figura 5 - Mapa de Concentração de Recursos Minerais da Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré – MA



Fonte: Martins, (2022).

Valor funcional

O valor funcional, assim como os demais valores, corresponde a parâmetros abióticos, ou seja, a geodiversidade. Porém, entende-se que tais elementos, para se tornarem funcionais, devem ser utilizados pelo meio antrópico, seja essa utilização de cunho extrativista, ou simplesmente que auxiliem em alguma atividade na sociedade humana.

Nesse viés, para o valor funcional da bacia hidrográfica do rio Pindaré, observou-se a aptidão agrícola como elemento de funcionalidade para o uso e cobertura da terra.

Na área da bacia, a soja é uma das monocultura que vem ganhando espaço nos últimos anos. Nesse sentido, nota-se a presença crescente da mesma em ambientes com aptidão agrícola de grande maioria variando entre regular e boa.

Das caracterizações de aptidão, obtidas a partir da Tabela 2, que se correlacionaram as lavouras de soja, tem-se as seguintes: a 1(a)bC, correspondente a terras do grupo 1, com classe de aptidão agrícola boa, no nível de manejo C, aptidão regular no nível de manejo B, e restrita no nível de manejo A. A caracterização da aptidão 2(ab)c, correspondente a terras do grupo 2, com classe de aptidão agrícola regular, no nível de manejo C, aptidão restrita nos nível de manejo B e A. E a caracterização da aptidão 2abc, com terras pertencentes ao grupo 2, com aptidão regular para a lavoura nos níveis A, B e C.

Nota-se também que tais caracterizações, adicionando também a 2ab(c), como as áreas com maiores propensões ao cultivo de lavouras na bacia, atualmente vem sendo ocupada por extensas áreas de pastagem e solo exposto, caracterizando assim um uso desenfreado das valores funcionais relacionados a aptidão agrícola.

Tabela 2 - Simbologia correspondente as classes de aptidão agrícola das terras.

Classe de aptidão agrícola	Tipo de utilização				
	Lavoura			Pastagem plantada	Silvicultura	Pastagem natural
	Nível de manejo			Nível de manejo B	Nível de manejo B	Nível de manejo A
	A	B	C			
Boa	A	B	C	P	S	N
Regular	a	b	c	p	s	n
Restrita	(a)	(b)	(c)	(p)	(s)	(n)
Inapta	-	-	-	-	-	-

Fonte: Ramalho; Beek, (1995).

Valor estético

O valor estético, em parâmetros gerais, corresponde a elementos visualmente de grande interesse popular, indo desde paisagens paradisiacas até atrativos oriundos diretamente e exclusivamente de componentes abióticos, com exemplos formas de relevo, formações geológicas, entre outros. Na bacia hidrográfica do Pindaré, como unidades de valores estético, tem-se os polos turísticos.

As atividades turísticas entram como um dos elementos desse valor, em vista ao grande potencial estético, a visitação de pesssoas das mais diversas regiões proporcionam a manutenção e conservação do ambiente em que o mesmo se situa. Os polos turísticos no

Maranhão correspondem a uma tática do governo estadual de melhorar o invenstimento no contexto turístico, com o objetivo de apresentar o estado como um “celeiro” de diferentes atrações, frente ao ecoturismo, lazer histórico, cultural, musical e folclórico (FERREIRA, 2007, apud BANDEIRA; DANTAS, 2013).

Assim, tem-se a criação de 10 polos turísticos: Amazônia Maranhense, Floresta dos Guarás, São Luís, Serras Guajajara, Timbira e Kanela, Lagos e Campos Floridos, Munim, Parque dos Lençóis, Delta das Américas, Cocais, Chapada das Mesas, onde na bacia hideográfica do Rio Pindaré se tem a presença dos polos Lagos e Campos Floridos, e Serras Guajajara, Timbira e Kanela.

Localizado em grande porção da foz da bacia do Rio Pindaré, o polo é constituído ná área pelos municípios de Cajari, Santa Inês, Arari, Pedro do Rosário, Viana, Penalva e Pindaré-Mirim. É considerado um dos polos turísticos mais bonitos do estado, tendo como características grandes planície fluviolagunar, rios, estuários, mangues e campos alagados da Baixada Maranhense, denominados “Pantanal Maranhense”.

Também, pelo fenômeno natural da pororoca, no município de Arari, situado no baixo curso do Rio Mearim, onde atualmente há grande interesse, por parte de praticantes de surfe, em se aventurar em tal esporte radical, resultando assim em um peculiar atrativo geoturístico nessa região pobre da Baixada Maranhense (BANDEIRA; DANTAS, 2013).

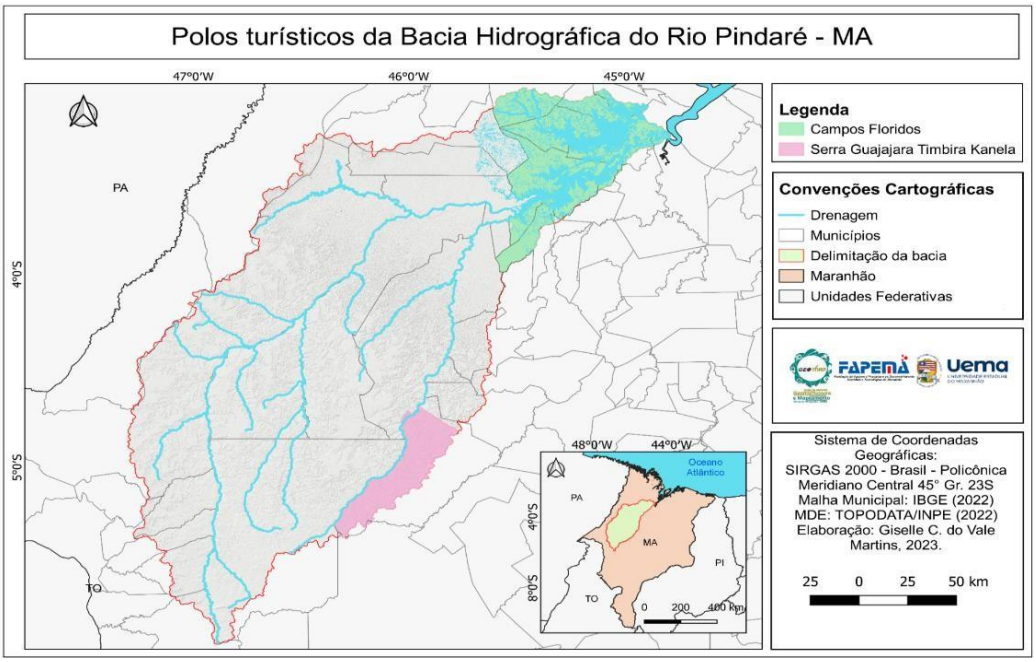
Abrangendo a porção sudeste da bacia, o Polo Serras Guajajara, Timbira e Kanela situa-se no município de Arame. Tal polo se caracteriza como um grande atrativos geoturísticos de interesse paleontológico e geomorfológico, constituída por baixos platôs, colinas dissecadas e planaltos de notória beleza, onde percebe-se grande relevância cultural por corresponder o berço da cultura milenar das etnias Guajajara, Timbira e Kanela (BANDEIRA; DANTAS, 2013).

Quadro 2 – Patrimônios dos polos Lagos Campos Floridos e Serras Guajajara, Timbira e Kanela.

Polo Turístico	Patrimônio	Atrativos Geoturísticos	Descrição
Lagos e Campos Floridos	Atrativos geoturísticos	Campos alagados e estuários	Ambiente fluviomarinho, que abriga história geológica recente, com alto potencial para o turismo ecológico.
Serras Guajajara, Timbira e Kanela	Geomorfológico	Formas de relevo e cachoeiras	Unidades geológicas do Permiano, Cretáceo e Paleógeno, sustentando relevos tabulares e colinosos.
	Paleontológico	Fósseis	Fósseis das formações Codó e Grajaú.

Fonte: CPRM, (2012). Organização: Martins, (2023).

Figura 6 – Mapa de polos turísticos da bacia hidrográfica do rio Pindaré – MA.



Fonte: Martins (2023).

Valor científico e educacional

O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) é um instrumento para planejar e ordenar o território brasileiro, harmonizando as relações econômicas, sociais e ambientais, regulamentado pelo Decreto Federal nº 4.297/2002. Cabe ao ZEE realizar diagnósticos e análises técnicas para planejar o futuro em busca da redução de ações predatórias, como um grande orientador do planejamento, da gestão e do uso do território, aumentando a eficácia e a efetividade de planos, programas e políticas públicas e privadas (ZEE, 2020).

No Maranhão, o ZEE foi comandado pelo Instituto Maranhense de estudos socioeconômicos e cartográficos IMESC, autarquia da Secretaria de programas estratégicos SEPE, em convênio com a Universidade Estadual do Maranhão UEMA, onde foi possível desenvolver o projeto com pesquisadores do corpo estudantil e docente.

Em 2020, o Governador Flávio Dino sancionou a Lei que institui o Zoneamento Ecológico Econômico do Bioma Amazônico do Estado do Maranhão (ZEE-MA), considerado o maior conjunto de informações técnico-científicas sobre o território maranhense. A Lei Nº 11.269, de 28 de maio de 2020, foi publicada no Diário Oficial do Maranhão, do dia 29 de maio de 2020 (ABREU, 2020).

A Lei do ZEE é de fundamental importância para o planejamento, tanto pelo Governo do Maranhão, quanto para agricultores, pesquisadores, pecuaristas, empresários ou para qualque cidadão que queira saber mais sobre o território maranhense, uma vez que há na sua

composição uma série de pesquisas e estudos sobre solos, relevos, vegetação, fauna e componentes humanos.

Como um parâmentro, o Zoneamento Ecológico Econômico do Maranhão corresponde a um dos valores de geodiversidade, sendo este o valor científico. O conhecimento dos elementos ambientais, sociais e econômicos auxiliam assim na conservação dos mesmos. Nesse sentido, são atribuídas nomeclaturas, a partir do Zoneamento, Ecológico Econômico, as áreas da bacia hidrográfica do Rio Pindaré, sendo essas essenciais para a geoconservação e criação de políticas públicas beneficentes a tais áreas.

As áreas protegidas criadas, onde na BHRP correspondem em grande parte dos municípios próximos a foz, São João do Caru a norte, e Amarante do Maranhão e Montes Altos ao sul, áreas legalmente protegidas, relativas às Terras Indígenas, de quilombo, de domínio das Forças Armadas e Unidades de Conservação existentes e propostas (MMA/SEDR/DZT, 2009. Apud: IGNÁCIO et al., 2016).

As àreas a recuperar e/ou reordenar, correspondem às “áreas alteradas ou degradadas por uso inadequado, requerendo ações de recuperação ambiental e/ou reordenação das atividades produtivas” (MMA/SEDR/DZT, 2009 apud IGNÁCIO et. al., 2016 p. 144), sendo as mesmas associadas, na BHRP a áreas de formações florestais impactadas, locais com intensa presença de pastagem e áreas com intenso processo agrícola e de solos. Nessas áreas “foram reconhecidas condições ambientais instáveis perante os atuais processos de ocupação, devendo ser envidados esforços no sentido de se estabelecerem planos de manejo sustentáveis” (MARQUES; MARQUES, 2013, p. 242).

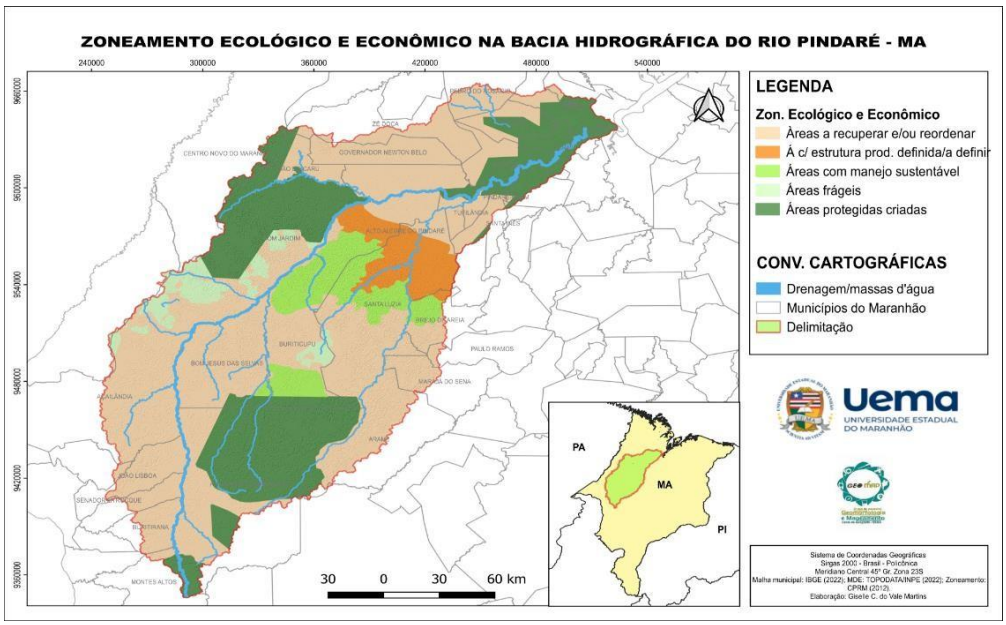
As áreas frágeis correspondem a “áreas com fragilidades específicas, de interesse à manutenção do estado de conservação para uso dos recursos naturais de forma planejada e limitada, de acordo com normas especiais de controle” (MMA/SEDR/DZT, 2009. Apud: IGNÁCIO et. al., 2016 p. 144). “Apontam territórios que requerem cuidados com intervenções humanas” (MARQUES; MARQUES, 2013, p. 242).

As áreas com manejo sustentável, abrangentes principalmente na parte central da bacia, nos municípios de Alto Alegre, Buriticupu, Santa Luzia e Brejo de Areia, correspondem a “áreas conservadas, indicadas à manutenção do estado de conservação e/ou contenção da pressão antrópica sobre áreas especiais, para uso dos recursos naturais, de forma planejada e limitada, de acordo com normas especiais de controle” (MMA/SEDR/DZT, 2009 apud IGNÁCIO et al., 2016 p. 144).

Já as áreas com estrutura produtiva definida/a definir abragem as “áreas consolidadas ou em processo de consolidação das atividades produtivas mais dinâmicas, que requerem ações de manutenção e/ou intensificação das atividades existentes, objetivando a

sustentabilidade ecológica, social e econômica” (MMA/SEDR/DZT, 2009. Apud: IGNÁCIO et al., 2016, p. 144). Tais áreas, na BHRP, correspondem aos municípios de Alto Alegre do Pindaré, Santa Luzia e Brejo de Areia.

Figura 7 - Zoneamento Ecológico e Econômico da Bacia Hidrográfica do Rio Pindaré – MA.



Fonte: Martins (2023).

Considerações Finais

Quanto ao inventário dos lugares de geodiveraidade in situ, definiu-se as Terras Indígenas, áreas com a presença de recursos minerais, áreas com ocorrência de fósseis, polos turísticos e áreas objetos de estudo do Zoneamento Ecológico e Econômico do Maranhão.

Em relação à valoração da geodiversidade, as Terras Indígenas receberam a classificação de áreas de valor cultural referente a costumes, religiosidade e folclore; as áreas com presença de recursos naturais foram definidas como valor econômico, em vista de que tais materiais e elementos encontrados recebem atribuições econômicas como uso na contrução civil, siderúrgicas e energética; os Polos Turíscos, como valor estético, referente a áreas com potencial de visitação e lazer; e as áreas de estudo do Zoneamento Ecológico e Econômico do Maranhão como valor científico e didático, referentes à produção de conhecimento científico da área visando a consevação e políticas públicas e a posterior reprdução didática.

A ocorrência da geodiversidade na área da bacia se mostra bastante notável em parte nordeste da bacia. Apresentam-se dois pontos principais de grande teor de geodiversidade, no qual o primeiro, mais próximo a foz, abrange o município de Monção e Cajari; e o segundo,

abrange também o município de Monção juntamente com os municípios de Bom Jardim e Pindaré Mirim.

Agradecimentos

A Universidade Estadual do Maranhão, pelo investimento na educação dos discentes e incentivo à pesquisa.

Referências

CPRM. Mapa geodiversidade do Brasil. Brasília, DF: CPRM, 2006. Escala 1:2.500.000. Legenda expandida. 1 CD-ROM.

BRILHA, J. B. R. Património Geológico e Geoconservação: A Conservação da Natureza na sua vertente Geológica. Coimbra: Editora Palimage, 190 p. Portugal, 2005.

SILVA, M. L. N. da. Geodiversidade da cidade do Natal (RN): valores, classificações e ameaças. Relatório (Graduação). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Rio Grande do Norte, 2016.

IGNÁCIO, Rozane et al. Planejamento e ordenamento territorial do Estado de Roraima: utopia ou realidade?. Planeta Amazônia: Revista Internacional de Direito Ambiental e Políticas Públicas, n. 8, p. 137-152, 2016.

MARQUES, V. J.; MARQUES, S. S. Cenários da Geodiversidade no Maranhão. In: BANDEIRA, I. C. N. (Org.) Geodiversidade do Estado do Maranhão. Teresina: CPRM, 2013. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/14761. Acesso em: 16 jan. 2022.

ABREU, Priscila. Governador Flávio Dino sancionou a lei que institui o Zoneamento Ecológico Econômico do Bioma Amazônico do Estado do maranhão (ZEE-MA). UEMA, 2020. Disponível em: https://www.uema.br/2020/06/uema-participa-de-lei-do-zoneamento□ecologico-economico-do-bioma-amazonico/. Acesso em: 29 jun. 2023.

BANDEIRA, I.C.N.; DANTAS, M.E.; THEODOROVICZ, A.; SHINZATO, E. Mapa geodiversidade do estado do Maranhão. Teresina: CPRM, 2013. Apud: MARQUES, V. J.; MARQUES, S. S. Cenários da Geodiversidade no Maranhão. In: BANDEIRA, I. C. N. (Org.) Geodiversidade do Estado do Maranhão. Teresina: CPRM, 2013. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/handle/doc/14761. Acesso em: 16 jan. 2022.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K. J. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1994. 65 p.

MEIRA, Suedio Alves; DO NASCIMENTO, Marcos Antonio Leite. Valores da geodiversidade na Serra dos Tapuias–Riachão das Neves. ENTRE-LUGAR, v. 6, n. 12, p. 171-188. Bahia, 2015.

FRANCHI, José Guilherme e SÍGOLO, Joel Barbujiani e MOTTA, Jose Francisco Marciano. Diagnótico das turfas no Brasil: histórico da utilização, classificação, geologia e dados econômicos. Revista Brasileira de Geociências, v. 36, n. 1, p. 179-190, 2006. Disponível em: http://ppegeo.igc.usp.br/index.php/rbg/article/view/9381/11168. Acesso em: 21 jun. 2023.

KLEIN, E. L. Recursos Minerais. In: BANDEIRA, I. C. N. (Org.) Geodiversidade do Estado do Maranhão. Teresina: CPRM, 2013. Disponível em:

https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/pdf/geodiversidade-do-estado-do□maranhao.pdf. Acesso em: 14 mai. 2023

COELHO, E. M. B. Levantamento da situação Indígena no Maranhão: Relatório de Pesquisa. (Coleção Ciéncias Sociais. Série Antropologia, 2). São Luís, PPPG/EDUFMA, 1987.

BARRETO, I. M. C. B. do N. Gestão de resíduos na construção civil. Sergipe: Sinduscon, 2005. Apud: ROTH, C.G., GARCIAS, C.M. Construção Civil e a Degradação Ambiental. Disponível em: https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/169Acesso em: 22 jun. 2019. Desenvolvimento em Questão, Ijui, v. 7, n. 13, p.111-128, jun. 2009.

As Potencialidades Geoturísticas do Relevo da Ilha do Fogo (Petrolina-PE/Juazeiro-BA): Estratégias para Conservação e Desenvolvimento Sustentável

The Geotourist Potentials Of Fogo Island (Petrolina-PE/Juazeiro-BA): Strategies for Conservation and Sustainable Development

Jenifer Rayanne da Silva
Graduanda do Curso de Geografia. Universidade de Pernambuco- UPE Petrolina
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-3359-4677.
jenifer.silva@upe.br

Emilly de Oliveira Martins
Graduanda do Curso de Geografia. Universidade de Pernambuco- UPE Petrolina
Orcid: https://orcid.org/0009-0003-4592-0417
emilly.oliveiramartins@upe.br

Laura Stefanie Cabral da Silva
Graduanda do Curso de Geografia. Universidade de Pernambuco- UPE Petrolina
Orcid: https://orcid.org/0009-0004-2634-4562
laura.cabral@upe.br

Luiz Henrique de Barros Lyra
Professor Doutor na Universidade de Pernambuco. Colegiado de Geografia (CGEO - UPE Petrolina)
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-3729-7023
luizhenrique.lyra@upe.br

Resumo: Com embasamento nas atrativas potencialidades geoturísticas encontradas na região do estado de Pernambuco, este estudo centralizou-se no reconhecimento dos elementos abióticos, dando uma especial atenção à configuração geomorfológica do curso da água e às complexas dinâmicas que modelam uma das ilhas fluviais situadas nesse território. Entre os municípios de Petrolina/PE e Juazeiro/BA, a ilha em questão, se encontra dividindo-se entre as duas localidades sertanejas, o enfoque foi conduzido mediante uma análise dos componentes que compõem a paisagem. Para entender a riqueza desses elementos e sua contribuição científica, educativa e turística, foram empregadas abordagens qualitativas enraizadas na geodiversidade. O propósito consistiu em discernir os méritos intrínsecos e a relevância acoplada a tais características. Assim, este estudo adquire sua fundamentação a partir da essencial preservação dos elementos naturais presentes e, mais ainda, a partir da perspectiva de promover o progresso local por meio da valorização desses elementos.

Palavras-chave: Geoturismo; Relevo; Conservação; Paisagem;

Abstract: Based on the attractive geotouristic potential found in the region of the state of Pernambuco, this study focused on the recognition of abiotic elements, giving special attention to the geomorphological configuration of the watercourse and the complex dynamics that model one of the river islands located in this territory. . Between the municipalities of Petrolina/PE and Juazeiro/BA, the island in question is located, dividing itself between the two hinterland localities, the focus was conducted through an analysis of the components that make up the landscape. To understand the richness of these elements and their scientific, educational and tourist contribution, qualitative approaches rooted in geodiversity were used. The purpose was to discern the intrinsic merits and relevance attached to such characteristics. Thus, this study acquires its foundation from the essential preservation of the natural elements present and, even more, from the perspective of promoting local progress through the valorization of these elements.

Keywords: Geotourism; Relief; Conservation; Landscape;

Introdução

A Ilha do Fogo é uma pequena ilha localizada no rio São Francisco, entre a cidade de Petrolina e Juazeiro, possuindo uma área de 39.272,54m². O nome "Ilha do Fogo" deriva das cores vivas que assume ao pôr-do-sol, cabe também ao histórico da ilha um espaço onde os habitantes locais acendiam fogueiras para guiar barcos através das águas traiçoeiras do rio São Francisco durante a noite. Essa localização permitiu que no século XIX a ilha se tornasse um ponto crucial no transporte de mercadorias, e um ponto de descanso e comércio para viajantes e mercadores, que costumavam trocar artefatos (Britto, 1995)

Segundo o IBGE (2004), as ilhas são definidas como uma porção de terra firme, situada no mar, lago ou rio, e cercada de águas por todos os lados. Para entender melhor sobre a dinâmica geomorfológica dos rios, Lyra (2017) afirma:

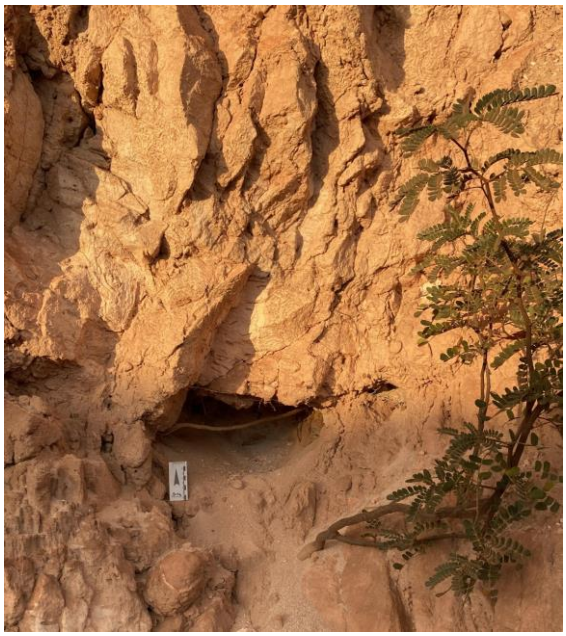
> A dinâmica geomorfológica dos rios tem como um dos principais fatores o balanço hídrico entre o regime de precipitação e sua capacidade de vazão e o balanço sedimentar consequente da sua taxa de erosão e deposição, resultando na mobilidade dos canais, migrações das barras arenosas e formações de ilhas. Alguns rios agem sobre áreas agradacionais sendo considerados como aluviais e propícios para a formação contínua de barras e ilhas por acreção lateral, vertical ou central, por soldamento e fixadas posteriormente por vegetação, bem como, rios em ambientes cristalinos com a presença de afloramentos rochosos formam ilhas com aporte de material aluvionar vegetada (CARVALHO; MORAIS,2014).

A ilha é conhecida pelas suas características geomorfológicas únicas, moldadas pela erosão de rochas sedimentares ao longo de milhares de anos (Silva, 2019). Visando os aspectos e os processos geomorfológicos de ilhas do Submédio São Francisco, com mais detalhes e abrangência, foi utilizado como pesquisa bibliográfica a tese de doutorado “Dinâmica geomorfológica das ilhas do Massangano e Rodeadouro no alto submédio São Francisco” (Lyra, 2017). Mesmo que o trabalho não tenha foco na Ilha do Fogo, o trabalho serviu para analisar seus aspectos semelhantes do meio físico, como também pela proximidade das ilhas e por fazerem parte do mesmo sistema hidrográfico. Esta ilha possui características erosivas, e biodiversidade única, e vem enfrentando várias questões ambientais como poluição e degradação dos recursos naturais e retirada da mata ciliar.

Tendo em vista o grande potencial geoturístico da Ilha do Fogo, o referido trabalho busca realizar um estudo do meio físico, buscando analisar o potencial do relevo e os seus valores divididos em três categorias, I) Geocíentifico II) Didático/Pedagógico III) Geoturístico. E deste modo buscar estratégias para sua conservação e seu desenvolvimento sustentável. Sendo assim, entender o relevo como potencial atrativo do uso social no local pesquisado, e então, propor possíveis estratégias de conservação da área.

Segundo (Brilha, 2005) “A geodiversidade consiste na variedade de ambientes geológicos, fenômenos e processos ativos que dão origem a paisagens, rochas, minerais, fósseis, solos e outros depósitos superficiais que são o suporte para a vida na Terra.” Como mostra a (Figura 1) o meio abiótico como suporte para o biótico na terra.

Figura 1 - A geodiversidade dando suporte para a biodiversidade.



Fonte: Jenifer Silva (2023)

Desta forma, a biodiversidade sendo estruturada pela geodiversidade é um aspecto de destaque que a torna um alvo atrativo para o geoturismo. Observações de campo revelam características erosivas distintivas, tornando-a um ecossistema singular na região do rio São Francisco.

Metodologia

O método utilizado foi o dialético, o qual busca analisar o meio físico a partir de leituras bibliográficas, discursando sobre a formação geomorfológica da Ilha do Fogo (Petrolina- PE/ Juazeiro- BA), ou seja, aplicar os estudos bibliográficos dialogando com o contexto da pesquisa que será desenvolvida. Neste sentido, discorrer a conclusão da pesquisa dialogando sobre os aspectos abordados pelo estudo bibliográfico no meio físico.

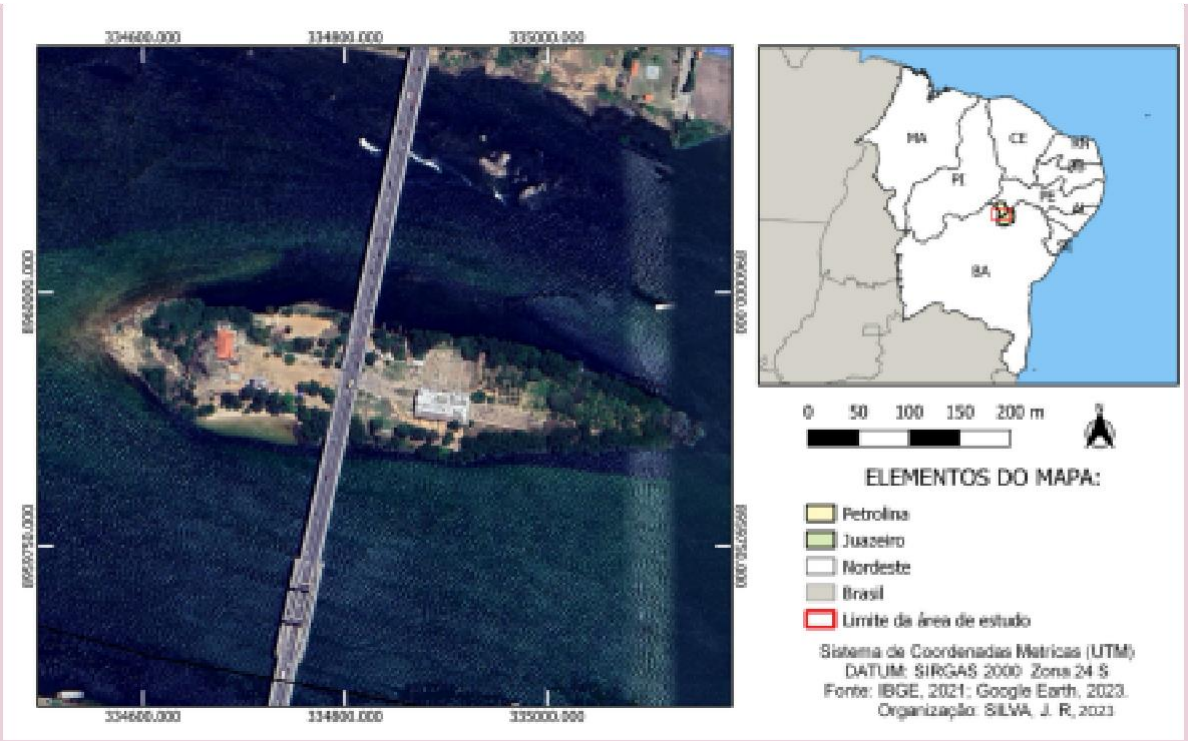
A abordagem escolhida para a pesquisa é a abordagem qualitativa, pois busca analisar o contexto num sentido mais amplo, no que diz respeito ao relevo como potencial geoturístico e a importância da conservação do geo-patrimônio. Em primeiro lugar, a pesquisa bibliográfica de livros e artigos que tratam da formação geomorfológica e seus potenciais de uso social.

Para obter as informações necessárias para responder os objetivos da pesquisa, no trabalho de campo, foram realizadas visitas ao local de estudo a fim de compreender a paisagem, como também, a utilização de registro fotográfico. Portanto, a proposta do trabalho de campo não foi somente ter uma visão precisa e detalhada das características do ambiente físico, atrelando os aspectos naturais, mas, reconhecer todas as movimentações e articulações que não são visíveis aos olhos tecnológicos, pois somente com um olhar abrangente do geógrafo que será possível uma análise um tanto mais completa do campo como um todo (Suertegaray, 2002).

Resultados e Discussões

A ilha do fogo se encontra localizada na divisa entre Petrolina e Juazeiro, com acesso feito através da ponte Presidente Dutra (Figura 2). A ilha localiza-se nas coordenadas 9° 24 '22 "S e 40° 30' 20"O com altitude média de 380m. Composta por domínio de depósitos de sedimentos quaternários, a ilha tem como principal atrativo a praia fluvial como uso do lazer.

Figura 2 - Mapa da localização da área de estudo.



Fonte: Jenifer Silva (2023).

Pela carência de trabalhos acadêmicos de Geomorfologia, voltados especificamente para a Ilha do Fogo (Petrolina- PE/ Juazeiro- BA), foi identificado, a partir de trabalhos semelhantes realizados nas Ilhas do Massangano e Rodeadouro, ou seja, em localidades de

ilhas fluviais próximas e semelhantes que a Ilha do Fogo constitui indicadores da dinâmica geomórfica da Planície circunjacente pela sedimentação do rio e de outros agentes como escoamentos fluviais, lacustres e eólicos que se refletem numa diversidade de condições de solos, de flora e fauna. (Lyra, 2018).

Desta maneira, espera-se entender como o local estudado, por sua morfoestrutura apresentar-se como uma planície, indica melhor acessibilidade para o uso social desta localidade, tanto no aspecto de tráfego de pessoas, quanto na implementação de quiosques e da comercialização na ilha, como mostra a imagem a (Figura 3).

Figura 3 - Uso social da área de estudo.

Fonte: Autores (2023).

Na localidade em que se acessa a Ilha pela Ponte Presidente Dutra, que liga Petrolina-PE e Juazeiro-BA, é possível localizar duas principais praias fluviais. Essas praias são separadas por muros, uma construção antrópica que separa a parte alta e plana da parte de acesso ao Rio São Francisco. A pesquisa faz uma especulação das diferenças entre a praia onde os banhistas se encontram e a praia que não há acesso da população. De antemão, observa-se a presença de mata ciliar mais conservada no local não habitado, como também, o uso comercial da Ilha e muita poluição, como mostram as imagens (Figura 4).

Figura 4 - A) Área de poluição na Praia Fluvial da Ilha do Fogo B) Poluição da parte alta da Ilha do Fogo.

Fonte: Autores (2023).

Os resultados obtidos na pesquisa sugerem que a ilha carece de investimentos, assim como nos apresenta (Silva, 2019) em sua pesquisa, a Ilha do Fogo está confrontada com questões relacionadas a investimentos insuficientes, bem como, com desafios ambientais e sociais, resultando na acumulação de uma quantidade significativa de resíduos e na deterioração da estrutura. Desta maneira, a pesquisa desenvolve um plano de turismo sustentável, pois foi possível observar que a ilha possui um grande potencial para atrair visitantes interessados no geoturismo. Contudo, é essencial para assegurar que essas visitações não prejudiquem a biodiversidade da ilha e não cause ainda mais a degradação daquele espaço. Buscamos incluir diretrizes para um turismo consciente e, sobretudo, educar a todos a respeito da importância dessa conservação. Esse ideal de conservação e desenvolvimento sustentável não pode ser alcançado sem o envolvimento das comunidades locais, e isso não será possível sem antes conscientizá-las.

A comunidade local deve ser envolvida nessas realizações. Isto ajudará a criar um sentido de propriedade e responsabilidade em relação à ilha. A preservação da ilha requer um esforço coordenado de diferentes partes interessadas, assim como a participação do governo local, proporcionando um monitoramento adequado desse espaço, podendo atuar com ajustes necessários, às comunidades locais e organizações de conservação.

Figura 5 - Afloramento na parte alta da Ilha do Fogo: Geodiversidade.

Fonte: Autores (2023).

Apesar do seu potencial geoturístico, a Ilha do Fogo enfrenta desafios significativos em termos de conservação e desenvolvimento sustentável. O rápido crescimento populacional, a urbanização e o aumento da atividade turística podem exercer pressão sobre os ecossistemas frágeis da ilha. A poluição causada pela presença humana, bem como a retirada da mata ciliar para acomodar infraestruturas, representam ameaças à biodiversidade e à integridade geomorfológica da ilha. Para enfrentar esses desafios, é imperativo adotar estratégias eficazes de conservação que preservem tanto os recursos naturais quanto o patrimônio cultural da Ilha do Fogo. Uma abordagem interdisciplinar que envolva pesquisadores, comunidades locais, autoridades governamentais e partes interessadas do turismo é essencial para garantir um equilíbrio harmonioso.

Para melhor uso e gestão da área estudada, é preciso que haja uma abordagem proativa para a conservação e o desenvolvimento sustentável da Ilha, como a educação e conscientização da comunidade local e dos turistas. Isso pode ser alcançado por meio de campanhas de conscientização, materiais educativos e programas de educação ambiental. O Monitoramento Ambiental, estabelecendo sistemas de monitoramento para acompanhar a saúde dos ecossistemas da ilha, detectando mudanças negativas e implementando medidas corretivas de forma oportuna.

Restauração da Mata Ciliar Recuperar e proteger a vegetação das margens do rio São Francisco, garantindo que a vegetação desempenhe seu papel vital na preservação do solo e na estabilidade do ecossistema. O desenvolvimento de rotas Geoturísticas, criar itinerários geoturísticos que ofereçam uma experiência enriquecedora para os visitantes,

destacando a história geológica, a biodiversidade e a cultura local. Criando também a regulamentação e fiscalização rigorosas para limitar a atividade humana prejudicial à ilha e estabelecer sistemas de fiscalização para garantir o cumprimento das regras.

Conclusão

A Ilha do Fogo apresenta uma interseção fascinante entre geologia, cultura e ecologia, oferecendo um potencial geoturístico cativante. No entanto, esse potencial não pode ser explorado de forma isolada, ignorando os desafios ambientais que a ilha enfrenta. A busca pelo equilíbrio entre a administração sustentável e a conservação do geo-patrimônio requer esforços coordenados de diversos atores, desde as comunidades locais até as autoridades governamentais e organizações de conservação.

Através da conscientização, educação e adoção de estratégias cuidadosamente planejadas, a Ilha do Fogo pode se tornar um exemplo inspirador de como o geoturismo pode coexistir harmoniosamente com a preservação ambiental. Ao promover uma abordagem integrada que valoriza tanto as riquezas naturais quanto a herança cultural, podemos assegurar que as gerações futuras também possam admirar e aprender com esse pedaço único da paisagem brasileira.

Referências

BRILHA, J. B. Património geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica. Palimage, 2005.

BRITTO, Maria Creusa De Sá Y. PETROLINA ORIGEM, FATOS, VIDA UMA HISTÓRIA: (DO DESBRAVAMENTO DO MUNICÍPIO A 1992). PETROLINA: TRIBUNA DO SERTÃO, 1995.

CAVALCANTE, Francisco José Pereira. PETROLINA, PEDROS, PEDRAS. PETROLINA: Editora, 2013.

DA GAMA[1], Elisa Santos; DE OLIVEIRA GUIMARÃES, Thaís; DE BARROS LYRA, Luiz Henrique. POTENCIAL GEOTURÍSTICO DAS

ILHAS FLUVIAIS DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO GEOTURISTIC POTENTIAL IN THE RIVER ISLANDS OF THE SUBMEDIUM SÃO FRANCISCO. Revista Estudos Geológicos vol. 31(2) 2002

DE BARROS LYRA, Luiz Henrique; DE LIRA, Daniel Rodrigues; FONSÊCA, Drielly Naama; SANTOS, Riclaudio Silva. ANÁLISE EVOLUTIVA DO USO E OCUPAÇÃO DAS TERRAS NAS ILHAS DO MASSANGANO E RODEADOURO, ALTO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO, PETROLINA-PE. Revista de Geografia (Recife), v. 35, n. 2, 2018.

LYRA, L. H. B. 2017. Dinâmica geomorfológica das ilhas do Massangano e Rodeadouro no alto submédio São Francisco. Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Aracaju.251p.

SILVA, M. O.; CAMPOS, M. V.; SANTOS, E.L.CONSIDERAÇÕES SOCIOAMBIENTAIS SOBRE A ILHA DO FOGO (JUAZEIRO-BA, PETROLINA-PE) COMO ESPAÇO DE LAZER. Educação ambiental em ação, 2019.

SUERTEGARAY, D. M. A. Pesquisa de Campo em Geografia. GEOgraphia: [s.i], v.4, n.7, p. 64-68. Disponível em: https://doi.org/10.22409/GEOgraphia2002.v4i7.a13423.

TORRES, Fillipe Tamiozzo Pereira; NETO, Roberto Marques; MENEZES, Sebastião de Oliveira. Introdução a geomorfologia. [S. l.: s. n.], 2012.

Dinâmica da paisagem na área da Praia da Guia, São Luís – MA

Landscape dynamics in the area of Praia da Guia, São Luís - MA

Daniele Costa Rufino
Universidade Federal do Maranhão
Orcid 0009-0005-7490-1711
daniele.rufino@discente.ufma.br

Izabela da Rocha Barboza
Universidade Federal do Maranhão
Orcid 0009-0004-6389-8994
izabela.rocha@discente.ufma.br

Antonio Cordeiro Feitosa
Universidade Federal do Maranhão
Orcid 0000-0002-3979-4739
antonio.cf@ufma.br

Resumo: Neste trabalho aborda-se a dinâmica da paisagem presente na Praia da Guia, situada no município de São Luís, no estado do Maranhão, com o objetivo de estudar as características da área, para que se possa compreender as singularidades da paisagem. Nesta perspectiva, foi realizada a contextualização buscando apresentar os principais conceitos a serem explorados. Por se tratar de um estudo de caso, a metodologia utilizada foi estritamente descritiva, buscando embasamento em pesquisas secundárias. O presente estudo é um dos poucos que buscam trazer as características da Praia da Guia, sendo importante fonte de pesquisa para se entender a dinâmica local, assim como para subsidiar a realização de estudos posteriores. Os resultados evidenciam a lacuna existente quanto ao conhecimento das variáveis socioambientais da área e da utilização do espaço pela população do São Luís.

Palavras-chave: Paisagem, Praia da guia, São Luís-Maranhão.

Abstract: This work deals with the dynamics of the landscape present in Praia da Guia, located in the municipality of São Luís, in the state of Maranhão, with the objective of studying the characteristics of the area, so that one can understand the singularities of the landscape. In this perspective, the contextualization was carried out seeking to present the main concepts to be explored. As this is a case study, the methodology used was strictly descriptive, seeking to base it on secondary research. The present study is one of the few that seek to bring the characteristics of Praia da Guia, being an important source of research to understand the local dynamics, as well as to subsidize the realization of further studies. The results show the existing gap in terms of knowledge of the area's socio-environmental variables and the use of space by the population of São Luís.

Keywords: Landscape, Praia da Guia, São Luís-Maranhão.

Introdução

A motivação para realizar estudos em ambientes costeiros remete ao final do século XIX, com a publicação das primeiras pesquisas. As inquietações estão relacionadas sobretudo por esses ambientes abrigarem uma diversidade de ecossistemas, que compreendem dunas, restingas, praias arenosas, áreas vasosas, costões rochosos, lagunas, estuários, marismas tropicais, manguezais e recifes areníticos e de corais.

Nos ambientes costeiros residem as maiores concentrações de pessoas e ocorrem as mais intensas atividades humanas, por serem locais atrativos em função da proximidade

de áreas com recursos de natureza geobiodiversa além das potencialidades de comunicação e de circulação de riquezas através o comércio marítimo, principalmente em escala global, com emprego da navegação.

Nas áreas costeiras estão localizadas as grandes metrópoles, responsáveis pelos maiores impactos das ações humanas, pela magnitude das atividades empresariais e densidade de população. Conforme Martins; Barboza (2006), a zona costeira é uma área de transição entre o continente e o oceano, constituindo espaços frágeis e dinâmicos. Por isso precisam de uma atenção adequada.

O litoral brasileiro possui uma extensão aproximada de 8.000 km (IBGE, 2011), compreendendo 17 estados com características singulares, além de ser possível observar as sucessíveis transformações, notadamente relacionadas a feições geomorfológicas como processos deposicionais, erosivos, influências das marés, correntes marinhas, clima e intervenções humanas. Esse ambiente dispõe de uma ampla diversidade nos ecossistemas, sendo possível encontrar os principais testemunhos da geobiodiversidade costeira global (MMA, 2020).

A Zona Costeira do Estado do Maranhão tem aproximadamente 640 km, posicionando o estado como o segundo maior litoral da região Nordeste e do Brasil, em extensão, com a singularidade da maior extensão de costas baixas e da maior amplitude das marés. Os estudos realizados nessa área se desenvolveram a partir da década de 1970 com o LABOHIDRO/UFMA. Entretanto o livro *Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro*, idealizado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), contém uma abordagem do litoral brasileiro, dividindo por estado.

As características fisiográficas da Zona Costeira e Estuarina do Maranhão (ZCEM), compreendem: o Golfão Maranhense, a maior reentrância e onde se concentram as atividades humanas; o Litoral Oriental, marcado pela condição retilínea e a costa arenosa dos Lençóis e Pequenos Lençóis; o Litoral Ocidental, maior conjunto de reentrâncias da costa brasileira; Baixada Maranhense, representando a porção interior do Golfão Maranhense, e o Parque Estadual Marinho do Parcel Manuel Luís, extenso conjunto de corais distante 180 km da costa do estado.

A Ilha do Maranhão integra a unidade do Golfão Maranhense, composta por quatro municípios, São Luís (capital), São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa. A costa desses municípios, abriga ecossistemas com alta relevância ambiental, por possuírem diversidade de transição entre os fatores ambientais terrestre, marinho e climático. A geomorfologia presente na costa da ilha é representada na sua quase totalidade por uma planície costeira, onde ocorrem baixos platôs litorâneos, que no contato com o mar fazem

surgir falésias observadas a norte, sul e leste da Ilha (Pinheiro, 2002). Encontra-se, também, uma ampla planície fluviomarinha com áreas vasosas, manguezais e praias arenosas.

Em São Luís, o litoral norte apresenta os mesmos padrões encontrados ao longo da zona costeira maranhense, com intenso processo de ocupação e de uso do espaço com atividades de esporte e de lazer. Segundo Ferreira (2018), as praias do litoral norte da ilha, possuem uma largura de aproximadamente 250 m, possuindo uma grande amplitude de maré, com uma extensão de aproximadamente 8 km.

A área de estudo encontra-se no litoral norte, no eixo Itaqui Bacanga e pertence a região periférica de São Luís, estando localizada a latitude 02º32'19" de latitude sul e 44º20'25" de Longitude W, com acesso a partir do bairro Anjo da Guarda, atravessando o Igarapé da Guia. É frequentada principalmente por moradores locais e por grupos que costumam realizar trilhas na área. Não possui boa estrutura para lazer como bares, hotéis e restaurantes (Ribeiro, 2020). Aparentemente a praia se apresenta preservada, entretanto os monitoramentos necessários não são realizados.

A necessidade de realizar estudo na área, se faz decorrente a pouca visibilidade do local, nos trabalhos encontrados é possível observar menções à Praia da Guia, entretanto é necessário que pesquisas sejam realizadas no intuito de descrever e caracterizar seu espaço, principalmente por não pertencer a centralidade do litoral maranhense, visto que a grande parte das pesquisas são realizadas nesses locais.

Com o presente artigo pretende-se inserir a praia da Guia como espaço de lazer da população da cidade de São Luís, tendo por objetivo analisar a dinâmica da paisagem com base em dados e informações de pesquisas documentais e através de trabalho *in loco,* enfatizando a caracterização da área e os principais processos responsáveis pelas transformações do espaço costeiro.

Material e Método

O presente estudo se enquadra como estudo de caso, com a metodologia utilizada neste trabalho foi orientada pela análise qualitativa descritiva, conforme Ribeiro (2020), compreendendo uma abordagem sobre a singularidade do potencial paisagístico da geodiversidade, caracterizado por falésias, dunas e extensas faixas de areias; entretanto na área de estudo.

Os dados constantes em pesquisas secundárias foram utilizados para embasamento da pesquisa realizada na área, é necessário que se tenha o conhecimento das características sedimentares, por isso foi utilizado os estudos de Pereira (2018), que realizou a caracterização sedimentar das praias da Ilha do Maranhão.

A realização de trabalho pode ser caracterizada como um estudo de caso, de modo exploratório, com abordagem qualitativa e quantitativa. Para sua execução, foram desenvolvidos os seguintes procedimentos metodológicos: Leitura e análise da bibliografia relacionada ao tema e à área de estudo; - Coleta de dados secundários; - Pesquisa de campo, com registros fotográficos para observação e interpretação do comportamento geral dos elementos naturais e socioambientais recorrentes na área.

O reconhecimento da área de estudo foi realizado através do trabalho de campo, na qual foram feitas duas visitas para percorrer toda a área. As visitas de campo buscaram entender a dinâmica local, por isso a primeira foi realizada durante a semana e a segunda no final de semana, através disso foi possível observar os contrastes presente no local, principalmente por se trata de um lugar isolado que costuma ser frequentado principalmente aos finais de semana.

Resultados e Discursões

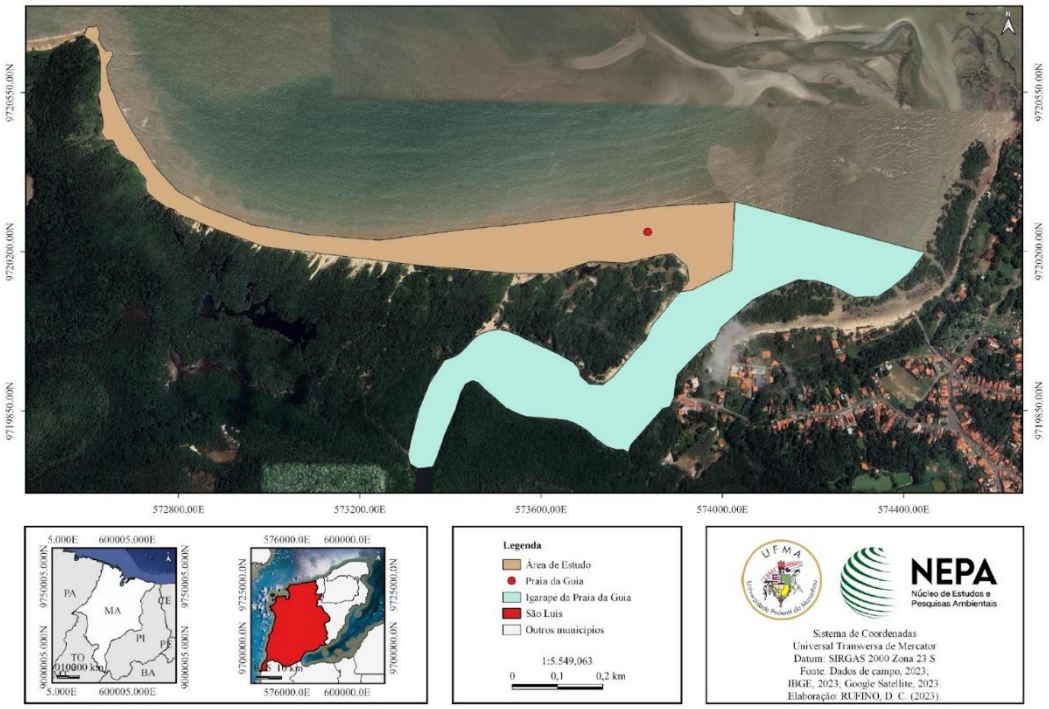
Localização e situação geográfica

A área de estudo localiza-se no litoral norte da Ilha do Maranhão, sendo localizada na Latitude 2º31’79” S e Longitude 44º20’25” W. Limita-se ao norte, com a Baía de São Marcos; e ao sul com a mata do Bonfim; a oeste com a Praia do Amor; a leste com o Bairro do Bonfim (Figura 1).

A Praia da Guia situa-se no Munícipio de São Luís, capital do Estado, e integra a Região Metropolitana. Está localizada no eixo Itaqui-Bacanga, fazendo parte do bairro periférico da Vila Nova. Apesar de sua relativa proximidade do centro de São Luís, para se ter acesso à Praia da Guia é preciso passar pelo bairro do Anjo da Guarda, seguir todo o percurso da Av. José Sarney e da travessa Julieta Ramos, ao chegar no local é necessário atravessar o Igarapé da Guia, que pode ser feito de canoa, durante a preamar. Durante a baixa-mar a travessia pode ser feita a pé, com pequeno risco de acidentes.

A face da praia consiste numa formação arenosa com largura variável, que alterna topografia plana a suavemente inclinada em função do comportamento das marés, devido ao esbatimento das ondas e a ação das correntes litorâneas.

Figura 1 – Localização geográfica da área de estudo.



Fonte: Elaboração dos autores (2023).

Aspectos Humanos

Por ter acessibilidade reduzida e ausência de infraestrutura na face praial, Praia da Guia costuma ser frequentada por moradores locais e por grupos que praticam turismo de aventura. As pessoas que frequentam a praia, se concentram na parte do Igarapé (Figura 2) para banhar e a faixa de areia na baixa-mar costuma ser usada para praticar o Beach Soccer. A movimentação se intensifica nos finais de semanas, entretanto durante a semana o local costuma ser frequentado somente pelos pescadores.

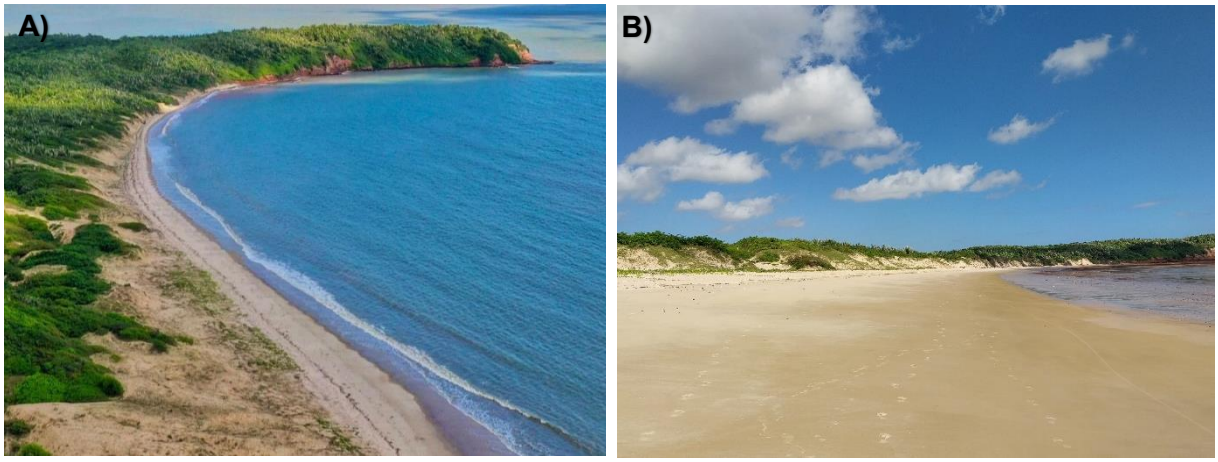
Figura 2 – Igarapé da Guia.

Fonte: Arquivo dos autores (2023).

Entretanto, por ter uma pequena faixa de areia, a praia não costuma ser visitada na preamar, principalmente por grande parte da área ficar submersa, como é possível observar

na figura 3. Atualmente não costuma ter os “atravessadores” como outrora, um dos moradores relatou que antigamente a praia costumava ser frequentada e se tinha mais de 30 “atravessadores”, entretanto hoje em dia é raro encontrar. Durante o percurso na baixa-mar é possível observar uma larga faixa de areia (Figura 3b), mas o cenário muda na preamar, fazendo com que a larga faixa de areia fique submersa.

Figura 3 – A) Praia da Guia na preamar; B) Praia da Guia na baixa-mar.



Fonte: 9D Studio (2021); Arquivo dos autores (2023).

A Praia da Guia possui uma beleza natural, principalmente por ter características singulares, mesmo estando nas proximidades da Praia do Bonfim, as diferenças são notórias, entretanto além da paisagem natural é possível ter uma vista panorâmica da parte elitizada da cidade (Figura 4). A Praia da Guia permite que se tenha uma vista única de São Luís isolada dos grandes contingentes populacionais, além de poder observar o espigão costeiro e os edifícios da orla (Corrêa et al, 2009, apud Ribeiro, 2020).

Figura 4 – Vista panorâmica para São Luís.

Fonte: Arquivo dos autores (2023).

A área da Praia da Guia não possui nenhum tipo de proteção legal, e mesmo a SEMA (Secretaria de Meio Ambiente), realizando os testes de balneabilidade nas demais praias da ilha, não são realizados nessa área, sendo assim gera uma insegurança na saúde dos moradores que frequentam a praia, entretanto existe alguns questionamentos dos motivos para que esses testes não sejam realizados, visto que os testes são realizados de forma centralizada. Entretanto, aparentemente a praia aparenta estar bem conservada.

Aspectos Físicos

Apesar da proximidade dos bairros da região Itaqui-Bacanga, notadamente a Vila Nova, Bonfim, Vila Mauro Fecury I e II, Anjo da Guarda e Fumacê, na área costeira e litorânea da praia da Guia são distinguidos vários elementos naturais da paisagem como: áreas vasosas, mangues, o igarapé da Guia, praia, falésias e dunas costeiras. Tais ambientes são dinâmicos e modelados por processos naturais antrópicos.

Áreas Vasosas

Na área de estudo é possível observar uma porção lamosa na baixa-mar, na qual a faixa de areia apresenta uma cor acinzentada compacta. (Figura 5). Ocupa uma área ampla da praia, no qual apresenta um alto teor de argila, gerando um contraste no ambiente no qual é possível observar as diferenças presente no local, principalmente se tratando da sedimentologia e dos ambientes que é possível encontrar.

Figura 5 – Área vasosa.

Fonte: Arquivo dos autores (2023).

Mangue

Esses ambientes costeiros são peculiares e altamente produtivos, segundo Marques et al, (2016), o mangue é um ambiente de transição entre o mar e a terra, por isso é

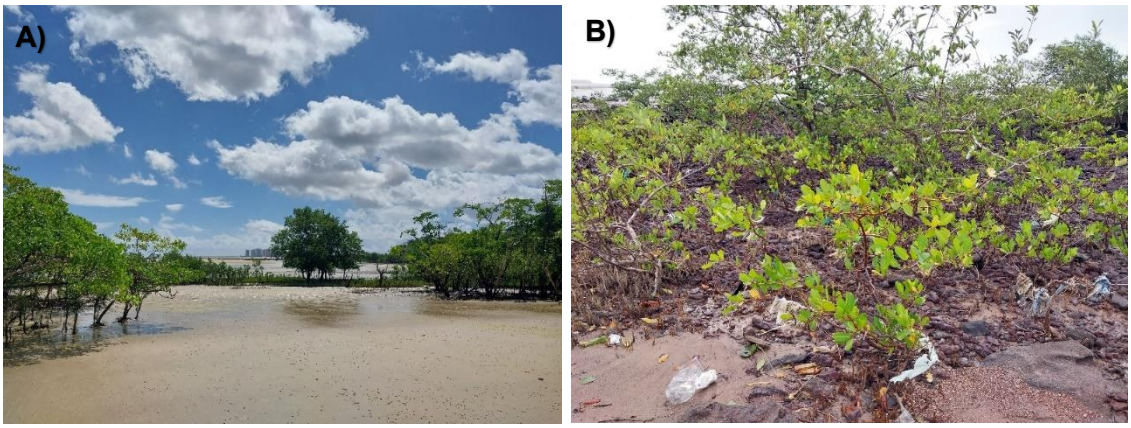
considerado um dos principais berçários da vida no planeta. Nesse ecossistema é possível observar uma alta produtividade de matéria orgânica.

As áreas que possuem a vegetação de mangue são encontradas na linha de costa, possuem uma consistência muito sedimentar. O solo dessas áreas é formado basicamente por matéria orgânica de composição argilosa, síltica, arenosa e são locais que são constantemente imudáveis, o que provoca uma baixa oxigenação do solo (Pinheiro, 2002).

Quando se refere a formação desses locais, o mangue é formado através da conjugação de águas salobras e quente, tornado esses ambientes ricos em espécies faunísticas e quando se trata da flora, na Ilha do Maranhão é possível encontrar o predomínio de três espécies, segundo Damázio (1980), a *Rhizophora mangle; Avicennia schaueriana; Laguncularia racemosa.*

Na área de estudo é possível observar a presença de vegetação de mangue, que estão localizadas próximo ao igarapé da guia, onde são apresentadas características locais, onde é composto de sedimentos finos, pouco consolidados e que sofrem com as inundações durante a preamar e nas marés de sizígias. Em alguns pontos é possível encontrar as interferências antrópicas através da presença de resíduos (Figura 6b).

Figura 6 – A) Vista frontal do mangue da Praia da Guia; B) Mangue com a presença de resíduos.



Fonte: Arquivo dos autores (2023).

Igarapé da Guia

Outro aspecto físico marcante na área de estudo é a presença de um igarapé (figura 7), o Igarapé da Praia da Guia. Conforme o IPAM Amazonia, um igarapé se destaca por apresentar as seguintes características – é um curso d'água amazônico de primeira ou em terceira ordem, constituído por um braço longo de rio ou canal. [...] caracterizados por pouca profundidade e por correrem quase no interior da mata. A maioria dos igarapés tem águas escuras semelhantes às do rio Negro, um dos principais afluentes do rio Amazonas, transportando poucos sedimentos. São navegáveis por pequenas embarcações e canoas.

Figura 7 – Igarapé da Guia.

Fonte: Arquivo dos autores (2023).

Macêdo; Feitosa (2011, p. 28) destacam que a região que se encontra a área de estudo possui uma rica rede hidrográfica e paisagem, que acabam sendo modificadas por conta da presença do homem.

> Na área da bacia do igarapé da Guia, a partir da década de 1980, houve aumento significativa de ocupações irregulares, desencadeando profundas alterações na paisagem, com evidência para setores humanizados com alto grau de insalubridade pela carência de infraestrutura, notadamente nas áreas rebaixadas e úmidas em decorrência da ausência do poder público.

Por conta do processo de urbanização da região a área de estudo passou a ser ocupada de maneira irregular por parte do homem, fato que não deveria ocorrer por conta da presença de mangue.

> Considerando somente a declividade do terreno como fator de influência do processo de ocupação, quase toda a área da bacia do igarapé da Guia é apropriada para a fixação e práticas de atividades humanas. No entanto, com base nos aspectos legais, as áreas de mangue, do leito maior dos córregos e de declividade superior a 25% não deveriam ser ocupadas, realidade contraditória em significativa parcela do espaço estudado, ocupada, principalmente, por famílias de baixo poder aquisitivo (Macêdo; Feitosa, 2011, p. 34).

Dunas Costeiras

A ação eólica nas áreas costeiras, são responsáveis por retrabalhar os sedimentos que chegam através da ação marinha. Essas formações são moldadas através da ação das ondas e do vento, que são um dos principais responsáveis pelo processo de erosão, transporte e deposição de sedimentos. Segundo Fernandez *et al.* (2017, p. 597) “dunas são acumulações sedimentares associadas ao vento, em que a partir do empilhamento de sedimentos passam a assumir feições morfológicas distintas”.

No litoral nordeste é possível encontrar várias ocorrências de dunas costeiras. Entretanto, existe diversos fatores que irão determinar a sua morfologia, alguns tipos ocorrem principalmente no litoral, como por exemplo as dunas frontais. Na área de estudo é possível observar essas dunas, nas quais os sedimentos passam pelo processo de erosão e deposição, por isso em algumas épocas é possível observar uma engorda natural na praia. As dunas costeiras podem ser classificadas entre dunas primárias e secundárias (Hesp; Walker, 2013). As dunas presentes na área de estudo são consideradas dunas frontais que são da ordem primária, que segundo Hesp (2012), são consideradas dunas costeiras, nas quais são formadas pela ação combinada entre a vegetação e sedimentos oriundos da praia.

Dunas Frontais

Formada através de depósitos eólicos, podem ser classificadas entre temporária e fixa. As dunas presentes na Praia da Guia são consideradas dunas frontais, Segundo Hesp (2002) as dunas frontais são formadas por acumulação em paralelos à linha de costa, são formadas principalmente pela deposição dos sedimentos dentro da vegetação. Mediante a esse depósito de sedimentos arenoso em meio a vegetação pioneira, as dunas se tornam fixas, esses depósitos são estabilizados pela vegetação rasteira e esparsa, uma das principais espécies é a *Ipomoea pes-caprae*.

Essas dunas tem uma proximidade maior com a linha de costa e costumam ser diretamente influenciadas pela ação das ondas, por isso elas tem a função de proteger à costa (Hesp, 2002). Entretanto, é necessário que se tenha as condições favoráveis para a formação de dunas, características nas quais a praia da guia apresenta.

Durante todo o percurso da área de estudo foi possível observar as dunas presente em sua extensão (Figura 8), como é observado na imagem a seguir, as dunas presentes são vegetadas e possuem uma variação de tamanho, na preamar é possível observar a proximidade com o mar.

Figura 8 – Dunas Frontais.

Fonte: Arquivo dos autores (2023).

A praia tem um perfil dissipativo, com uma topografia plana e ondas deslizantes. A Praia da Guia apresenta uma granulometria de areia fina e muito fina (Pereira, 2018). Entretanto é possível encontrar sedimentos biogênicos mais grossos (Figura 9), em uma pequena área da praia.

Figura 9 – Sedimentos biogênicos.

Fonte: Arquivo dos autores (2023).

Falésias

As constantes mudanças que os ambientes costeiros sofrem, tem como resultado as diversas feições geomorfológicas, que decorrem de processos deposicionais e erosivos, o qual possuem uma influência direta com a ação das ondas, correntes marinhas e do clima, além de ser influenciado pela ação antrópica. Dentre essas feições se encontram as falésias, que são resultados de uma ação erosiva. Segundo Christofoletti (1980, p. 133):

> Quando, em virtude de modificações do nível do mar ou da terra, o mar entra em contacto com uma escarpa íngreme emersa, estabelecem-se condições para a esculturação de uma cadeia de formas. O ataque das ondas, na zona intertidal, promove um entalhe de solapamento na escarpa, que provoca o desmoronamento da parte cimeira e elaboração da falésia.

As falésias do litoral são esculpidas nos depósitos do Grupo Barreiras. A erosão presente costumam ser ativa em praticamente todas as falésias, é um processo que ocorre naturalmente, entretanto pode ser intensificado por alguns fatores. Conforme Souza et al, (2005), a ação das ondas sobre costas altas causa erosão, que promove o recuo da linha de costa. Essa erosão está associada com a composição mineralógica que compõem o Grupo Barreiras, o qual é altamente erosivo.

As falésias são classificadas em dois tipos: as ativas (vivas) e inativas (mortas) ou paleofalésias. As ativas possuem alta declividade e sofrem com a ação marinha, na qual é a

causadora da modelagem da mesma, por possuírem uma instabilidade podem vim a desmoronar. As inativas não sofrem com as ações marinhas e possuem uma cobertura vegetal.

A falésia que existe na Praia da Guia, constitui a Ponta homônima com amplitude topográfica de aproximadamente 20 m, possui vegetação no topo e raramente na face, além de possuir alguns ravinamentos. Conforme Santos (2012, p. 395) “possui inúmeros arenitos ferruginosos na faixa da praia, que também protegem sua base”. O local onde se encontra a falésia não possui ocupação.

A falésia da praia da Guia (Figura 10), destaca-se como paisagem singular por sua dinâmica, classificada como uma falésia viva, por ainda ter contato direto com as ações marinhas. Por ser um espaço em constante transformação, devido ao alcance das marés, o recuo da falésia para a área emersa, proveniente de uma ação erosiva é formado o Terraço de abrasão. Esse processo é realizado mediante a ação das ondas que solapam a base da falésia, desencadeando processos de erosão e transporte dos detritos erodidos que são remobilizados e dispersos pelas correntes de marés.

Figura 10 – Vista da Falésia, na ponta da Guia.

Fonte: Arquivo dos autores (2023).

O terraço de abrasão (Figura 11) encontrado no litoral da ponta da Guia, ocupa uma área extensa, sendo constituído principalmente por diferentes níveis de patamar rochoso e fragmentos de material solto, formado por arenitos ferruginosos em constante processos de remodelagem. O arenito integra o conjunto litológico das formações Barreiras e Itapecuru, recorrentes em diferentes níveis topográficos ao longo da ilha do Maranhão, e é formado no interior da estrutura rochosa, proveniente do processo de laterização, quando os minerais passam por processos de hidratação e oxidação, no qual o ferro é liberado sob a forma de hidróxido de férrico.

Figura 11 – Terraço de abrasão.

Fonte: Arquivo dos autores (2023).

Segundo Silva (2016, p. 187), os terraços de abrasão marinha se encontram consolidados no interior da estrutura rochosa “sendo expostos pela erosão superficial e acabam rolando e depositados na base da falésia para formar o terraço de abrasão”. É relevante enfatizar que essas áreas sofrem ação marinha, durante e preamar e fluvial durante a baixa-mar, pois a praia da Guia possui uma ampla faixa de areia exposta durante a maré vazante, que é frequentada pela população residente nas áreas circunvizinhas, notadamente nos finais de semana.

O espaço da praia é usado para atividades de lazer como futebol e banho, além da prática de trilhas por grupos organizados com tal objetivo. Esta prática corrobora com a forma ideal do habitar urbano relativamente à obtenção de melhor qualidade de vida (Marandola, 2014).

Dentre os processos recorrentes na praia da Guia, é frequente a formação de bolhas de ar aprisionadas no interior de cavidades solapadas na base da falésia que explodem quando as massas de água das ondas são arremessadas contra as rochas. Esta condição desencadeia o fenômeno caracterizado como “choque de pistão”, que tem grande poder destrutivo nas litologias sedimentares com baixa consolidação. Tal processo é mais comum em falésias das ilhas do Medo e do Livramento, no Golfão Maranhense. É possível observar tal fenômeno na área de estudo, este tipo de processo, é responsável pelo solapamento da base da falésia por ocasião maré enchente sendo originado pela força das ondas, na qual se choca contra as rochas da base.

A Área é uma das poucas da ilha em que acontece este tipo de processo, responsável pelo solapamento da base da falésia por ocasião maré enchente sendo originado pela força das ondas, na qual se choca contra as rochas da base. Atualmente não se encontra textos publicados sobre o fenômeno. Essa é uma das singularidades presente na área de estudo

(figura 12), sendo possível constatar a dinâmica e as constantes mudanças que o local sofre, decorrente da influência que são relacionados pela ação das ondas.

Figura 12 – Área sujeita a Choque de Pistão.

Fonte: Arquivo dos autores (2023).

Considerações Finais

Em síntese o presente trabalho permitiu compreender, de forma simplificada, todas as características da área de estudo, onde foi possível observar que ainda é necessário que sejam realizados mais estudos na área, visto que existem poucos trabalhos realizados. Como a área apresenta particularidades diversas, torna-se necessária a realização de estudos continuados para que se compreenda de forma ampla e aprofundada sobre a dinâmica local. Além disso, espera-se que este trabalho seja somente o início das novas pesquisas que será desenvolvida na área.

Tendo em vista que a praia tem sido utilizada atualmente somente pela comunidade local, se tem a necessidade de divulgação da mesma, para atrair um público mais amplo e por isso é vital que seja realizado um planejamento adequado no local, afim de que a praia seja utilizada de maneira consciente e sustentável. Além disso, é necessário aprimorar a infraestrutura para receber os visitantes.

Desta maneira o estudo sobre a Praia da Guia, se apresentam como satisfatórios visto que o objetivo principal foi alcançado. Para compreender a organização do espaço costeiro é necessário que seja feito um estudo interdisciplinar dos agentes e processos responsáveis por toda dinâmica local, visto que é um ambiente que passa por transformações constantes.

Referências

CHISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Edgar blücher, 2ª edição,1980.

FERREIRA, M. S. Morfodinâmica da Praia da Ponta d´Areia, São Luís-Ma. Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão-UFMA, Trabalho de Conclusão do Curso de Oceanografia, f. 83, 2018.

FERNANDEZ, G. B.; PEREIRA, T. G.; ROCHA, T. B.; MALUF, V.; MOULTON, M.; OLIVEIRA FILHO, S. R. de. Classificação morfológica das dunas costeiras entre o cabo frio e o cabo búzios, litoral do estado do rio de janeiro. Revista Brasileira de Geomorfologia, [S. l.], v. 18, n. 3, 2017. DOI: 10.20502/rbg. v18i3.862. Disponível em: https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/862. Acesso em: 20 ago. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA-IBGE. Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil. 2011.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA. Igarapé. Disponível em: https://ipam.org.br/glossario/igarape/. Acesso em: 23 jul. 2023.

HESP, P. Foredunes and blowouts: initiation, geomorphology and dynamics. Geomorphology, v. 48, n. 1-3, p. 245-268, 2002.

HESP,P.A.Surfzone-beach-dune interactions. In:KRANENBURG, W. M.; HORSTMAN, E. M.; WIJNBERG, K. M., (Eds). Crossing borders in coastal research: jubilee conference proceedings. University of Twente, Enschede, the Netherlands, 2012.

HESP, P. A.; WALKER, I. J. Coastal Dunes. In: SHRODER, J. F. (Ed.) Treatise on Geomorphology. San Diego: Academic Press. 2013 (v. 11, p. 328-355).

MACÊDO, J. R. dos S; FEITOSA, A. C. Intervenção humana na paisagem da bacia do igarapé da guia, município de São Luís-MA. Cad. Pesq., v. 18, n. 2, p. 27-37, 2011.

MARANDOLA JUNIOR, E. Habitar em risco: mobilidade e vulnerabilidade na experiência metropolitana. São Paulo: Blücher, 2014.

MARTINS, L. R.; BARBOZA, E. G. Zona Costeira: Um Desafio. Constante. 2006.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIANTE. Ecossistemas costeiros e marinhos. Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/ecossistemas-1/ecossistemas-costeiros-e-marinhos. Acesso em: 11 ago. 2023.

PEREIRA, D. de M. Caracterização sedimentar das praias da Ilha do Maranhão. Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão-UFMA, Trabalho de Conclusão do Curso de Oceanografia, f. 91. 2018.

PINHEIRO, J. M. Análise do Sistema Costeiro da Ilha do Maranhão. Anais do IV Simpósio Nacional de Geomorfologia. São Luís - MA, 2002. Disponível em: http://lsie.unb.br/ugb/sinageos/detalhe/7.

RIBEIRO, N. dos R. Análise dos serviços da geodiversidade do litoral norte do município de São Luís-MA, Brasil. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 2020.

SILVA, C. H. S. da; SILVA, Q. D. Análise de falésias no litoral ocidental da ilha do Maranhão. REVISTA GEONORTE, v. 3, n. 4, p. 388–398, 2012. Disponível em: //periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/1842. Acesso em: 10 ago. 2023.

SILVA, C. H. S. da. Caracterização do terraço de abrasão da falésia da Baronesa e sua utilização na cidade de Alcântara – MA. Revista de Geociências do Nordeste, v. 2, p. 181–190, 2016. DOI: 10.21680/2447-3359.2016v2n0ID10439. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/10439. Acesso em: 11 ago. 2023

SOUZA, C. R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; OLIVEIRA, P. E. (Ed.). Quaternário do Brasil. Ribeirão preto: holos, editora,2005.

Patrimônio Geomorfológico no Itinerário Geoturístico da “Rota do Frio”, no Oeste Potiguar (RN – Brasil)

Geomorphological Heritage in the Geotourist Itinerary of the "Rota do Frio", in the West Potiguar (RN – Brazil)

Diógenys da Silva Henriques
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)
https://orcid.org/0000-0002-6002-1319
diogenyshenriques@outlook.com

Jacimária Fonseca de Medeiros
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)
https://orcid.org/0000-0003-4394-1663
jacimariamedeiros@uern.br

Wendson Dantas de Araújo Medeiros
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte (UERN)
https://orcid.org/0000-0003-4394-1663
wendsonmedeiros@uern.br

Resumo: O presente trabalho objetivou mapear a distribuição de Locais de Interesse Geomorfológico (LIGs) que constituem um patrimônio geomorfológico da IGR Rota do Frio, na região oeste do estado do Rio Grande do Norte. Os procedimentos foram pautados em duas etapas fundamentais que envolvem o levantamento dos potenciais LIGs com base na literatura científica disponível e produção cartográfica em ambiente SIG para a roteirização geoturística. Foram mapeados 13 LIGs que abrangem idades geológicas que vão do paleoproterozóico ao cenozóico e formas de relevo variadas, desde micro a macroformas, com valores científicos e geoeducativos que reforçam a sua potencialidade geoturística. A sua exploração sustentável pelo geoturismo na IGR Rota do Frio oportuniza aos visitantes o conhecimento geocientífico sobre a evolução geológica do território, bem como oportuniza novas formas de desenvolvimento territorial sustentável, contribuindo para a conservação desses LIGs.

Palavras-chave: Locais de interesse geomorfológico; Desenvolvimento territorial sustentável; Geoformas; Roteiro geoturístico.

Abstract: The present paper aimed to map the distribution of Sites of Geomorphological Interest (SGIs) that constitute a geomorphological heritage of the RGI Rota do Frio, in the western region of the state of Rio Grande do Norte. The procedures were guided by two fundamental steps that involve the survey of potential SGIs based on the available scientific literature and cartographic production in a GIS environment for geotourism itinerary. 13 SGIs were mapped, covering geological ages ranging from the Paleoproterozoic to the Cenozoic and varied landforms, from micro to macroforms, with scientific and geoeducational values that reinforce their geotouristic potential. Its sustainable exploration by geotourism in the GRI Rota do Frio provides visitors with geoscientific knowledge about the geological evolution of the territory, as well as new forms of sustainable territorial development, contributing to the conservation of these SGIs.

Keywords: Sites of geomorphological interest; Sustainable territorial development; Geoforms; Geotouristic itinerary.

Introdução

O Brasil apresenta várias potencialidades paisagísticas do ponto de vista geomorfológico. Em qualquer região, unidade federativa ou bioma do país é possível encontrar formas de relevo com aspectos e geometrias singulares, resultado da ação climática

sobre as fácies litológicas, que apresentam uma pluralidade de valores da geodiversidade e podem ser qualificadas como Patrimônio Geomorfológico.

Estas paisagens geomorfológicas, por vezes, são revestidas de notável beleza cênica, com geoformas únicas que podem ser palco para a promoção de atividades turísticas e educativas. Isto porque o relevo possui função estética na paisagem e as suas formas, dimensões, altitudes e cores as tornam verdadeiros atrativos para o geoturismo – uma especialização do turismo motivado pela excentricidade geológica ou geomorfológica de um local (AQUINO, 2022).

No Brasil, muitas pesquisas e contribuições científicas vêm sendo desenvolvidas, sobretudo a partir dos anos 2000, com vista ao reconhecimento do relevo e suas geoformas, enquanto Patrimônio Geomorfológico, passíveis de serem utilizados pelo Geoturismo. Tal reconhecimento e valorização das paisagens geomorfológicas, para além dos aspectos cênicos, deriva do fato dessas formações serem importantes registros da história geológica, geomorfológica e evolutiva da Terra (XAVIER; BORGES-NETO; CUNHA, 2021).

Portanto, faz-se pertinente não apenas reconhecer os potenciais Locais de Interesse Geomorfológico (LIGs), aqui também chamados de Geomorfossítios, mas protegê-los e explorá-los sustentavelmente para fins geoturísticos e geoeducativos. Daí surge a contribuição de especialistas de várias regiões e áreas de conhecimento apontando não somente o valor cultural desses locais, como a sua importância para o desenvolvimento sustentável de um território.

Na região Nordeste e no Semiárido brasileiro, as paisagens não fogem à regra das potencialidades relacionadas a Geodiversidade, Patrimônio Geomorfológico e Geoturismo. Só nesta região encontram-se dois Geoparques de importância reconhecida mundialmente pela UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura) e que contribuem para o desenvolvimento territorial e sustentável local. São eles, o Geoparque Araripe, no estado do Ceará (CE), e o Seridó Geoparque Mundial, no estado do Rio Grande do Norte (RN).

Além do território do Seridó Geoparque Mundial da Unesco, o Rio Grande do Norte possui outras áreas com elevados valores da geodiversidade e com um importante Patrimônio Geomorfológico, com potencial para uso geoturístico. Trata-se da Instância de Governança Regional (IGR) do turismo denominada “Rota do Frio”, composta pelos municípios de Martins, Portalegre, Riacho da Cruz, Serrinha dos Pintos e Viçosa, situados na região Oeste Potiguar (Figura 01).

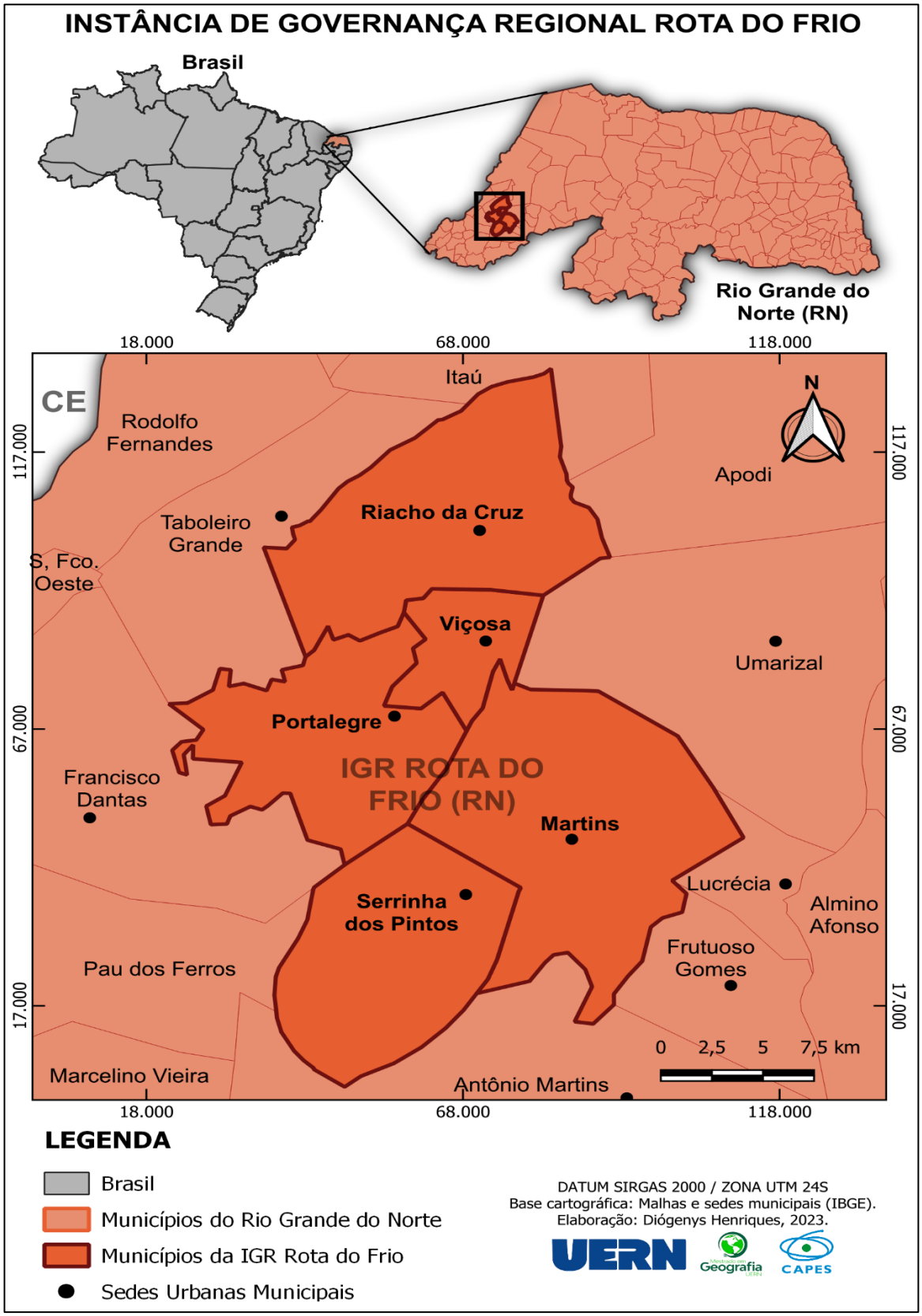
A IGR Rota do Frio é uma área de exceção, tanto pelos aspectos climáticos, quanto geomorfológicos. Primeiramente, pela ótica da Geomorfologia, esta área compreende parte de um planalto serrano (Complexo Serrano Martins-Portalegre) em meio a uma superfície

aplainada, onde é possível encontrar uma série de relevos escarpados, com geoformas únicas e em litologias que variam do cristalino ao sedimentar. Pela perspectiva climática, as elevadas cotas altimétricas que a área possui implicam temperaturas locais mais brandas (por isso o adjetivo “Frio”), melhores índices pluviométricos da região e, consequentemente, uma vegetação de porte mais denso e arbóreo, inclusive com resquícios da Mata Atlântica, tudo isso em meio a uma região onde prepondera o clima do tipo semiárido.

Tais características naturais, associadas a outros elementos de valor cultural, tornam a IGR Rota do Frio um destino turístico muito procurado no interior do Rio Grande do Norte, notadamente em Martins, Portalegre e Serrinha dos Pintos. Esta área também é popular cientificamente. Não é à toa que a paisagem geomorfológica e o contexto geoambiental distinto já foram explorados em várias publicações acadêmico-científicos, inclusive com indicação de LIGs (HENRIQUES, 2023; HENRIQUES et al., 2022; DINIZ; ARAÚJO, 2022).

No entanto, apesar do acervo científico existente sobre essa área, não se encontrou nenhum material que concentre, didaticamente, todos os sítios indicados na literatura e suas respectivas formas de acesso. Mediante essa lacuna, esse trabalho tem como objetivo principal mapear a distribuição dos Locais de Interesse Geomorfológico da IGR “Rota do Frio”, no Oeste Potiguar, consoante a literatura, e inseri-los em uma proposta de roteiro geoturístico regional.

Figura 1: Mapa de localização da IGR Rota do Frio.



Fonte: elaboração dos autores, 2023.

Acredita-se que a roteirização e elaboração do material didático sobre o acesso aos LIGs da IGR Rota do Frio, serão úteis para divulgação do conhecimento geocientífico da área, popularização do tema e irá contribuir para a consolidação do Geoturismo na área.

Procedimentos Metodológicos

O reconhecimento, mapeamento e roteirização dos LIGs da IGR Rota do Frio pautam-se em duas etapas fundamentais: 1) levantamento dos potenciais LIGs com base na literatura existente; e 2) Elaborar Cartografia temática para o roteiro geoturístico.

LEVANTAMENTO DO LIGS

O levantamento dos LIGs se deu através de pesquisas na literatura científica (artigos, dissertações, teses, relatórios etc.) voltadas à área de estudo, tanto em periódicos como em repositórios institucionais. Dessa forma, além de propiciar a identificação dos LIGs, os trabalhos também serviram para corroborar a importância científica de algum ponto levantado.

ROTEIRO GEOTURÍSTICO

Os dados levantados na pesquisa bibliográfica também subsidiaram a produção cartográfica. Elaborou-se os mapas de representação da localização, geologia e geomorfologia na IGR Rota do Frio em ambiente de software livre, mais especificamente o Qgis com sistema na versão 3.16.6.

Os dados geoespaciais referentes a geologia e geomorfologia do estado do Rio Grande do Norte foram obtidos diretamente do banco digital da Infraestrutura Nacional de Dados Espaciais (INDE) e do Serviço Geológico do Brasil (GeoSGB), em escala de 1:250.000. Já as camadas territoriais foram adquiridas nos bancos de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Para os roteiros geoturísticos foram agrupados os locais mediante a proximidade dentro do território dos municípios que compõem a IGR. Mediante trabalho e campo e levantamento bibliográfico também é apresentado as distâncias aproximadas de cada LIG da sede urbana mais próxima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa seção apresenta os principais LIGs da IGR Rota do Frio abordados na literatura (geo)científica, bem como apresenta a proposta de Mapa Geoturístico para os locais abordados.

LOCAIS DE INTERESSE GEOMORFOLÓGICO NA IGR ROTA DO FRIO

A IGR Rota do Frio apresenta várias potencialidades de desenvolvimento regional relacionadas à geodiversidade. Não obstante, no território da Rota do Frio foi possível mapear 13 LIGs apresentados em diversos trabalhos (dentre artigos científicos, Trabalhos de Conclusão de Curso e Dissertações) que afirmam o valor científico e geoeducativo destes locais. Os LIGs e suas respectivas localizações estão representadas no Quadro 1 e Figura 2.

Estes LIGs apresentam uma diversidade de afloramentos rochosos com elevados valores da geodiversidade e, portanto, integram um verdadeiro geopatrimônio que pode ser utilizado sustentavelmente para fins geoturísticos. Geologicamente, as geoformas identificadas em campo aparecem predominantemente em composição granítica, mas também há casos específicos de geoformas em rochas cársticas e sedimentares.

Em termos de geoformas graníticas, dentre os geomorfossítios listados, têm-se os LIG's Cachoeira da Umarizeira, Cachoeira do Talhado, Cachoeira do Sobrado, Mirante Ponta da Serra, Serra dos Cabaços, Lajedo do Tota, Lajedo dos Bastiões e Pedra do Nariz. De modo geral, esses locais denotam feições residuais de diferentes dimensões, desde micro (poligonal cracking, split rock, caos de blocos, boulders, tortoise-shell weathering, tors e bacias de dissolução) à macroformas (afloramentos verticalizados, lajedos e inselbergs), conforme evidenciado nos trabalhos de Almeida (2023) e Henriques (2023).

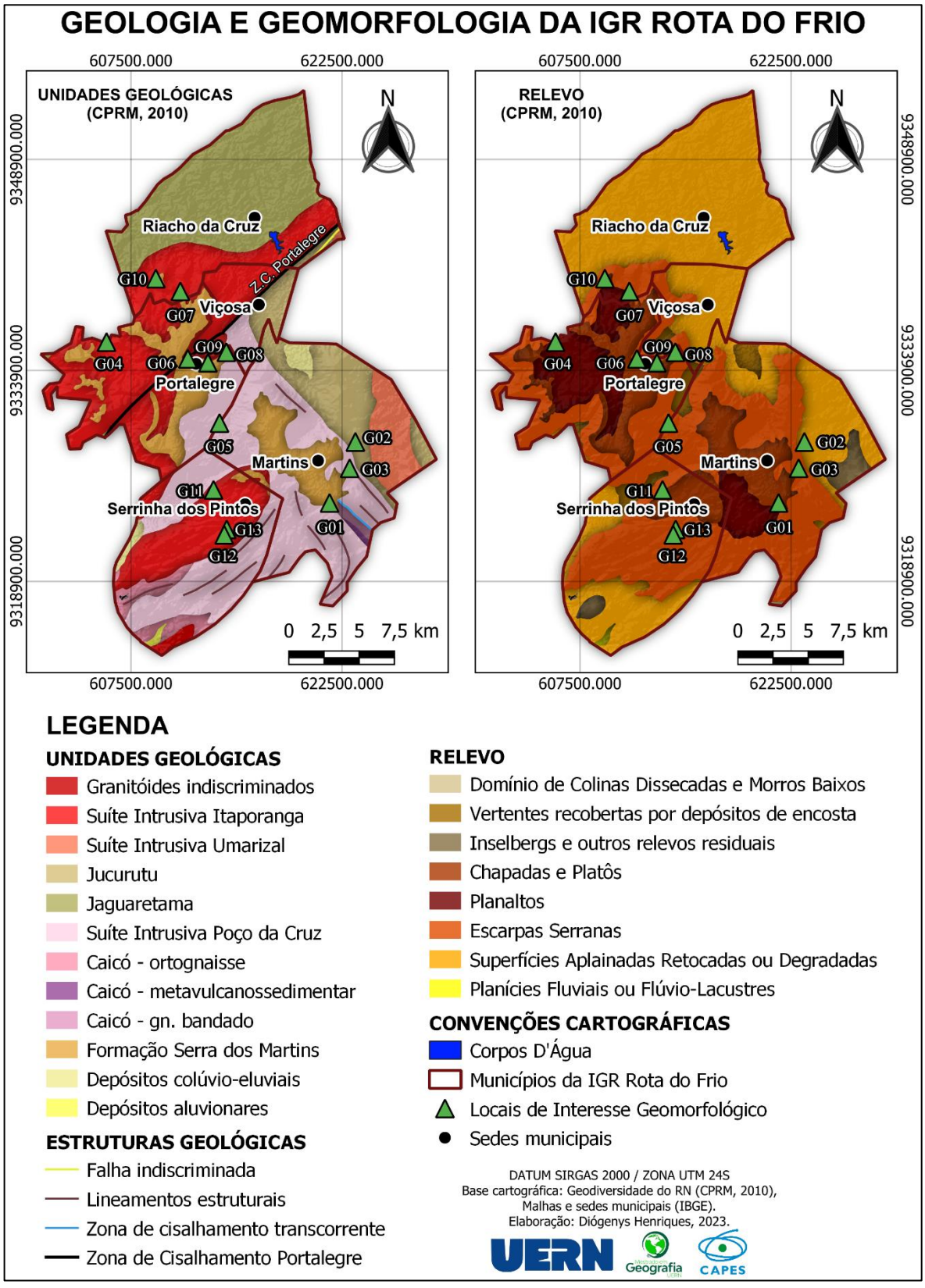
Quadro 1: Lista de potenciais Locais de Interesse Geomorfológico (LIGs) na Rota do Frio

GEOMORFOSSÍTIOS		MUNICÍPIO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	DIMENSÃO ESPACIAL	GEOLOGIA (CPRM, (2010)	RELEVO (CPRM, 2010)	VALORES DA GEODIVERSIDADE	MENÇÕES NAS LITERATURAS
G01	Mirante Pôr do Sol do Diadema	Martins	6°06'37.41"S 37º54'03.18"O	Panorâmico	Arenitos da Formação Serra dos Martins (Cenozóico)	Escarpas serranas	Científico, educativo, estético e turístico	Diniz e Araújo (2022)
G02	Casa de Pedra	Martins	6°04'15.93"S 37°53'03.78"O	Geoforma isolada	Mármores da Formação Jucurutu (Neoprotero zóico)	*Inselberg* cárstico	Científico, educativo, ecológico, cultural, estético e turístico	Moura (2017)
G03	Cachoeira da Umarizeira	Martins	6° 5'17.04"S 37°53'16.94"O	Panorâmico	Granitos da Suíte Intrusiva Itaporanga (Neoprotero zóico)	Escarpas serranas	Científico, educativo, ecológico, estético e turístico	Henriques *et al.* (2022b)
G04	Cachoeira do Talhado	Portalegre	6° 0'25.83"S 38° 2'39.65"O	Panorâmico	Granitos da Suíte Intrusiva Itaporanga (Neoprotero zóico)	Rebordos erosivos e escarpas serranas	Científico, educativo, ecológico, estético e turístico	Almeida (2023) e Henriques (2023)

G05	Cachoeira do Sobrado	Portalegre	6°3'32.90"S 37°58'18.04"O	Geoforma isolada	Granitos da Suíte Poço da Cruz (Paleoproterozóico)	Morros e colinas baixas e dissecação homogênea fluvial	Científico, educativo, ecológico e turístico	Henriques (2023)
G06	Cachoeira do Pinga	Portalegre	6° 1'4.36"S 37°59'31.51"O	Geoforma isolada	Arenitos da Formação Serra dos Martins (Cenozóico)	Escarpas Serranas	Científico, educativo, ecológico e turístico	Almeida (2023) e Medeiros *et al*. (2018)
G07	Mirante Ponta da Serra	Portalegre	5°58'28.10"S 37°59'49.21"O	Panorâmico	Granitos da Suíte Intrusiva Itaporanga (Neoproterozóico)	Chapadas e Platôs	Científico, educativo, estético, ecológico e turístico	Diniz e Araújo (2022), Almeida (2023) e Henriques (2023)
G08	Torres de Pedra/Letreiro	Portalegre	6° 0'48.69"S 37°58'2.51"O	Panorâmico	Arenitos da Formação Serra dos Martins (Cenozóico)	Chapadas e Platôs	Científico, educativo, ecológico, estético e turístico	Martins (2018) e Henriques, Medeiros e Medeiros (2022)
G09	Pedra Lagarto/Navio	Portalegre	6° 1'13.47"S 37°58'45.08"O	Grupo de Geoformas	Arenitos da Formação Serra dos Martins (Cenozóico)	Escarpas serranas	Científico, educativo, ecológico, estético e turístico,	Almeida (2023)
G10	Serra dos Cabaços	Portalegre / R. da Cruz	5°57'58.58"S 38° 0'45.92"O	Geoforma isolada	Granitos da Suíte Intrusiva Itaporanga (Neoproterozóico)	*Inselberg* com feições residuais	Científico, educativo, ecológico, estético e turístico	Henriques (2023)
G11	Lajedo do Tota	Serrinha dos Pintos	6° 6'7.62"S 37°58'31.60"O	Panorâmico	Granitos da Suíte Intrusiva Itaporanga (Neoproterozóico)	Escarpas Serranas	Científico, educativo, ecológico, estético e turístico	Diniz e Araújo (2022) e Henriques *et al*. (2022a)
G12	Lajedo dos Bastiões	Serrinha dos Pintos	06º07'51.66"S 37°58'06.64"O	Grupo de Geoformas	Granitos Suíte Intrusiva Itaporanga (Neoproterozóico)	Escarpas Serranas	Científico, educativo, ecológico, cultural estético e turístico	Henriques *et al*. (2022a)
G13	Pedra do Nariz	Serrinha dos Pintos	6°07'39.07"S 37°58'00.91"O	Geoforma isolada	Suíte Intrusiva Itaporanga (Neoproterozóico)	Escarpas Serranas	Científico, educativo, cultural, estético e turístico	Henriques *et al*. (2022a)

Fonte: elaboração dos autores, 2023.

Figura 2: Mapa da Geologia, Geomorfologia e distribuição dos LIGs na IGR Rota do Frio



Fonte: elaboração dos autores, 2023.

Como exemplar de geoformas em rochas cársticas o geomorfossítio Casa de Pedra em Martins. Dada a relevância científica do local, recentemente, em 28 de Julho de 2022, através do decreto nº 31.754, o Governo do Rio Grande do Norte criou a Unidade de Conservação Estadual de Proteção Integral, nomeada de Monumento Natural Cavernas de Martins (MONA Martins). Em síntese, além dos aspectos relacionados a sua evolução geomorfológica (MOURA, 2017), este LIG integra a MONA Martins, a primeira dessa categoria no território do estado, que abriga um singular patrimônio espeleológico e arqueológico composto por 92 cavidades (78 cavernas e 14 abrigos) com registros fósseis, pinturas rupestres e elevada diversidade biológica associada a cavernas (IDEMA/RN, 2022).

Quanto às geoformas em rochas sedimentares na Rota do Frio, podem ser citados os LIGs Torres de Pedra/Letreiro e a Pedra Lagarto/Navio, ambos localizados em Portalegre. Em ambos os LIG's observa-se geoformas constituídas por arenitos ruiniformes da Formação Serra dos Martins (CPRM, 2010). No caso das Torres de Pedra, a sua geometricidade lembra as "torres" de antigos castelos medievais e, num bloco rochoso próximo, existe uma série de registros arqueológicos (HENRIQUES; MEDEIROS; MEDEIROS, 2022). A Pedra do Lagarto/Navio também recebe o nome pela sua forma geométrica que lembra a proa de um navio ou a cabeça de um lagarto (ALMEIDA, 2023).

Por fim, salienta-se que alguns desses LIGs são popularmente conhecidos na região e já explorados turisticamente, mas outros nem tanto. Fato é que além desses locais expressarem a combinação de diferentes litologias, também são reflexo de distintos eventos tectônicos, topografias, climas e hidrografia que corroboram o modelado. Dadas as suas particularidades geomorfológicas, representam relevantes locais-chave da geodiversidade na região expressos pelos elevados valores científico, didático, estético, ecológico e cultural.

ROTEIRO GEOTURÍSTICO NA IGR ROTA DO FRIO

Para uma melhor experiência em cada LIG e considerando o tempo de acesso, os LIGs foram agrupados em três rotas geoturísticas: Serrinha dos Pintos, Martins, Portalegre I e Portalegre II (Quadro 2). Com base nas informações levantadas na pesquisa bibliográfica e em experiências de campo nos respectivos LIGs, foram traçadas as formas de acesso, distâncias percorridas e possibilidades de hospedagens.

Quadro 2: Itinerário Geoturístico na Rota do Frio.

ROTAS	GEOMORFOSSÍTIOS	ACESSIBILIDADE	DISTÂNCIA	HOSPEDAGEM
Paisagens graníticas de Serrinha dos Pintos	G11 - Lajedo do Tota G12 - Lajedo dos Bastiões G13 - Pedra do Nariz	G11 – Fácil G12 - Moderada G13 - Moderada	G11 - 2 km G12 - 4 km G13 - 4 km	1 Pousada
Paisagem Serrana de Martins	G01 - Pôr do Sol Diadema G02 - Casa de Pedra G03 - Cac. Umarizeira	G01 - Fácil G02 - Fácil G03 - Moderada	G01 - 3 km G02 - 5 km G03 - 5 km	14 Pousadas 2 Hotéis
Paisagem Serrana de Portalegre	G07 - Ponta da Serra G08 - Torres de Pedra/Letreiro G09 - Pedra Lagarto/Navio G10 - Serra dos Cabaços	G07 - Fácil G08 - Moderado G09 - Fácil G10 - Fácil	G07 - 7,1 km G08 - 3 km G09 - 0,7 km G10 - 10 km	3 Pousadas
Cachoeiras de Portalegre	G04 - Cac. Talhado G05 - Cac. Sobrado G06 - Cac. Pinga	G04 - Difícil G05 - Difícil G06 - Fácil	G04 - 8 km G05 - 8,5 km G06 - 1 km	

Fonte: Elaboração dos autores com base em trabalhos de campo (2023).

Considerações Finais

O presente trabalho apresentou 13 Locais de Interesse Geomorfológico situados na região do Oeste Potiguar que possuem elevados valores associados à geodiversidade que reforçam a sua potencialidade geoturística. A sua exploração sustentável pelo geoturismo na IGR Rota do Frio oportuniza aos visitantes o conhecimento geocientífico sobre a evolução geológica e geomorfológica, portanto, natural do território, bem como oportuniza novas formas de desenvolvimento territorial sustentável, contribuindo para a conservação desses LIGs.

A diversidade de litologias, abrigando rochas de idades desde o paleoproterozóico ao cenozóico, e as variadas formas dos LIGs demonstram, ainda, a potencialidade do território para suportar uma proposta de novo geoparque no estado do Rio Grande do Norte. Para isso, contudo, há uma necessidade de realização de novos inventários englobando a IGR Rota do Frio, mas não se restringindo a este território, haja vista o elevado potencial do Oeste Potiguar.

Espera-se que este trabalho possa, por fim, contribuir com os estudos sobre a geodiversidade do estado do Rio Grande do Norte, sobretudo na região Oeste Potiguar, com vistas a possibilitar inovações que contribuam para a geoeducação, geoconservação do patrimônio geomorfológico e para o desenvolvimento territorial sustentável.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Referências

ALMEIDA, L. M. A Serra de Portalegre sob a ótica da Geodiversidade. 2023. 120p. Dissertação (Mestrado em Programa de Pós-Graduação em Geografia). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2023. Disponível em: https://www.uern.br/controledepaginas/ppgeo-dissertacoes/arquivos/3645dissertacao_para_depa%E2%80%9Csito_luana.....pdf. Acesso em: 14 ago. 2023.

DINIZ, M. T. M.; ARAÚJO, I. G. D.. Proposal of a Quantitative Assessment Method for Viewpoint Geosites. Resources, [S.L.], v. 11, n. 12, p. 115, 7 dez. 2022. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/resources11120115. Acesso em: https://www.mdpi.com/2079-9276/11/12/115. Acesso em: 29 Jul. 2023

HENRIQUES, D. S. et al. Geodiversidade no Horizonte Popular: da Cultura ao Patrimônio Geomorfológico e Paisagístico de Serrinha dos Pintos-RN. William Morris Davis - Revista de Geomorfologia, [S. l.], v. 3, n. 2, p. 1–22, 2022a. DOI: 10.48025/ISSN2675-6900.v3n2.2022.160. Disponível em: //williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/174. Acesso em: 19 ago. 2023.

HENRIQUES, D S. et al. Patrimônio Geomorfológico, Geoturismo e Desenvolvimento Territorial no Semiárido Brasileiro: um estudo a partir da Bacia Hidrográfica do Rio Apodi-Mossoró. In: In: SEMINÁRIO DE DESENVOLVIMENTO, ESTADO E SOCIEDADE, 6., 2022b, Crato. Anais [...] . Pau dos Ferros: Rede-Ter, 2022. p. 1097-1124. Disponível em: http://www.urca.br/portal2/wp-content/uploads/2023/05/0001-ANAIS-VI-SEDRES-2022-FINALIZADO.pdf. Acesso em: 14 ago. 2023.

IDEMA/RN. Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte. Monumento Natural Cavernas de Martins - (MONA Martins). 2022. Disponível em: http://idema.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=ITEM&TARG=294259&ACT=&PAGE=0&PARM=&LBL=MONA+Martins. Acesso em: 20 Ago. 2023.

MARTINS, A. J. D. A. ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS GEOAMBIENTAIS DOS PADRÕES DE ASSENTAMENTOS COM REGISTROS RUPESTRES NO SERTÃO POTIGUAR. 2018. 91p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, Mossoró, 2018. Disponível em: https://www.uern.br/controledepaginas/ppgeo-dissertacoes/arquivos/36452222.pdf. Acesso em: 20 Ago. 2023.

MEDEIROS, S. R. M. et al. Uso público da Área de Relevante Interesse Ecológico Mata da Bica/Portalegre (RN): potencialidades e limitações. Revista Brasileira de Ecoturismo (RBEcotur), [S. l.], v. 11, n. 2, 2018. DOI: 10.34024/rbecotur.2018.v11.6673. Disponível em: https://periodicos.unifesp.br/index.php/ecoturismo/article/view/6673. Acesso em: 16 ago. 2023.

MOURA, P. E. F. Evolução geomorfológica do relevo cárstico do município de Martins-Rio Grande do Norte. 2017. 161f. Dissertação (Mestrado em Geografia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/27009. Acesso em: 14 Ago. 2023

PESSOA, A. L. Turismo, participação e sustentabilidade: percepção de diferentes atores no município de Martins-RN. 2017. 86f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Turismo), Departamento de Turismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/37447. Acesso em: 29 Jul. 2023

Parte V - Novas Técnicas e Aplicações de Geotecnologias

Ecologia da paisagem em ambientes semiáridos tropicais - Estudo de caso na região da serra da Maravilha - Senhor do Bonfim-BA

Landscape ecology in tropical semi-arid environments - Case study in the region of Serra da Maravilha- Senhor do Bonfim-BA

Antonio Rodrigues Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0000-0002-6991-0753
antonio.felipe@discente.univasf.edu.br

Madian Maria de Carvalho
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0009-0007-7170-4012
carvalhomadian@gmail.com

Matheus Alencar Almeida
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0009-0005-4547-9427
matheus.alencar@discente.univasf.edu.br

Kelly Beatriz Silva Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0009-0000-5564-8830
kelly.beatriz@discente.univasf.edu.br

Sirius Oliveira Souza
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0000-0001-8831-5709
sirius.souza@univasf.edu.br

Resumo: Diversas ações antrópicas têm gerado uma série de transformações nas paisagens. Desse modo, é possível perceber essa interferência da sociedade na paisagem, principalmente através de atividades como a pecuária e a agricultura, essas ações são acompanhadas do desmatamento, levando a fragmentação e alteração de ambientes naturais. Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo quantificar e descrever a estrutura da vegetação da Serra da Maravilha, localizada no município de Senhor do Bonfim – BA, utilizando técnicas de geoprocessamento associadas a uma abordagem teórico-metodológico da Ecologia de Paisagem para subsidiar o planejamento sustentável e a conservação da paisagem. Nos resultados obtidos percebe-se a necessidade de serem desenvolvidas técnicas de conservação, como a implementação decorredores ecológicos, práticas de restauração ecológica associadas a sistemas agroflorestais, para promover o aumento da cobertura vegetal, a conectividade entre os fragmentos existentes e consequentemente a conservação dos recursos hídricos, bem como a manutenção da diversidade biológica desse local e dos serviços ecossistêmicos prestados.

Palavras-chave: Ecologia da paisagem; Fragstats; Impactos antrópicos; Semiárido; Unidade de conservação.

Abstract: Several anthropic actions have generated a series of transformations in landscapes. Thus, it is possible to perceive this interference of society in the landscape, mainly through activities such as livestock and agriculture, these actions are accompanied by deforestation, leading to fragmentation and alteration of natural environments. Thus, the present work aims to quantify and describe the structure of the vegetation of Serra da Maravilha, located in the municipality of Senhor do Bonfim - BA, using geoprocessing techniques associated with a theoretical-methodological approach of Landscape Ecology to subsidize sustainable planning and landscape conservation. The results obtained show the need to develop conservation techniques, such as the implementation of ecological corridors, ecological restoration practices associated with agroforestry systems, to promote the increase of vegetation cover,

connectivity between existing fragments and consequently the conservation of water resources, as well as the maintenance of the biological diversity of this site and the ecosystem services provided.

Keywords: Landscape ecology; Fragstats; Anthropogenic impacts; Semiarid; Conservation unit.

Introdução

Atualmente, o semiárido brasileiro abrange cerca de 1.427 municípios incluindo trechos dos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte, Sergipe, a região norte de Minas Gerais e Espírito Santo. Essas regiões são caracterizadas pelas irregularidades de chuvas, altas temperaturas, limitação hídrica devidoaos longos períodos de estiagens e uma vegetação de alta biodiversidade adaptadas a essas condições (SILVA, 2010; BRASIL, 2021).

O semiárido brasileiro apresenta uma paisagem bastante diversificada, um aspecto interessante que vale ser destacado são as ocorrências de ilhas de umidade e solos férteis, conhecidos como “brejos”, que são paisagens pontuais que apresentam aspectos físicos e ecológicos diferente das demais áreas que compõe os sertões secos, promovendo um enriquecimento da produtividade agrícola desses locais (AB’SÁBER, 1999).

Dessa maneira, os “brejos” são enclaves de áreas úmidas com solos que apresentam vestígios de coberturas florestais no meio do semiárido, tais áreas estão restritas a ocorrerem em locais topograficamente elevados e sofrem a influência de microclimas em razão da alteração de altitude que podem ser médias ou baixas (600 - 1200m). Em virtude disso, essasáreas contribuem com a ocorrência de precipitações orográficas, resultando em pluviometrias elevadas nesses locais, formando assim ilhas verdes em meio a caatinga. (AB’SÁBER, 1974; SOUZA E OLIVEIRA, 2006; BÉTARD et al., 2007).

Contudo, diversas práticas antrópicas atuais, realizadas de forma inadequada, acabam por originar e agravar problemas ambientais dentro desses enclaves úmidos do semiárido. A exemplo disso podemos citar as atividades agropecuárias que em sua maioria ocorrem de forma desajustada, com a utilização demasiada dos recursos naturais para a criação de áreasde pastejo que, associadas com os aspectos típicos da região como a escassez hídrica e as estiagens, acabam impactando de forma negativa o solo, os recursos hídricos e toda a biodiversidade de espécies desses locais. Em síntese, as atividades de agricultura têm levadoao desmatamento e queimadas de inúmeras áreas, modificando toda a estrutura vegetal e composição florística desses locais. Além disso, ocasionando uma ocupação territorial desordenada propiciando sérios impactos devido à falta de um planejamento (DRUMOND et al., 2000).

Desse modo, tendo em vista as problemáticas apresentadas, vale destacar a contribuição da Ecologia de Paisagem como um ramo da Ecologia moderna que tem como

objetivo entender a relação que existe entre o homem, as paisagens naturais e antropizadas (NAVEH E LIEBERMAN, 1994). Uma ciência holística e interdisciplinar que estuda e avalia aspectos relacionados a terra, a fim de exercer um planejamento e gestão, bem como conservação e restauração (NAVEH E LIEBERMAN, 1994 apud WU, 2006).

Diante disso é possível destacar que por ser uma ciência multidisciplinar, a Ecologia de Paisagem proporciona uma série de contribuições nas mais diversas áreas. A exemplo disso podemos citar o trabalho de Rocha (2001) que avaliou a estrutura da paisagem e o padrão espacial da cobertura vegetal em um ambiente de caatinga, localizado dentro da Unidade de Proteção Ambiental (APA das Onças), no município de São João do Tigre – PB. Através de imagens de alta resolução espacial e com a aplicação de métricas da paisagem, o autor destaca nos resultados que uma das áreas exibia um nível de fragmentação bastante alto devido a substituição da mata nativa por campos agrícolas e pastagens, oferecendo risco a toda biodiversidade daquele local.

Ainda utilizando conceitos teóricos e práticos da Ecologia da Paisagem, Jesus et al. , (2019), descreveram a estrutura da paisagem florestal no município de Ribeira do Pombal – BA, destacando que a paisagem apresentava alto percentual de áreas de pastagens e alguns fragmentos de vegetação nativa, com grande proximidade e conectividade, concluindo que o reflorestamento dos fragmentos menores poderiam contribuir para a formação de corredores ecológicos, garantindo assim uma maior biodiversidade.

No cenário internacional, John et al. (2009), analisaram as mudanças na cobertura/uso da terra e na estrutura de uma paisagem semiárida na Mongólia, nesse trabalho os autores quantificaram toda a estrutura da paisagem, demonstrando um aumento no número de áreas de pastagens, bem como de áreas urbanas e de agricultura. Os resultados mostraram um aumento na homogeneidade, ou seja, uma redução dos tipos de cobertura do solo, como as áreas úmidas e áreas de savana, bem como um aumento na fragmentação da área. Buzzi et al. , (2009), avaliaram em seu trabalho as taxas de fragmentação de três unidades em uma região semiárida da Patagônia, utilizando métricas de paisagem em diferentes escalas de resolução , os autores demonstram que as atividades realizadas na área proporcionaram um aumento na fragmentação local.

Ainda no contexto de trabalhos internacionais, vale destacar também um trabalho recente de Liu et al., (2022), que a partir de dados hidrometeorológicos e de uso da terra de uma região da Ásia Central, avaliaram as mudanças ocorridas na área de estudo e como isso pode afetar o balanço hídrico. Dessa forma, a partir do cálculo de algumas métricas, eles conseguiram quantificar a estrutura dessa paisagem e a partir disso concluir que houve um aumento no número de fragmentos e a forma dos mesmos durante o período de estudo foi se tornando cada vez mais complexa. De maneira geral, o principal resultado

do trabalho demonstrou que com a diminuição da evapotranspiração e das variáveis de armazenamento de

água no solo, os fragmentos se encontravam dispersos e os padrões da paisagem tornaram -semais fragmentados.

Nesse contexto, a proposta deste estudo se justifica pela carência de trabalhos científicos desenvolvidos na área de estudo, ressaltando que dos poucos trabalhos já publicados, nenhum destes desenvolvem alguma metodologia sobre a aplicação da Ecologia de Paisagem como uma ferramenta de análise da distribuição da vegetação. Nesse âmbito é importante destacar que compreender a organização da cobertura vegetal é imprescindível para promover a conservação de recursos hídricos e de toda uma diversidade biológica (PEREIRA, FRANCELINO E QUEIROZ, 2017). Além disso, analisar a distribuição da vegetação é importante pois a mesma é capaz de fornecer serviços ambientais importantes para a sociedade, como a manutenção de recursos hídricos, do solo e da qualidade do ar, bem como de promover uma redução dos riscos de desastres ambientais, sendo assim considerada um grande indicador das condições ambientais, demonstrando a importância desses estudos para ações efetivas de planejamento ambiental (LIMA E ROCHA, 2011).

Nesse sentido, a realização desse trabalho, a partir da aplicação de métricas da paisagem, poderá subsidiar futuras ações de planejamento ambiental e conservação dessa área, proporcionando a proteção de toda a biodiversidade presente. Além disso, este trabalho poderá legitimar a permanência do Mosaico de Unidades de Conservação Recanto de Serras dos Polinizadores, aprovado recentemente, por meio do Decreto Municipal Nº 293, de 13 de novembro de 2020 (SENHOR DO BONFIM-BA, 2020). Desse modo, a realização desse trabalho se torna essencial para contribuir com estratégias de planejamento e conservação dessa unidade de conservação.

Tendo em vista o que foi exposto, o presente trabalho tem como objetivo quantificar e descrever a estrutura da vegetação da Serra da Maravilha, utilizando técnicas de geoprocessamento associadas a uma abordagem teórico-metodológico da Ecologia de Paisagem com vistas a subsidiar o planejamento sustentável e a conservação dessa paisagem.

Revisão Teórica

As ações antrópicas têm gerado uma série de transformações nas paisagens. No nordeste brasileiro é possível perceber essa interferência da sociedade na paisagem, principalmente através de atividades como a pecuária, a extração de minerais e a

agricultura, essas ações são acompanhadas por atividades como o desmatamento de grandes áreas da caatinga, trazendo grandes impactos como, a redução da biodiversidade, erosão e compactação do solo, comprometimento dos recursos hídricos, dentre uma série de outrosproblemas (ALVES, ARAÚJO E NASCIMENTO, 2009).

A modificação constante da paisagem, principalmente através das ações antrópicas, que em sua maioria acaba resultando na redução da biodiversidade é uma preocupação que leva muitos pesquisadores a buscarem medidas de gerenciar essas paisagens em escalas temporais e espaciais (MCGARIGAL E MARKS, 1995). Nesse sentido, a Ecologia de paisagem surge como uma disciplina capaz de promover a gestão, conservação e restauraçãode paisagens (WU, 2013).

O termo Ecologia da Paisagem foi inicialmente proposto em meados do século XX pelo biogeógrafo Carl Troll. Por volta de 1939, período em que ocorria a Segunda Guerra Mundial, Troll desenvolveu alguns estudos por meio da observação da paisagem, relacionado principalmente com o uso da terra, através de fotografias aéreas, e a partir disso empregou pela primeira vez o que se conhece como Ecologia da Paisagem (NUCCI, 2007).

Posteriormente, o termo proposto por Carl Troll se tornou um grande referencial conceitual e metodológico, capaz de abranger duas grandes vertentes dessa disciplina, a visão geográfica e ecológica como grandes ferramentas para compreender os aspectos inseridos na paisagem. (CARVALHO, 2012). A Ecologia da Paisagem surge a partir de pressupostos ecológicos e geográficos encontrados dentro da paisagem. O grande desafio de Troll foi integrar essas duas vertentes, por um lado a visão espacializada dos eventos e por outro a visão funcional das espécies, podendo a partir disso entender os processos que ocorrem dentro da paisagem, a relação que existe entre as unidades que compõe a mesma, bem como as mudanças que podem ocorrer nesse ambiente (CARVALHO, 2012).

Na abordagem geográfica, a Ecologia da Paisagem se preocupava com aspectos voltados ao planejamento e ocupação da terra, bem como o estudo dessas paisagens modificadas pela ação antrópica, com enfoque em questões em macro escalas, considerando aspectos temporais e espaciais (METZGER, 2001). Por outro lado, a abordagem ecológica se caracteriza por entender aspectos naturais da paisagem, com a aplicação de conceitos da Ecologia, tendo como principal objetivo a conservação da biodiversidade, bem como o manejo adequado dos recursos naturais dessas paisagens (METZGER, 2001). Posteriormente, esses conceitos foram discutidos por diversos autores a fim de integrar essas duas principais abordagens: padrões espaciais e a sua influência sobre os processos ecológicos, bem como a importância da escala dentro da abordagem ecológica (METZGER, 2001).

Nesse sentido, é imprescindível discutir como padrões espaciais tem forte

influência sobre os processos ecológicos das paisagens semiáridas brasileiras. Para exemplificar, vale ser discutido que a fragmentação florestal é um processo comum em ambientes naturais,

ocasionada por diversos fatores, como a heterogeneidade de solos, a topografia, as flutuações climáticas, dentre outros. Ademais, esse processo tem se agravado devido a diversas práticas antrópicas que são desempenhadas nesses ambientes, a exemplo da agricultura e a pecuária, dentre outras atividades que associadas aos desmatamentos, uso do fogo, como também a conversão de vegetações naturais em cultivos, levam a uma fragmentação de determinados ambientes ou habitats que passam de uma configuração contínua para uma configuração fragmentada, isto é, repartido em manchas florestais isoladas (MMA/SBF, 2003).

Em suma, a fragmentação leva a alteração de ambientes naturais, implicando na qualidade de habitat de inúmeras espécies, uma vez que aspectos como o tamanho desses fragmentos, sua forma e seu grau de isolamento afeta essas comunidades biológicas, bem como os processos ecológicos desempenhados por as mesmas (MMA/SBF, 2003). Dessa forma, avaliar a fragmentação de determinada paisagem é de suma importância para compreender como esses diversos aspectos podem influenciar na qualidade do habitat de uma determinada espécie, bem como dos serviços ecossistêmicos prestados por essas espécies.

Segundo Turner (2005), quantificar a heterogeneidade que compõe determinada paisagem é de grande importância para entender as relações entre os padrões espaciais e os processos ecológicos. A medição e análise, bem como a interpretação dos padrões espaciais são aspectos de grande interesse da Ecologia de Paisagem. Para quantificar esses aspectos da composição (o elemento em questão e a sua quantidade presente na paisagem) e configuração (como esses elementos estão organizados espacialmente) da paisagem existe inúmeras métricas da paisagem disponibilizadas em pacotes e *softwares* que a depender do objetivo do trabalho podem ser utilizadas, permitindo a quantificação desses padrões espaciais e dos processos ecológicos ao longo do tempo e espaço (TURNER, 2005).

Diante da infinidade de métricas, é possível quantificar a heterogeneidade da paisagem a partir, por exemplo, de métricas ou índices de área, tamanho, forma, borda, contágio, área central, entre outros (MCGARIGAL E MARKS, 1995). A quantificação desses índices é realizada a partir de *softwares*, Mcgarigal e Marks (1995) descreve em seu relatório alguns aspectos a respeito do programa Fragstats, que foi desenvolvido para quantificar a estrutura da paisagem utilizando métricas da paisagem.

Dessa maneira, as mudanças constantes que vem ocorrendo na paisagem tem

gerado sérios impactos negativos a toda uma biodiversidade. Tendo em vista esse problema, as métricas da paisagem se tornam ferramentas essenciais para fornecer dados, monitorar e gerenciar o uso da cobertura do solo, que juntamente com a utilização de ferramentas de sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento torna possível avaliar as modificações ocorridas e os efeitos provocados a partir dessas mudanças, afim de realizar medidas demitigação desses impactos, bem como promover ações efetivas de planejamento dessas áreas.

Materiais e Métodos

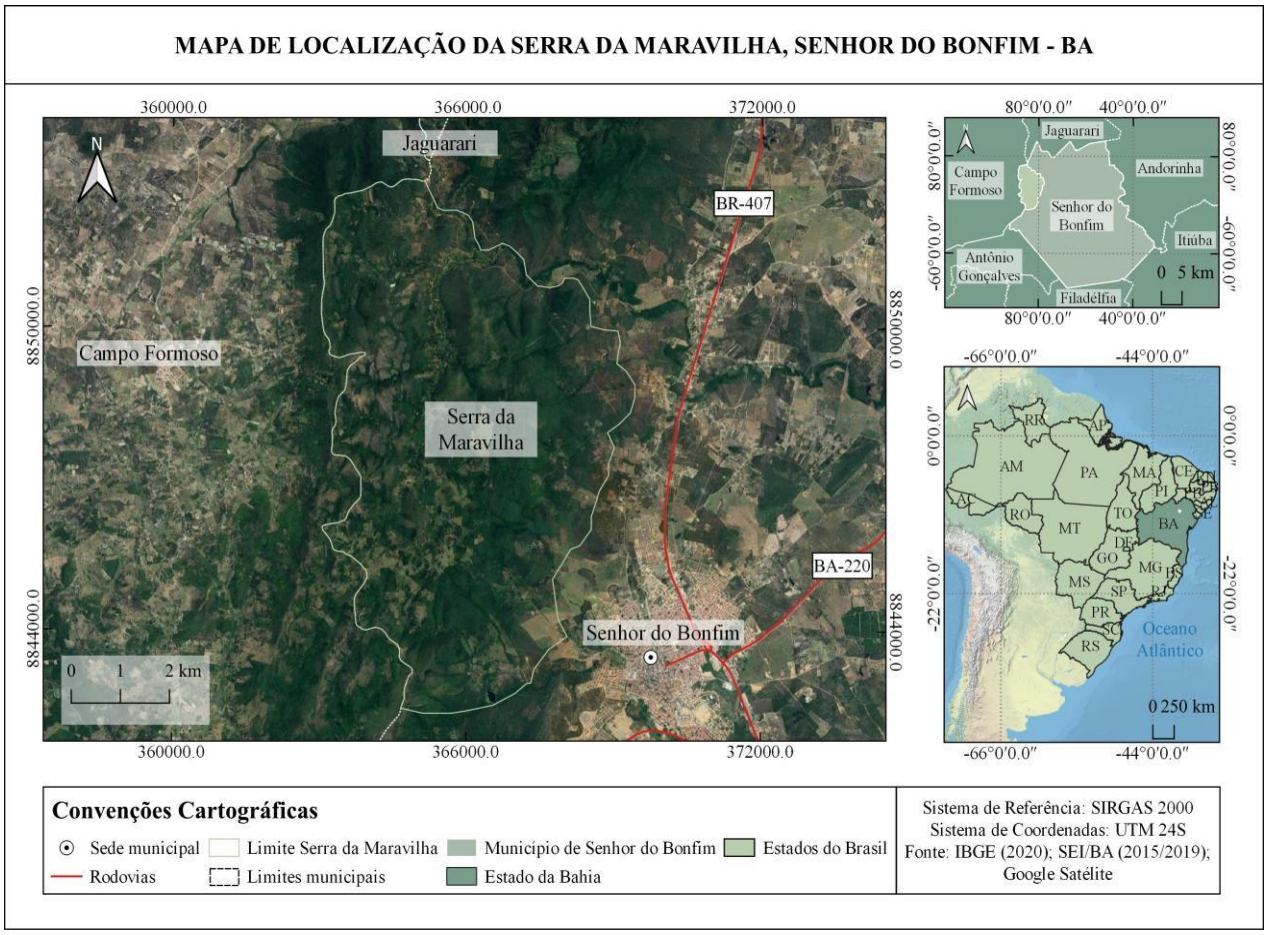
Caracterização da área de estudo

Este estudo foi desenvolvido na Região da Serra da Maravilha (Figura 1), localizada no município de Senhor do Bonfim, situado na região Centro Norte do estado da Bahia, compondo o Território de Identidade Piemonte Norte do Itapicuru. A sede do município de Senhor do Bonfim está localizada geograficamente nas coordenadas 10°25'56.37" e 10°32'36.87" de latitude sul e 40°11'27.97" e 40°14'55.88" de longitude oeste do meridiano de Greenwich, tendo como limites intermunicipais os municípios: Andorinha, Antônio Gonçalves, Campo Formoso, Filadélfia, Itiúba e Jaguarari (SEI, 2014).

O município apresentava uma população estimada em 2021 de 79.813 habitantes (IBGE, 2021). Incluído na região semiárida, a Serra da Maravilha apresenta clima semiárido caracterizado como subúmido a seco, com temperatura média anual de 23,5ºC e uma altitude média de 538m (SEI, 2014).

Além disso, a área em estudo apresenta uma evolução geológica pré-cambriana, formado poráreas de rochas arqueanas, composta também por migmatitos e gnaisses, é caracterizado pela presença de granito-gnaisses, gnaisses enderbíticos, gnaisses charnockíticos, rochas ultrabásicas, biotitas, gnaisses quartzo-feldspáticos (RADAMBRASIL, 1983; ARCANJO E SOUZA, 1984). No âmbito geomorfológico é marcado pela presença do pediplano sertanejo, bem como planaltosresiduais da Serra de Jacobina e modelados de acumulação. O relevo apresenta planos irregulares com elevações residuais, depósitos detríticos descontínuos, pedregosos com afloramentos rochosos, localmente arenosos e argilosos (RADAMBRASIL, 1983).

Figura 1 – Mapa de localização da Região Serra da Maravilha, Senhor do Bonfim – BA, Brasil



Fonte: Autores (2022)

Dentre os tipos de solo encontrados é possível citar os Planossolos, Latossolos, Luvissolos, Alissolos e Neossolos (RADAMBRASIL, 1983; SEI, 2014) que são expostos ao clima semiárido e a hidrografia presente, com destaque para a bacia do Rio Itapicuru, com ocorrência do Rio Itapicuru Mirim e Rio da Prata. Ainda nesse contexto, a vegetação encontrada na área de estudo é caracterizada como Savana arbórea aberta sem floresta de galeria e vegetação secundária com palmeiras, Contato Caatinga-Floresta Estacional, Contato Cerrado-Floresta Estacional e Contato Cerrado-Caatinga (RADAMBRASIL, 1983; SEI, 2014).

Procedimentos metodológicos

A primeira etapa do trabalho se deu a partir de revisões bibliográficas acerca do histórico e conceito da Ecologia de Paisagem, suas aplicações em ambientes semiáridos tropicais, bem como assuas contribuições relacionadas ao planejamento e gestão dessas áreas. Em seguida, foi realizado a seleção das métricas a serem empregadas na área de estudo (Tabela 1). Para a fase de aplicação das métricas selecionadas, foi utilizado imagens

adquiridas na plataforma MapBiomas, a partir da ferramenta Google Earth Engine que foi responsável por gerar um arquivo raster (matricial) de dados de uso e cobertura da terra do ano de 2020.

Dessa forma, para a aquisição do material, a plataforma MapBiomas utilizou dados de reflectância de superfície, normalizando os dados a partir de imagens de referência, associados a imagens Landsat 5 (TM), 7 (ETM+) e 8 (OLI) (dados Landsat TOA), utilizando o método de *Random Forest* para a classificação digital (MapBiomas 2019). Nesse sentido, Ganem et al. (2020), realizaram em seu trabalho uma revisão bibliográfica sobre as iniciativas de mapeamento da vegetação da Caatinga, avaliando o grau de usabilidade e confiabilidade dessas técnicas. Dentre os projetos avaliados, para os autores, o projeto MapBiomas apresenta a maior acurácia quando comparado com outros projetos de mapeamentos realizados na Caatinga. Além disso, possui o maior intervalo temporal mapeado. Dessa forma, a plataforma realiza mapeamentos contínuos, sendo considerado o projeto que detêm o maior conjunto de dados de mapeamento de uso e cobertura da Caatinga (GANEM et al., 2020).

Dessa forma, a imagem raster adquirida do MapBiomas foi importada para o *software* livre QGIS (*Quantum Geographic Information System*), versão 3.10.0 e reprojetada, para posteriormente ser utilizada no *software* Fragstats, versão 4.2.1 (MCGARIGAL et al., 1995), onde foram calculadas métricas, referente as classes de Caatinga e Mata Rupestre, com base na legenda de uso ecobertura da terra gerada pela plataforma MapBiomas.

Tabela 1 – Métricas utilizadas na quantificação da estrutura da paisagem da Serra da Maravilha, Senhor do Bonfim – BA

Métrica	Grupo/Unidade de medida	Fórmula
Área da Classe	Área (ha)	$CA = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \left(\frac{1}{10.000} \right)$
Número de Fragmentos por Classe	Densidade	$NP_{(classe)} = n_i$
Área Média dos Fragmentos	Densidade (ha)	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^{n} a_{ij}}{n_i} \left(\frac{1}{10,000} \right)$
Total de Bordas	Borda (m)	$TE_{(classe)} = \sum_{k=1}^{m} e_{ik}$

Índice de Forma Médio	Forma	$MSI = \frac{\sum_{j=1}^{n}\left(\frac{0.25p_{ij}}{\sqrt{a_{ij}}}\right)}{n_i}$
Proximidade Média entre Classes	Proximidade/ Isolamento	$PROX = \sum_{s=1}^{n} \frac{a_{ijs}}{h_{ijs}^2}$
Conectividade	Contágio (%)	$COHESION = \left[1 - \frac{\sum_{j=1}^{n} p_{ij}^*}{\sum_{j=1}^{n} p_{ij}^* \sqrt{a_{ij}^*}}\right] \cdot \left[1 - \frac{1}{\sqrt{z}}\right]^{-1} \cdot (100)$

Fonte: Organização dos autores (2022).

Nesse sentido, após o cálculo das métricas de área, número de fragmentos, área médiade fragmentos, total de bordas, índice de forma médio, proximidade e conectividade, essas foram interpretadas com base em artigos já publicados, bem como pelo relatório desenvolvido por Mcgarigal e Marks (1995), que descreve o conceito das métricas encontradas no programa Fragstats, e dessa forma, foram elaboradas figuras ilustrativas da própria área de estudo para ilustrar e facilitar a compreensão de alguns conceitos discutidos ao longo dos resultados.

Resultados e Discussão

A partir do cálculo das métricas selecionadas, foi possível obter a quantificação da paisagemda área de estudo (Quadro 1). Neste trabalho foram calculados a área das classes, o número de fragmentos por classe, a área média dos fragmentos, o total de bordas, o índice de forma médio, a proximidade média entre classes e o índice de conectividade.

Quadro 1 – Resultados obtidos das métricas calculadas

	Área da Classe (ha)	*Número de Fragmentos por Classe*	*Área Média dos Fragmentos (ha)*	*Total de Bordas (m)*	*Índice de Forma Médio*	*Proximidade Média entre Classes*	*Conectividade (%)*
Mata Rupestre	3.362,04	70	48,0	422,5	1.5	4.814,4	99,8
Caatinga	1.208,43	230	5,2	427,1	1.8	41,1	93,9

Fonte: Organização dos autores (2022).

Inicialmente, foi calculado a área total das classes, sendo possível estimar a área total de cada classe trabalhada: Mata rupestre e Caatinga. No cálculo da área da classe é levado emconsideração a soma das áreas (m^2) de todos os fragmentos e dividido por 10.000, sendo assim convertido em hectares. Dessa forma, foi obtido um valor de 3.362,04ha para a classe de Mata Rupestre e 1.208,43ha para a classe de Caatinga. Dessa forma, levando em consideração que a Serrada Maravilha apresenta uma área de 4.579ha, percebe-se que existe uma predominância da classe deMata Rupestre na paisagem.

Posteriormente, a partir da métrica de número de fragmentos, foi possível realizar uma contagem da quantidade de fragmentos existentes por classe. Dessa forma, foram quantificados 300 fragmentos, sendo que desse valor total, 70 são fragmentos encontrados na classe de Mata Rupestre e 230 na classe de Caatinga, destacando que quanto maior esses valores encontrados, maior é o índice de fragmentação da classe.

Ainda nesse sentido, foi calculado a área média dos fragmentos, sendo possível obter o tamanho médio de todos os fragmentos presentes na classe. Nesse índice é levado em consideraçãoa área total da paisagem (m^2), dividida pelo número total de manchas e dividido por 10.000, para converter em hectares. Nesse sentido, para a classe de Mata Rupestre foi obtido um valor de 48,0ha e para a classe de Caatinga, um valor de 5,2ha. Dessa forma, é importante destacar que quantomaior os valores encontrados nesse índice, melhor se torna essa classe, no que se diz respeito a capacidade de assegurar a permanência de espécies nessa área. De modo geral, as métricas discutidas acima possibilitam ter uma quantificação da extensão territorial de cada classe na paisagem.

Nesse contexto, Fahrig (2003) discute dois principais fatores responsáveis pelos efeitos negativos da fragmentação, que seria um grande número de manchas pequenas e isoladas, que logo após determinado período se torna um fragmento insustentável para assegurar uma população, principalmente para aquelas espécies que não capazes de transitar através da matriz circundante desse fragmento, de maneira que essas populações acabam sendo isoladas dentro desses fragmentos,levando a uma redução dessas espécies e da sua permanência nesses habitats. Ademais, Kageyama, Gandara e Souza (1998) discutem que a redução do número de indivíduos tende a levar a uma perdade troca genética entre as populações, o que pode acarretar no aumento da endogamia, devido ao acasalamento entre indivíduos aparentados, acarretando em uma população que se afasta geneticamente da sua população original.

Além disso, outro fator discutido por Fahrig (2002), está relacionado com o efeito de borda, uma vez que paisagens com alto índice de fragmentação, consequentemente apresentam maisbordas, o que pode proporcionar a ocupação dessas espécies na parte não habitada dessa paisagem, que seria a matriz, levando ao aumento da mortalidade desses

indivíduos e por consequência uma redução na taxa de reprodução dessas populações.

Ainda nesse contexto, a autora argumenta sobre os efeitos positivos da fragmentação para determinadas populações. Dentre eles a autora discute que em alguns casos a fragmentação proporciona uma maior diversidade de habitats para as espécies que requerem diferentes tipos de habitats, a exemplo dos anfíbios. Outro aspecto que vale ser destacado é em relação a distância desses fragmentos, uma vez que fragmentos próximos facilitam o deslocamento desses indivíduos entre as manchas (FAHRIG, 2003).

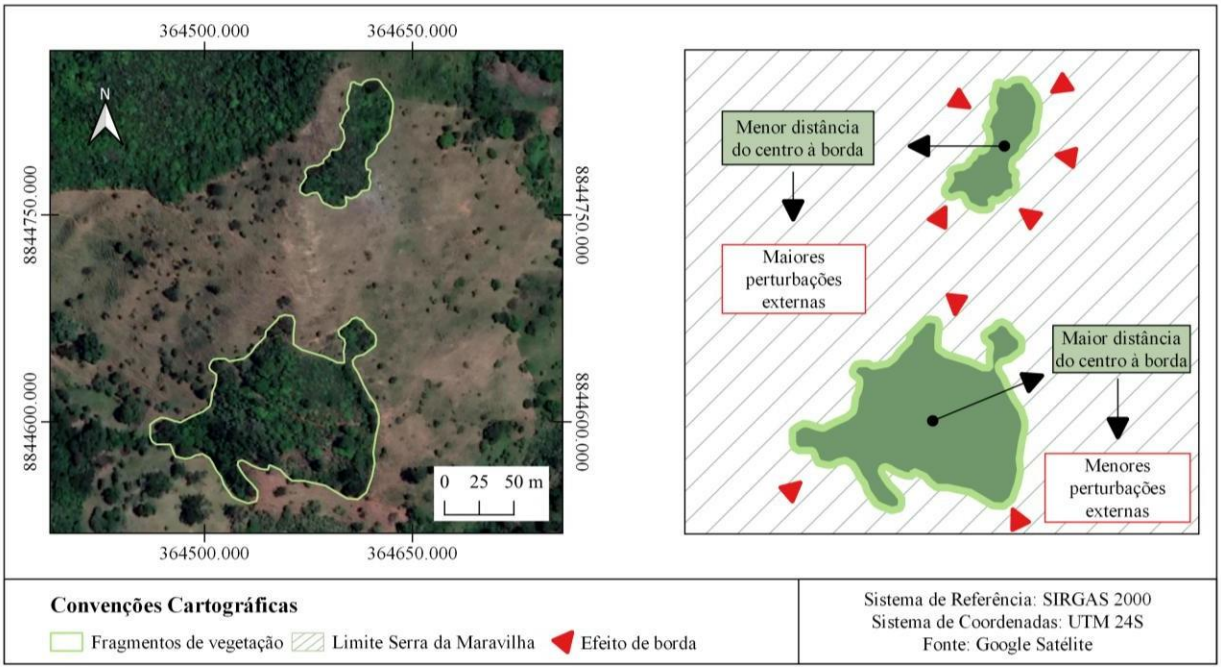
Dessa forma, foi quantificado também o índice total de bordas, sendo possível estimar a soma de todas as bordas das classes trabalhadas. Os valores obtidos expressam uma maior ou menorinfluência da borda na classe. Dessa forma, o valor obtido para a classe de Mata Rupestre foi de 422.580m e para a classe de Caatinga foi obtido um valor de 427.140m. No índice total de bordas é levado em consideração a soma dos comprimentos (m) de todos os segmentos de borda dosfragmentos da respectiva classe.

É possível perceber que houve uma pequena diferença entre a quantidade de borda encontrada em ambas as classes. No entanto, a classe de Mata Rupestre apresentou uma menor quantidade de bordas, talvez porque essa classe apresente um pequeno número de fragmentos e os fragmentos existentes são pouco recortados, ou seja, são maiores. Por outro lado, os resultados demonstram que a classe de Caatinga apresenta uma área pequena, bastante fragmentada e os fragmentos existentes apresentam uma área média bem menor quando comparado com os resultados obtidos com a classe de Mata Rupestre. As consequências desse cenário para espécies florestais estão relacionadas principalmente com a redução dessas populações, uma vez que a fragmentação de habitats ocasiona uma limitação dos recursos presentes, bem como limita o deslocamento dessas espécies. Além disso, no caso das plantas que dependem de animais para serem dispersadas,também serão afetadas, bem como os demais serviços ecossistêmicos realizados pelas espécies que se encontram isoladas dentro desses fragmentos. Ainda no contexto do índice de total de bordas calculado, Périco et al. (2005), discute que a quantidade de bordas é diretamente relacionada com a forma e o tamanho de um fragmento, uma vez que fragmentos menores e alongados sofrem um maior efeito de borda, devido a uma diminuição na razão que se existe entre o interior do fragmentoe a sua margem.

Nesse sentido, foi calculado o índice médio de forma dos fragmentos, avaliando a complexidade da forma do fragmento (Figura 2). Esse índice tem por objetivo calcular o somatório de todos os perímetros de cada fragmento, dividindo esse valor pela quantidade de fragmentos. Valores altos encontrados como resultado, caracterizam o fragmento como um fragmento de forma alongada, demonstrando assim que existe uma maior área de contato desse fragmento com a matriz circundante. Para a Mata Rupestre foi obtido um valor de 1.5,

enquanto que para a Caatinga foi obtido um valor de 1.8 da forma média do fragmento. Fernandes et. al, (2015), discutem em seu trabalho que quanto mais próximo de 1 for o valor do índice de forma médio, mais arredondado seráo formato desse fragmento, representando assim um menor efeito de borda sob esse fragmento. Por outro lado, quanto maior o valor encontrado, mais alongado se torna o fragmento. Nesse caso, os valores demonstram que ambas as classes apresentam uma forma média de fragmentos considerados “arredondados” ou regulares, apresentando um menor efeito de borda.

Figura 2 – Mapa de ilustração sobre forma e borda de fragmentos.



Fonte: Autores (2022)

Nesse âmbito, é de suma importância discutir como a forma dos fragmentos florestais podem influenciar diversos processos ecológicos. Esses fragmentos ficam dispostos em uma matriz circundante, e os indivíduos que ainda colonizam esses fragmentos acabam sofrendo a influência dediversos fatores externos circunvizinhos, o que seria caracterizado como efeito de borda (MURCIA,1995). Um ambiente altamente fragmentado apresenta uma maior quantidade de bordas. Sendo assim, esses indivíduos que habitam esses ambientes fragmentados acabam por sofrer perturbações provocadas pelas mudanças abruptas dessas áreas, uma vez que o contorno ou borda desses fragmentos passam a estarem sujeitos as condições adversas diferente do estado encontrado em sua condição original (não fragmentada). O tipo de ambiente encontrado no interior do fragmento é totalmente diferente do tipo de ambiente encontrado na borda desse mesmo fragmento. Dessa forma, para

exemplificar esses efeitos causados sobre esses organismos podemos citar o aumento da incidência de luz, temperatura, umidade e do regime de ventos nessas áreas de borda. Nesse sentido,espécies sensíveis a essas mudanças que ocorrem no ambiente, se tornam as mais prejudicadas ou até mesmo são levadas a extinção, causando uma mudança na composição biótica dessas áreas (PRIMACK E RODRIGUES, 2001).

Ainda no contexto da fragmentação de paisagens, outro aspecto bastante relevante que vale ser discutido é o grau de isolamento desses fragmentos dentro de uma paisagem e como isso está relacionado com a conservação de muitas espécies. Dessa forma, foi calculado o grau de

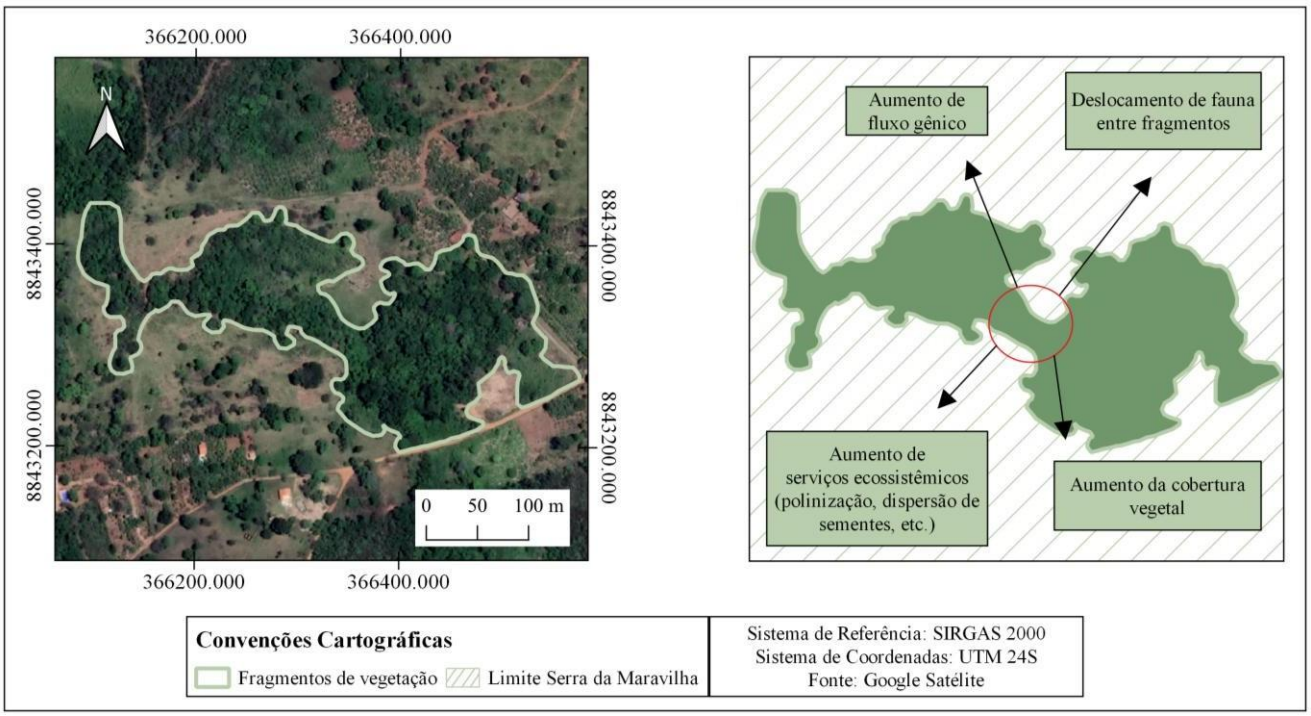
conectividade entre os fragmentos, obtendo para a classe de Mata Rupestre um valor de 99,8% de conectividade, enquanto que para a classe de Caatinga o valor obtido foi de 93,9%. Sendo que, quanto maior o valor obtido no índice de conectividade, maior é a conectividade entre fragmentos. Desse modo, os resultados demonstram que ambas as classes apresentam alta conectividade, indicando ainda que mesmo apresentando uma área média de fragmentos menor, a classe deCaatinga apresentou uma grande conectividade o que favorece principalmente a dispersão de espécies na paisagem.

Dessa forma, foi calculado também o índice de proximidade média entre classes. Esse índiceexpressa a proximidade entre fragmentos, medindo o grau de isolamento da paisagem a partir do somatório de cada área dos fragmentos de uma mesma classe, sendo esse valor posteriormente dividido pela distância euclidiana entre bordas ao quadrado, levando em consideração ao raio de busca estimado, nesse caso, um raio de 100m. Nesse sentido, para a classe de Mata Rupestre se obteve como resultado um valor de 4.814,4 e para a classe de Caatinga foi de 41,1. Vale destacar que valores baixos no índice de proximidade, expressam uma maior proximidade entre fragmentos, bem como o índice é adimensional (não tem unidade de medida), sendo assim o valor obtido tem pouco valor interpretativo, servindo assim como um índice comparativo (MCGARIGAL E MARKS, 1995). Desse modo, os resultados demonstram que existe uma maior proximidade entre fragmentos na classe de Caatinga, sendo assim, isso implica de forma positiva em relação ao deslocamento da fauna silvestre e consequentemente no seu fluxo genético.

Nesse contexto, é válido destacar que paisagens que apresentam um alto índice de fragmentos isolados, tendem a ser preocupantes, uma vez que impede o deslocamento dos indivíduos entre essas manchas. Tendo em vista isso esse problema, os corredores ecológicos ou corredores de biodiversidade (Figura 3) se tornam uma excelente estratégia para conectar esses fragmentos de vegetação natural, uma vez que esses corredores funcionam como áreas que de alguma forma proporcionam uma conectividade entre fragmentos que se encontram isolados. Dessa forma, diferentes indivíduos conseguem se

deslocar entre essas manhas, o que favorece um aumento de fluxo gênico e consequentemente a permanência dessas populações, bem como dos serviços ecossistêmicos desempenhados por essas espécies a exemplo da polinização, dispersão de sementes e outros (IESB, 2000).

Figura 3 – Mapa de ilustração sobre conectividade de fragmentos.



Fonte: Autores (2022)

O estudo técnico realizado para a criação da unidade de conservação que inclui a área da Serra da Maravilha, discute sobre alguns problemáticas que ameaçam toda a biodiversidade da região, a exemplo disso é possível citar a supressão da vegetação, as práticas agrícolas que são desenvolvidas de forma mal orientadas, principalmente associadas ao uso do fogo, levando aocorrência de queimadas na região. Além disso, é possível citar também a criação de extensas áreas de pastagem, bem como as atividades de visitação que são realizadas de forma inapropriada. Todas essas atividades de alguma forma contribuem com a alteração da configuração original dessapaisagem.

Dessa forma, tendo em vista os problemas citados e com base nos resultados obtidos a partir das métricas calculadas nesse trabalho, percebe-se a necessidade de serem desenvolvidas técnicasde conservação, que venha promover o aumento da cobertura vegetal e consequentemente a conservação dos recursos hídricos e a manutenção da diversidade biológica desse local, bem comoo bem estar da população que reside na Serra da Maravilha

e a população que visita a área.

Nesse sentido, reforça-se a necessidade de haver uma fiscalização no local, garantindo que essas atividades realizadas sejam feitas de forma que não venha comprometer toda uma biodiversidade. Além disso, a implementação de corredores ecológicos se torna uma excelente alternativa para minimizar os efeitos de fragmentação dessa paisagem, facilitando ainda o deslocamento da fauna silvestre entre esses fragmentos. Outra alternativa seria a restauração ecológica, utilizando mudas de espécies nativas da região e implementando também sistemas agroflorestais (SAF's), favorecendo uma conectividade maior entre esses fragmentos existentes.

Desse modo, a restauração poderia ser de grande utilidade como um conjunto de técnicas que visa restabelecer ecossistemas que sofreram perturbações, "restaurando sua estrutura, funcionamento, diversidade e dinâmica", visando a conservação daquela biodiversidade (ARONSON et al., 1993, p. 8), ainda associado com a implementação dos SAF's também seria umaoutra alternativa, uma vez que "sistemas agroflorestais é o nome coletivo para sistemas de uso da terra e tecnologias em que plantas lenhosas perenes (árvores, arbustos, palmeiras, bambus etc.) são deliberadamente usadas na mesma unidade de manejo de culturas agrícolas e/ou animais, ambas na forma de arranjos especiais ou sequências temporais. Nos sistemas agroflorestais existem ambas as interações ecológicas e econômicas entre os diferentes componentes." (NAIR, 1984, p. 2). Sendo assim, a adoção dessas estratégias serviria para minimizar tais impactos apresentados, visando favorecer, principalmente a manutenção da diversidade de espécies.

Considerações Finais

De maneira geral, o trabalho teve como objetivo quantificar e descrever a estrutura da vegetação da Serra da Maravilha, com vistas a subsidiar o planejamento sustentável e a conservaçãodessa paisagem. Dessa forma, foi feita a quantificação das classes de vegetação da área de estudo, por meio de índices da Ecologia de Paisagem e discutido os resultados obtidos, bem como sugerido propostas de planejamento, visando a conservação dessa paisagem. Desse modo, supõe-se, que o presente objetivo foi atendido e que a metodologia aplicada contribuiu de forma eficiente para isso.

Quanto aos resultados obtidos, os mesmos demonstram que medidas precisam ser tomadas, visando promover a conservação dessa área e consequentemente a manutenção da biodiversidade. Além disso, destaca-se que até o presente momento não se existe um plano de manejo para essa unidade de conservação, mas que precisa ser elaborado, com o intuito de normatizar, fiscalizar e organizar os diversos usos e manejo desses recursos naturais, bem como de garantir que as atividades desenvolvidas na área sejam realizadas de

forma ecologicamente sustentável. Alémdisso, é necessário incluir também a comunidade que reside dentro da UC e a população que visita olocal, promovendo essa aproximação da população com o ambiente natural, propiciando a sensibilização dessas pessoas, com vistas a minimizar esses impactos.

Sendo assim, espera-se que este trabalho possa contribuir com informações a respeito da área de estudo, bem como com estratégias de conservação para essa unidade de conservação. Além disso, reforça-se a necessidade de serem realizados novos estudos.

Referencias

AB'SABER, A. N. **O domínio morfoclimático semiárido das Caatingas brasileiras.** Universidade de São Paulo, 1974.

AB'SABER, A. N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. **Estudos avançados**, v. 13,n. 36, p. 7-59, 1999.

ALVES, J. J. A.; DE ARAÚJO, M. A.; DO NASCIMENTO, S. S. Degradação da Caatinga: umainvestigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.

ARCANJO, J. B. A.; SOUZA, J. D. de. **Projeto mapas metalogenéticos e de previsão de recursos minerais: folha SC. 24-YB Senhor do Bonfim, escala 1: 250.000**. CPRM, 1984.

ARONSON, J. et al. Restoration and rehabilitation of degraded ecosystems in arid and semi-aridlands. I. A view from the south. **Restoration ecology**, v. 1, n. 1, p. 8-17, 1993.

BÉTARD, F.; PEULVAST, J. P.; SALES, V. C. Caracterização morfopedólogica de uma serra úmida no semi-árido do nordeste brasileiro: o caso do maciço de Baturité-CE. **Mercator**, v. 6, n.12, p. 107-126, 2007.

BRASIL. **Resolução CONDEL/SUDENE Nº 150, de 13 de dezembro de 2021**. Aprova a Proposição n. 151/2021, que trata do Relatório Técnico que apresenta os resultados da revisão dadelimitação do Semiárido 2021, inclusive os critérios técnicos e científicos, a relação de municípioshabilitados, e da regra de transição para municípios excluídos. Disponível em: https://www.in.gov.br/web/dou/-/resolucao-condel/sudene-n-150-de-13-de-dezembro-de-2021- 370970623. Acesso em: 25 mar. 2022

BUZZI et al. The Extent of Infrastructure Causing Fragmentation in the Hydrocarbon Basin in the Arid and Semi-Arid Zones of Patagonia (Argentina). **Sustainability**, v. 11, n. 21, p. 5956, 25 out. 2019.

CARVALHO, M. S. de. **Os parques naturais municipais da ilha de Vitória (ES) no contextodas áreas verdes urbanas: Um olhar biogeográfico pelo viés da ecologia da paisagem**. 2012.224 p. Tese (Mestre em Geografia) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.

DRUMOND, M. A. et al. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade dacaatinga. **Embrapa Semiárido-Folder/Folheto/Cartilha (INFOTECA-E)**, 2000.

FAHRIG, L. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. **Annual review of ecology, evolution, and systematics**, v. 34, n. 1, p. 487-515, 2003.

FAHRIG, L. Effect of habitat fragmentation on the extinction threshold: a synthesis.

Ecologicalapplications, v. 12, n. 2, p. 346-353, 2002.

FERNANDES, M. et al. Ecologia da Paisagem de uma Bacia Hidrográfica dos Tabuleiros Costeirosdo Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 24, n. 0, 2017.

GANEM, K. A. et al. Mapeamento da Vegetação da Caatinga a partir de Dados Ópticos de Observação da Terra – Oportunidades e Desafios. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 72, p. 829–854, 30 dez. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO E GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Cidades e estados.**

População estimada. 2021. Senhor do Bonfim – BA. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/ba/senhor-do-bonfim.html>. Acesso em: 22 nov. 2021

INSTITUTO DE ESTUDOS SÓCIO-AMBIENTAIS DO SUL DA BAHIA – IESB. **Designing Sustainable Landscapes**. The Brazilian Atlantic Forest, 2000. Landscapes series. Conservation International Center for Applied Biodiversity Science. 28p. 2000

JESUS, J. B. DE et al. Fragmentação florestal em região semiárida no Nordeste do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 39, n. 1, 30 dez. 2019.

JOHN, R. et al. Land cover/land use change in semi-arid Inner Mongolia: 1992–2004. **Environmental Research Letters**, v. 4, n. 4, p. 045010, out. 2009.

KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; SOUZA, L. M. I. DE. Consequências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas. **Série técnica IPEF**, v. 12, n. 32, p. 65-70,dez. 1998.

LIMA, R. N. S. de; ROCHA, C. H. B. Técnicas de sensoriamento remoto e métricas de ecologia da paisagem aplicadas na análise da fragmentação florestal no município de Juiz de Fora–MG em 1987e 2008. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto-SBSR, Curitiba, PR, Brasil**, 2011, p. 2067- 2074.

LIU, Y. et al. Analysis of the influence of the water balance process on the change of landscape patterns in the upper reaches of the Yangtze River. **Water Policy**, v.24 n. 2, 261–281 p. 2022.

MAPBIOMAS. **Caatinga Appendix. Collection 6**. v. 1. 2019. Disponível em: <https://mapbiomas.org/atbd---entenda-cada-etapa>. Acesso em: 16 fev. 2022

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. **FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure**. US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995.

MENDES, F. H. et al. Avaliação da fragmentação da cobertura arbórea de Maringá/PR utilizando geotecnologias. **Scientia Plena**, v. 12, n. 9, 27 set. 2016.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? **Biota Neotropica**, v. 1, n. 1–2, p. 1–9, 2001. MMA/SBF - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE/SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E

FLORESTA. Fragmentação de Ecossistemas: Causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. 2003.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in ecology & evolution**, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

NAIR, P. K. R. **Tropical agroforestry systems and practices**. In: Furtado, J.I. e Ruddle, K. (eds.) Tropical resource ecology and development. John Willey Ed. Chichester - Inglaterra. 39 p. 1984.

NAVEH, Z; LIEBERMAN, A. S. **Landscape ecology: theory and application**. 2 ed. New York. Springer Science & Business Media, 1994.

NUCCI, J. C. ORIGEM E DESENVOLVIMENTO DA ECOLOGIA E DA ECOLOGIA DA

PAISAGEM. **Revista Geografar**, v. 2, n. 1, 30 jul. 2007.

PEREIRA, M. P. DOS S.; FRANCELINO, M. R.; QUEIROZ, J. MARÇAL. A Cobertura Florestal

em Paisagens do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul. **Floresta e Ambiente**, v. 24, n. 0, 2017.

PÉRICO, E. et al. Efeitos da fragmentação de hábitats sobre comunidades animais: utilização de sistemas de informação geográfica e de métricas de paisagem para seleção de áreas adequadas a testes. In: **XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento remoto**. 2005. p. 2339-2346.

PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Ed. Planta, 2001

RADAMBRASIL. Levantamento de Recursos Naturais -**Folha SC.24/25 Aracaju/Recife**; Geologia, Geomorfologia, Pedologia, Vegetação, Uso potencial da Terra. Edição Fac-similar. Volume 30, Rio de Janeiro: IBGE, 1983.

ROCHA, J. G. **Modelagem de conhecimento e métricas de paisagem para identificar e analisar padrões espaciais em ambiente de Caatinga. 2011.** 153 p. 2011. Tese (Mestrado em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação) - Universidade Federal do Pernambuco, Recife, 2011

SENHOR DO BONFIM. **Decreto N° 293/2020, de 13 de novembro de 2020**. Institui o Mosaico deUnidades de Conservação Recanto de Serras dos Polinizadores, no município de Senhor do Bonfim,no Estado da Bahia, e dá outras providências. Senhor do Bonfim: Diário Oficial, 2020. Edição

2.197 — Ano 8. 9-97 p. Disponível em: http://doem.org.br/ba/senhordobonfim?dt=2020-11-26. Acesso em: 22 nov. 2021

SILVA, L. G. DA et al. Effect of Land Cover Change on Atlantic Forest Fragmentation in Rio Largo, Al, Brazil. **Journal of Experimental Agriculture International**, p. 102–114, 22 jun. 2020.

SILVA, R. M. A. da. Entre o combate à seca e a convivência com o semi-árido: transições paradigmáticas e sustentabilidade do desenvolvimento. 276 p. (**Série BNB Teses e dissertações, n. 12**) Fortaleza, 2010.

SOUZA, M. J. N. de; OLIVEIRA, V. P. V. de. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do nordeste brasileiro. **Mercator**, v. 5, n. 9, p. 85-102, 2006.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. **Estatísticas dos Municípios Baianos**. (Territórios de identidade nº 25 Piemonte Norte do Itapicuru, v. 4. n.2). Salvador: SEI, 2014

TURNER, M. G. Landscape Ecology: What Is the State of the Science? **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 36, n. 1, p. 319–344, 1 dez. 2005.

WU, J. (JINGLE). Landscape Ecology, Cross-disciplinarity, and Sustainability Science. **LandscapeEcology**, v. 21, n. 1, p. 1–4, jan. 2006.

WU, J. Landscape Ecology. In: **Ecological Systems**. New York, NY: Springer New York. p. 179- 200. 2013.

Mapeamento do potencial turístico das terras do Delta do Parnaíba - Piauí

Mapping of the tourist potential of the lands of the Parnaíba Delta - Piauí

João Victor Alves Amorim
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0001-6530-2673
amorim@ufpi.edu.br

Gustavo Souza Valladares
Universidade Federal do Piauí
https://orcid.org/0000-0002-4884-6588
valladares@ufpi.edu.br

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo mapear possíveis áreas para desenvolvimento/expansão da atividade turística no Delta do Parnaíba – Piauí através do geoprocessamento. Para tal, utilizou-se do método de análise multicritério, submetendo os temas uso e cobertura das terras, geologia e geomorfologia ao método multicritério aditivo, conhecido como média ponderada. Foram estabelecidas quatro classes de potencial turístico: sem potencial, baixo potencial, médio potencial e alto potencial, de acordo com as notas alcançadas que variaram de 0 a 1. Foi observado que grande parte da área mapeada é caracterizada como sem potencial, tendo em vista o alto grau de vulnerabilidade ambiental e a falta de infraestrutura da área para o desenvolvimento da atividade turística. Mapeamentos dessa natureza mostram-se ferramentas úteis para nortear e informar a sociedade e os órgãos públicos na busca pela utilização mais rentável e sustentável dos mais variados ambientes, respeitando a capacidade dos ecossistemas.

Palavras-chave: Geoprocessamento. Análise multicritério. Litoral do Piauí.

Abstract: This work aimed to map possible areas for the development/expansion of tourist activity in the Parnaíba Delta – Piauí through geoprocessing. For this purpose, the multicriteria analysis method was used, subjecting the themes land use and land cover, geology and geomorphology By a multi- criteria additive method, known as weighted average.. Four classes of tourist potential were established: without potential, low potential, medium potential and high potential according to the values achieved which ranged from 0 to 1. It was observed that a large part of the mapped area is characterized as without potential due the high degree of environmental vulnerability and the lack of infrastructure for the development of tourist activity. Mappings of this nature can be useful tools to guide and inform society and public agencies in the search for the most profitable and sustainable use of the most varied environments, respecting the capacity of ecosystems.

Keywords: Geoprocessing. Multicriteria analysis. Coast of Piauí.

Introdução

Sim, é possível alinhar turismo e geoprocessamento. Na Geografia, de maneira simplista e bastante resumida, Geoturismo é uma forma de turismo que se concentra na apreciação, análise e compreensão dos aspectos geológicos, geomorfológicos e geográficos de um determinado destino. Envolve a visitação de locais com relevância geológica e geomorfológica, como paisagens, formações rochosas, sítios arqueológicos e outros elementos naturais. Por outro lado, o geoprocessamento é uma disciplina que utiliza tecnologias de informação geográfica para coletar, analisar, interpretar e visualizar dados geográficos. Envolve a utilização de sistemas de informações geográficas (SIGs),

sensoriamento remoto, cartografia digital e outras ferramentas para manipulação e análise de dados espaciais.

O alinhamento entre geoturismo e geoprocessamento pode ser muito benéfico. O geoprocessamento pode fornecer informações detalhadas sobre a localização, características geológicas e atrativos turísticos de uma determinada área. Por meio da análise espacial e da criação de mapas temáticos, é possível identificar os principais pontos de interesse geológico, geomorfológico, pedológico etc., e planejar rotas turísticas que otimizem a experiência daqueles que praticam o (eco)turismo e/ou turismo científico.

As informações levantadas também podem ser utilizadas para monitorar e gerenciar áreas sensíveis, auxiliando na conservação dos recursos naturais e na mitigação de impactos ambientais negativos. O mapeamento e o monitoramento contínuo das áreas de interesse geoturístico podem auxiliar na tomada de decisões e no planejamento sustentável do turismo, garantindo a preservação e o uso responsável dos recursos naturais. Segundo Ruschmann (2001) e Ruschmann, Paolucci e Maciel (2008), a atividade turística contemporânea é uma grande “consumidora” dos recursos naturais, tendo como principal motivação o reencontro com a natureza e a “fuga” do tumulto dos grandes conglomerados urbanos por pessoas que tentam recuperar o equilíbrio psicofísico durante o seu tempo livre.

Para Cavalcanti e Camargo (2002) os impactos ambientais induzidos pela pressão humana são extremamente significativos nos mais variados ambientes ocasionando problemas, sendo estes, muitas vezes superiores à capacidade de assimilação dos sistemas naturais, imprimindo vários impactos negativos, como a locação de materiais impróprios, suporte da infraestrutura e modificação do escoamento superficial e da drenagem subterrânea e desmatamento de áreas naturais.

Trazendo tal análise para o Piauí, na região litorânea encontram-se características peculiares que compõem o principal produto turístico do Estado. Vinculada ao segmento de sol e praia, característica principal do fluxo atual e, portanto, com maior visibilidade, bem como com o ecoturismo, sendo este ainda incipiente, a região do polo contempla os quatro municípios localizados na faixa litorânea: Cajueiro da Praia, Luís Correia, Parnaíba e Ilha Grande. Tal região tem uma diversidade biológica e também paisagística relevante para o estado e o país, sendo que o maior destaque em termos de singularidade encontra-se no Delta do Rio Parnaíba, reconhecido como o único das Américas em mar aberto (BRASIL, 2010).

Partindo dessa perspectiva, objetivo do trabalho foi mapear o potencial turístico das terras em área do Delta do Parnaíba, Piauí a partir do geoprocessamento. A escolha deste ambiente justifica-se por sua importância ambiental, estando classificada como Área de Proteção Ambiental (APA) Delta do Parnaíba, por abranger uma área de Reserva Extrativista

Marinha (RESEX) Delta do Parnaíba; biológica, ao abrigar espécies em perigo de extinção, a exemplo do peixe-boi marinho (Trichechus manatus) e a tartaruga-de-couro (Dermochelys coriácea), bem como por constituir áreas de parada e alimentação de aves migratórias e; socioeconômica, através do desenvolvimento de atividades humanas tradicionais como a pesca e o extrativismo. Conhecer as potencialidades de um ambiente tão dinâmico quanto o tal pode promover um turismo mais informado, educativo e sustentável, proporcionando experiências enriquecedoras aos visitantes e contribuindo para a conservação dos recursos naturais e culturais.

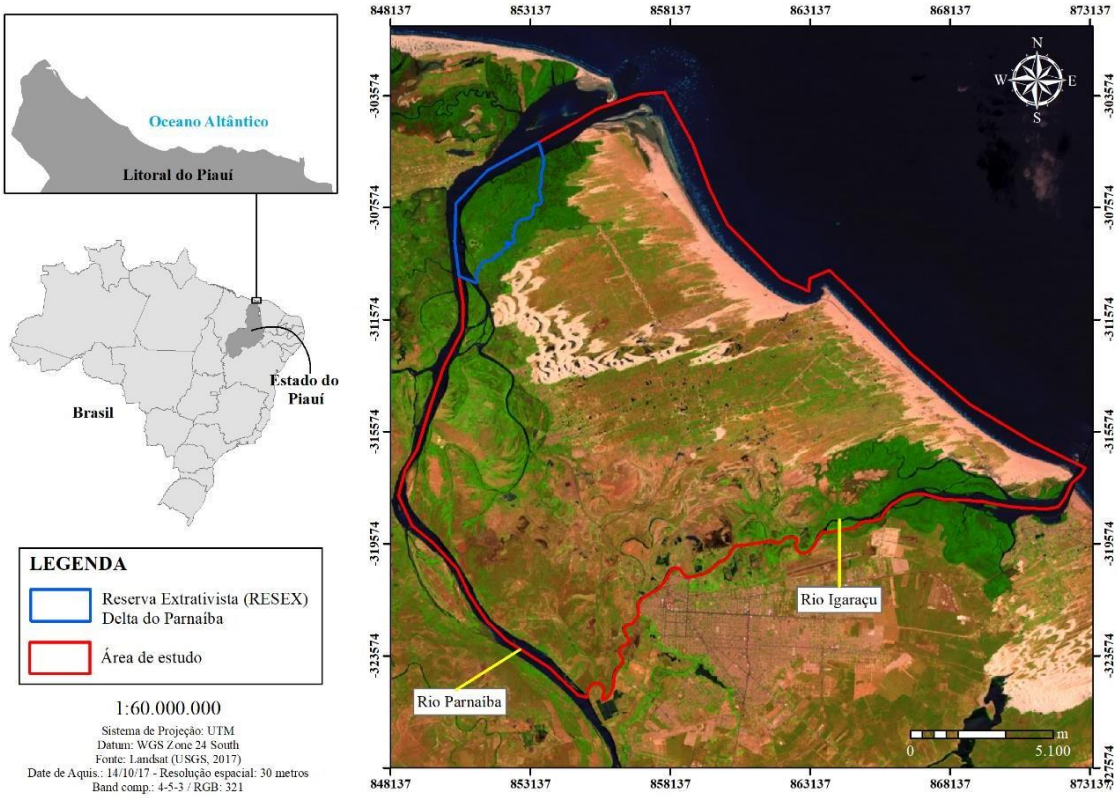
Caracterização da área de estudo

O Delta do Parnaíba está localizado na planície costeira do estado do Piauí, situada na porção norte do litoral piauiense e no nordeste setentrional do Brasil. Fica a nordeste da costa brasileira, no limite dos estados do Piauí e Maranhão. Encontra-se em uma zona de transição, de acordo com suas condições climáticas e oceanográficas (SILVA et al., 2014; SILVA, 2015). O clima da área está enquadrado como do tipo Aw', tropical, com chuvas distribuídas sazonalmente registrando máximas no outono, sendo possível identificar duas estações bem definidas: uma chuvosa durante os primeiros meses do ano, de janeiro a maio, e outra seca que ocorre no segundo semestre, de julho a dezembro.

Para o desenvolvimento da pesquisa o recorte espacial selecionado foi a parte oriental do Delta, inserida nos limites do estado do Piauí, que compreende a área do município de Ilha Grande e parte do de Parnaíba (figura 1). A área possui aproximadamente 260 km² e é delimitada por dois tributários: o rio Parnaíba ao oeste e o rio Igaraçu para o sudeste. (SZCZYGIELSKI et al., 2014). Como supramencionado, também é integrada pela APA Delta do Parnaíba (regulamentada pelo Decreto s/n de 28 de agosto de 1996) bem como a RESEX Marinha do Delta do Parnaíba (regulamentada pelo Decreto s/n de 16 de novembro de 2000). O geossistema Delta do Parnaíba está localizado na Planície Costeira do estado do

Piauí. A estrutura geológica na qual está assentado é a bacia do Maranhão-Piauí. Essa bacia apresenta 600.000 km² e está inserida na Província Sedimentar do Meio-Norte. A bacia conta com um substrato representado por maciços arqueanos, crátons sisbrasilianos e cinturões orogênicos brasilianos sobre este substrato, implantaram-se estruturas derivadas de grábens no Mesoproterozóico, Neoproterozóico e no Fanerozóico (FROTA, 2017).

Figura 1 – Localização da área de estudo.

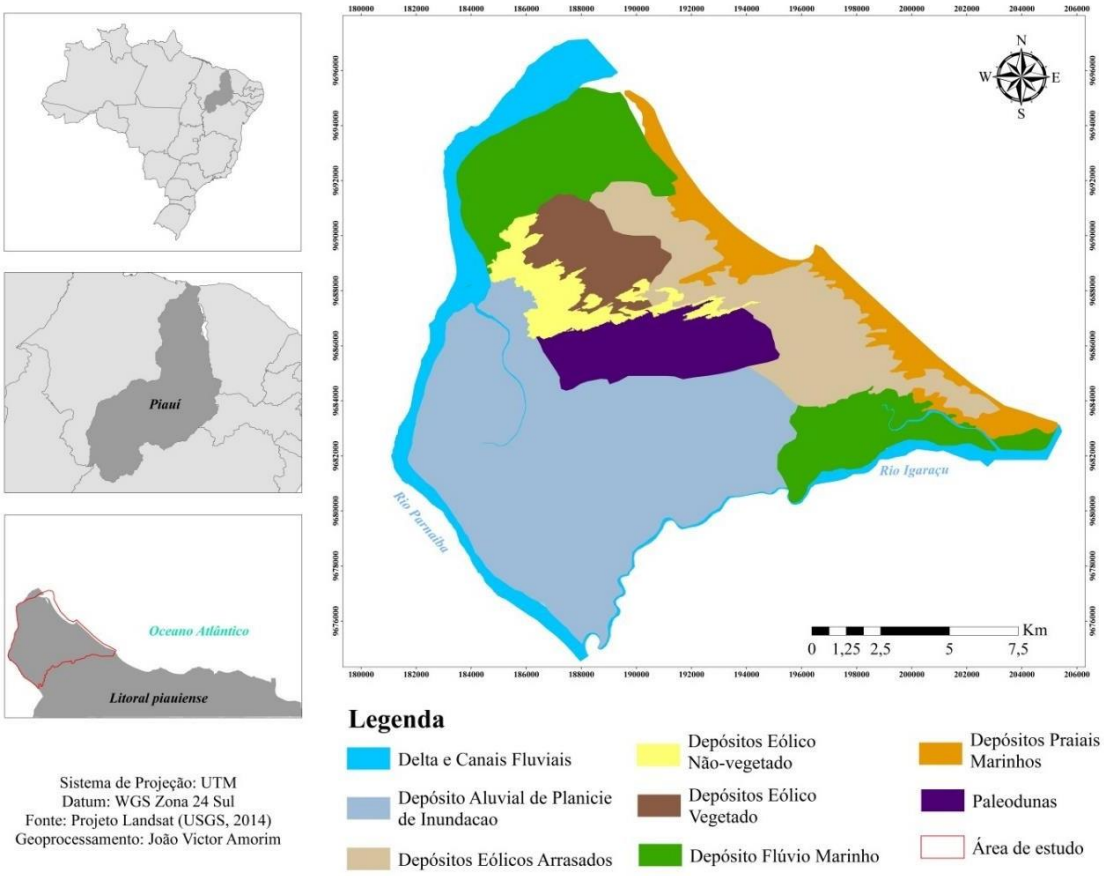


Fonte: organizado pelos autores.

Para Cavalcanti (2000) os aspectos geológicos da planície costeira do estado do Piauí estão relacionados às coberturas da era Cenozóica e abrangem o período Quaternário. Com base no mapeamento realizado por Sousa (2015) em escala de 1:100.000 é possível identificar 7 (sete) unidades geológicas na área de estudo, sendo: depósitos aluviais de planície de inundação, depósitos eólicos arrasados, depósitos eólicos não-vegetados, depósitos eólicos vegetados, depósitos flúvio-marinhos, depósitos praiais marinhos e paleodunas (figura 2).

De acordo com Santos Filho et al. (2010) podem ser observadas também particularidades predominantes como uma área praiana com algumas formações rochosas (beachrocks) na localidade denominada Pedra do Sal, município de Ilha Grande (PI).

Figura 2 – Mapa de unidades geológicas do Delta do Parnaíba – Piauí

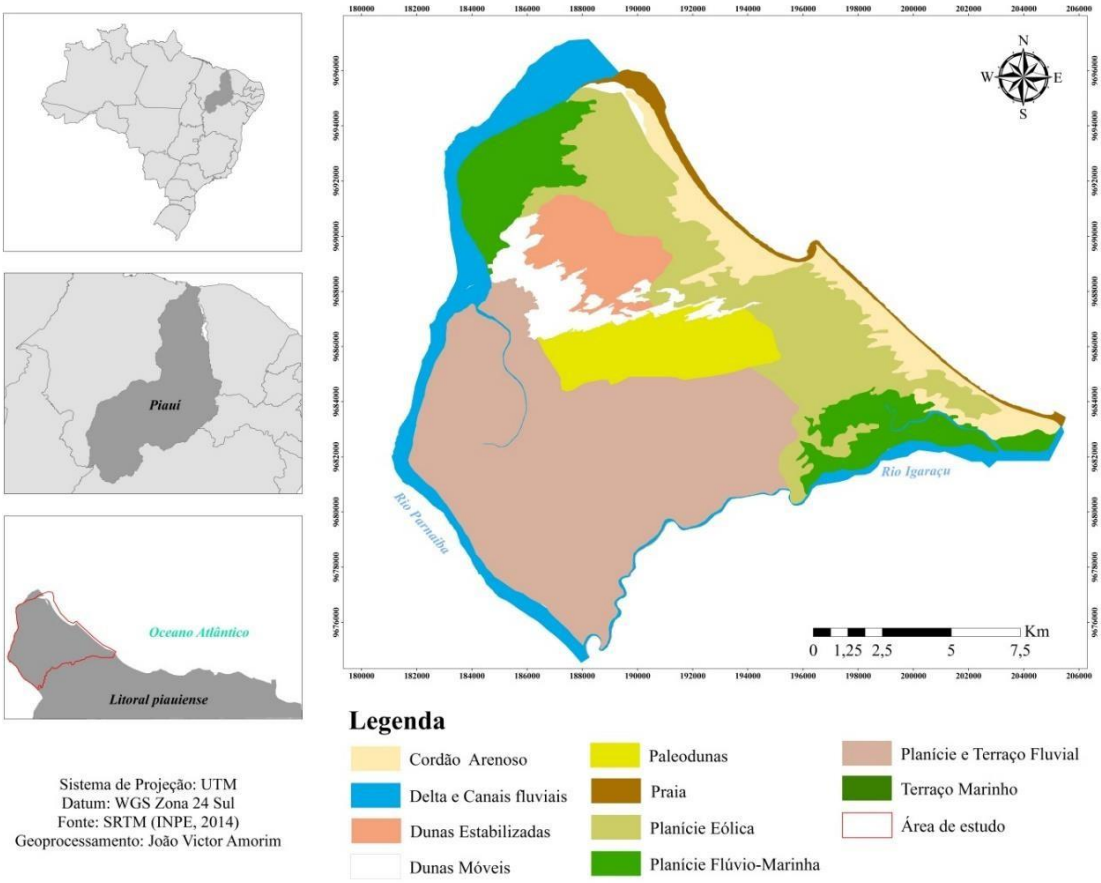


Fonte: Sousa (2015) adaptado pelos autores.

As unidades geomorfológicas que compõem a área de estudo compreendem os relevos de agradação. É possível identificar 9 (nove) unidades geomorfológicas, sendo: Cordão arenoso; Delta e canais fluviais; Dunas estabilizadas; Dunas móveis; Paleodunas; Praia; Planície eólica; Planície fluvio-marinha e; Planície e terraço fluvial (SOUSA, 2015). Os relevos de agradação são aqueles em que predominam os processos deposicionais, tanto do tipo continental como é o exemplo da planície fluvial, quanto do tipo litorâneo como é o caso da planície costeira, da planície fluvio-marinha, das planícies coluvio-aluvio-marinhas e as planícies flúvio-lagunares, além de dunas móveis, cordão arenoso e praias. A figura 3 ilustra o mapa de unidades geomorfológicas que ocorrem na área de estudo.

Com relação à pedologia, predominam na área de estudo solos de texturas variadas e originados de diferentes processos pedogenéticos, com destaque para as subordens: Neossolos Quartzarênicos, Neossolos Flúvicos, Gleissolos Háplicos, Gleissolos Tiomórficos, Cambissolos Flúvicos, Planossolos Nátricos, Vertissolos Háplicos e Organossolos Tiomórficos, conforme levantamentos de pedológicos realizados por Cabral (2018), Amorim (2019) e Cabral et al., (2020).

Figura 3 – Mapa de unidades geomorfológicas do Delta do Parnaíba – Piauí

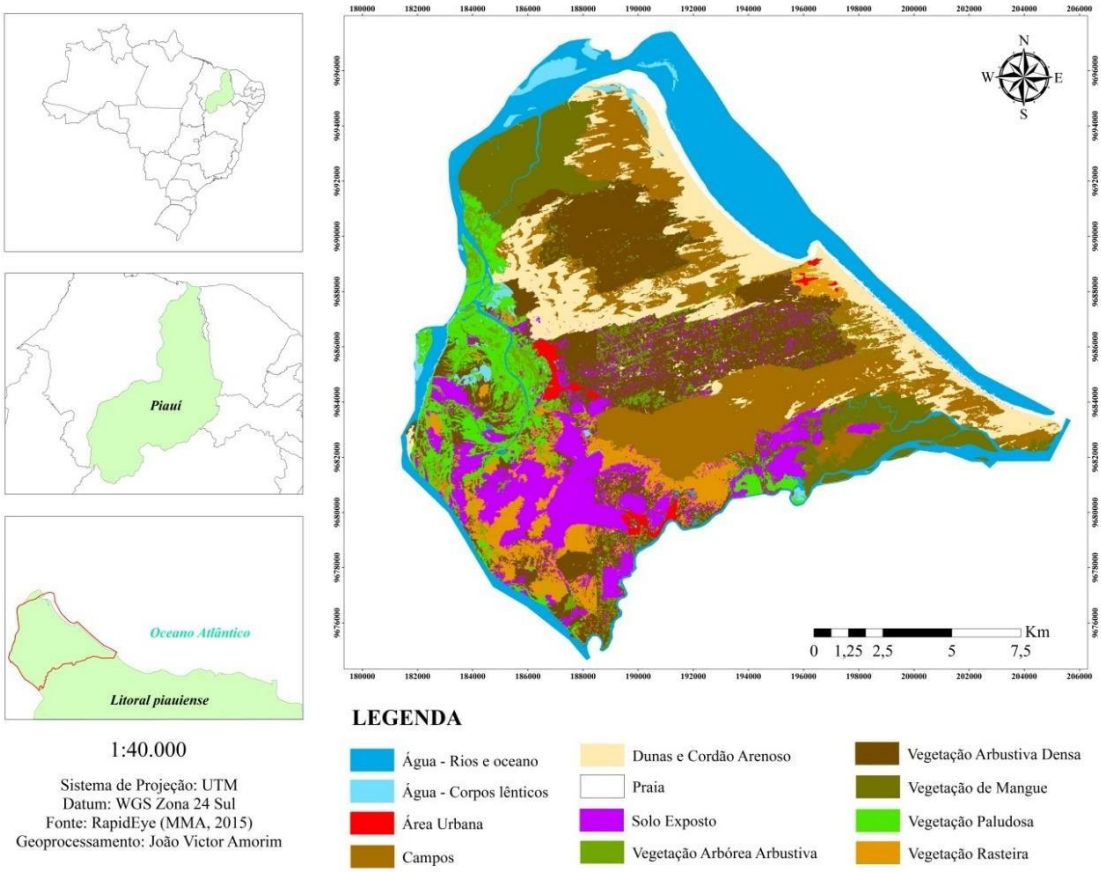


Fonte: Sousa (2015) adaptado pelos autores.

Com base no mapeamento da Cobertura das Terras do Delta do Parnaíba realizado através da interpretação de uma imagem RapidEye datada de 2012 com resolução espacial de 5 metros, foi possível identificar 12 (doze) classes de cobertura, sendo: Água – Rios e oceano; Água – Corpos lênticos; Área Urbana; Campos, Dunas e cordão arenoso, Praia, Solo exposto; Vegetação Arbórea Arbustiva; Vegetação Arbustiva Densa; Vegetação de Mangue; Vegetação Paludosa e Vegetação Rasteira, conforme a figura 4 (AMORIM; VALLADARES; PORTELA, 2021).

Através do mapa temático é possível perceber que grande parte da área de estudo apresenta vegetação do tipo Arbustiva Densa, de forma mais expressiva na porção Centro-Leste, ressaltando-se a ocorrência de espécies do tipo Machaerium lunatum (Jiquiriti), Croton adenocalyx Baill (Caatinga-branca), Combretum laxum Jacq. (Mufumbo), dentre outras (GUZZI, 2012). As áreas de Vegetação Arbórea Arbustiva correspondem às áreas com presença de árvores de médio e grande porte, como Cajueiros, por exemplo, além de gramíneas e outras espécies de vegetação herbácea e, ainda, proporções variadas de alguns arbustos, com predominância de vegetação secundária.

Figura 4 – Mapa de Uso e Cobertura das Terras do Delta do Parnaíba – PI.



Fonte: Amorim, Valladares e Portela (2021).

Nas áreas de Vegetação de Mangue, dentre as espécies encontradas, pode-se destacar a ocorrência de Rhizophora mangle (mangue-vermelho), Avicennia schaueriana (mangue negro) e Laguncularia racemosa, (mangue-branco) (GUZZI, 2012; SOUSA, 2015). Já as áreas onde há o predomínio de Vegetação Paludosa compreendem os tipos de vegetação associados a planícies de inundação. As áreas de maior concentração desse tipo de vegetação estão ao longo das bacias hidrográficas do rio Parnaíba, bem como nas superfícies inundáveis de Ilha Grande (PIAUÍ, 1995). A espécie vegetal de maior ocorrência é a Euterpe oleracea (açaí), havendo também ocorrências de Copernicia prunifera (carnaúba), Elaeis guineenses (dendezeiro), Laguncularia racemosa, Orbignya phalerata (babaçu), Astrocaryum tucumoides (tucum) e Mauritia flexosa (buriti).

A vegetação rasteira corresponde às áreas de planície e terraços fluviais onde ocorre o predomínio da atividade de pecuária extensiva, bem como outros tipos de criação, associados a agriculturas de subsistência. As espécies compõem, em diferentes associações florísticas, um extrato gramíneo-herbáceo, com porte de, em média, 40 cm (FURPA, 1995).

Procedimentos metodológicos

A metodologia selecionada seguiu a utilizada por Andrade e Calheiros (2003), que aplicaram as ferramentas de geoprocessamento para analisar o potencial turístico no litoral sul alagoano. A metodologia foi baseada no modelo da média ponderada (SILVA, 2001; MOTA et al., 2012), ou análise multicritério, que segundo Roy (1996) consiste em uma ferramenta matemática que permite comparar diferentes alternativas (ou cenários), fundamentada em vários critérios, com o objetivo de direcionar os tomadores de decisão para uma escolha ponderada.

Para o processamento da avaliação ambiental com base em uma integração (modelagem e geoprocessamento) dessas variáveis foi adotado um algoritmo classificador, baseado em um método multicritério ordinal aditivo. O algoritmo é representado abaixo pela seguinte equação:

$$Aij = \sum_{K=1}^{n} (Pk.\ Nk)$$

Onde, K=1; Aij = Qualquer célula da matriz; n = número de parâmetros envolvidos; P = peso atribuído ao parâmetro ou variável de 0 a 1; N = nota atribuída ao fator ou parâmetro espacial de interesse.

O modelo foi aplicado individualmente aos temas, de forma a atribuir valores de potencial para que fossem analisados em conjunto com os mapas temáticos da área de estudo, gerados por meio do software ArcGIS. Foram atribuídos diferentes pesos para os seguintes temas: uso e cobertura das terras (AMORIM; VALLADARES; PORTELA, 2021) e mapas de geologia e geomorfologia (SOUSA, 2015). Os pesos atribuídos foram, respectivamente, 0,5; 0,2 e 0,3. Após esse procedimento foram calculadas as notas para cada classe definida nos mapas temáticos. As notas estão expressas para cada tema (uso e cobertura das terras, geologia e geomorfologia) e suas respectivas classes estão expressos na tabela 1, que segue:

Tabela 1 - Pesos e notas atribuídas aos temas e classes para mapeamento do potencial turístico no Delta do Parnaíba – Piauí

	CLASSE	NOTA x PESO	PONTUAÇÃO
USO E COBERTURA DAS TERRAS	Água – Rios e oceano	1 x 0,5	0,5
	Água – corpos lênticos	0 x 0,5	0
	Área Urbana	0,8 x 0,5	4
	Campos	0 x 0,5	0
	Dunas e Cordão Arenoso	1 x 0,5	0,5
	Praia	1 x 0,5	0,5
	Solo Exposto	0 x 0,5	0
	Vegetação Arbórea Arbustiva	0 x 0,5	0
	Vegetação Arbustiva Densa	0 x 0,5	0

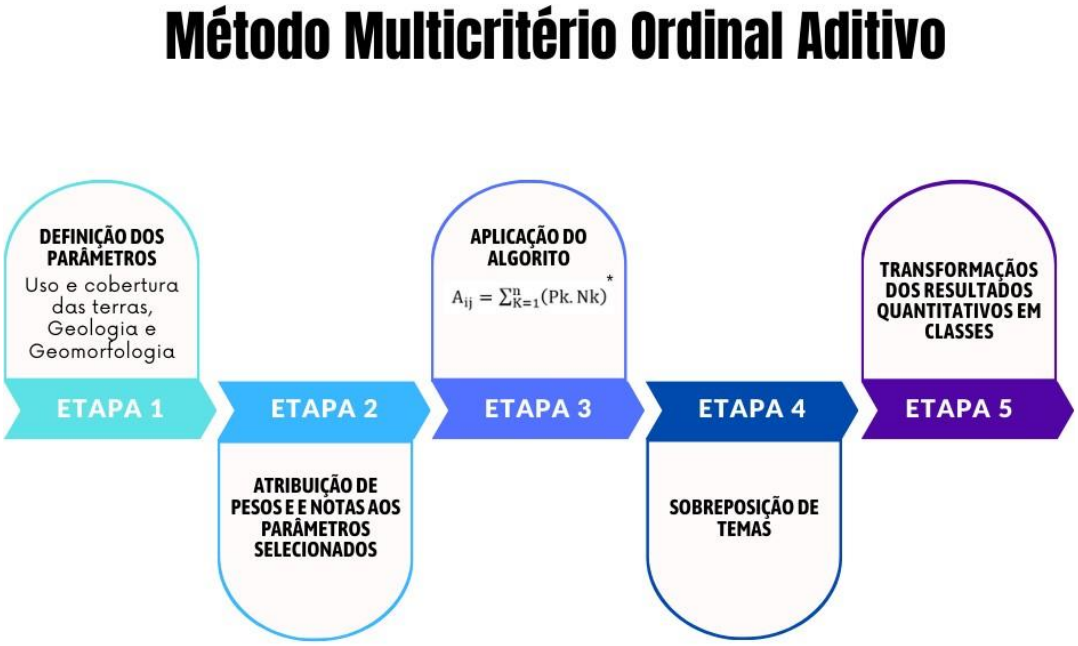
	Vegetação de Mangue	1 x 0,5	0,5
	Vegetação Paludosa	0,6 x 0,5	0,3
GEOLOGIA	Delta e Canais Fluviais	1 x 0,2	0,2
	Depósito Aluvial de Planície de Inundação	0,3 x 0,2	0,06
	Depósitos Eólicos Arrasados	0 x 0,2	0
	Depósitos Eólicos Não-vegetados	1 x 0,2	0,2
	Depósitos Eólicos Vegetados	0,5 x 0,2	0,1
	Depósitos Flúvio Marinhos	1 x 0,2	0,2
	Depósitos Praiais Marinhos	1 x 0,2	0,2
	Paleodunas	0 x 0,2	0
GEOMORFOLOGIA	Cordão Arenoso	0,5 x 0,3	0,15
	Delta/Canais Fluviais	1 x 0,3	0,3
	Dunas Fixas	0,5 x 0,3	0,15
	Dunas Móveis	1 x 0,3	0,3
	Paleodunas	0 x 0,3	0
	Planície Eólica	0 x 0,3	0
	Planície e Terraço Fluvial	0,3 x 0,3	0,09
	Planície Flúvio Marinha	1 x 0,3	0,3
	Praia	1 x 0,3	0,3
	Terraço Marinho	1 x 0,3	0,3

Fonte: Sousa (2015); Amorim, Valladares e Portela (2021). Organizado pelos autores.

A importância de cada tema analisado foi considerada em função do somatório dos produtos dos pesos relativos das variáveis escolhidas, multiplicado pelas notas das classes em cada unidade das células. Os pesos e notas foram atribuídos com base nas informações obtidas nos trabalhos de campo e na interpretação de mapas de risco de vulnerabilidade ambiental e risco de erosão apresentados nos trabalhos de Sousa (2015) e Frota (2017). Os resultados quantitativos foram transformados em classes qualitativas, sendo elas: sem potencial, baixo potencial, médio potencial e alto potencial turístico.

Por fim, através da função Intersect presente no ArcToolbox → Analysis Tools → Overlay, os mapas temáticos foram cruzados. Com base no cruzamento, um mapa de potencial turístico para a área, com graus que variam de 0 a 1, foi gerado. O fluxograma metodológico para o mapeamento de áreas potenciais para o turismo no Delta do Parnaíba é ilustrado na figura 5.

Figura 5 – Fluxograma dos procedimentos realizados em SIG para o mapeamento de áreas potenciais para o turismo no Delta do Parnaíba – Piauí



*Onde, K=1; Aij = Qualquer célula da matriz; n = número de parâmetros envolvidos; P = peso atribuído ao parâmetro ou variável de 0 a 1; N = nota atribuída ao fator ou parâmetro espacial de interesse.

Fonte: organizado pelos autores.

Como exemplos de aplicação do método multicritério para mapeamentos do meio físico tem-se os trabalhos realizados por Crepani et al. (1996), Valladares, Guimarães e Batistella (2002), Valladares e Faria (2004), Malczewski (2004), Valladares et al. (2005), Valente e Vettorazzi (2005), Cunha et al. (2011); Fantinel e Benedetti (2016), Frota (2017) e Lima, Oliveira e Moura-Fé (2021).

Resultados e discussão

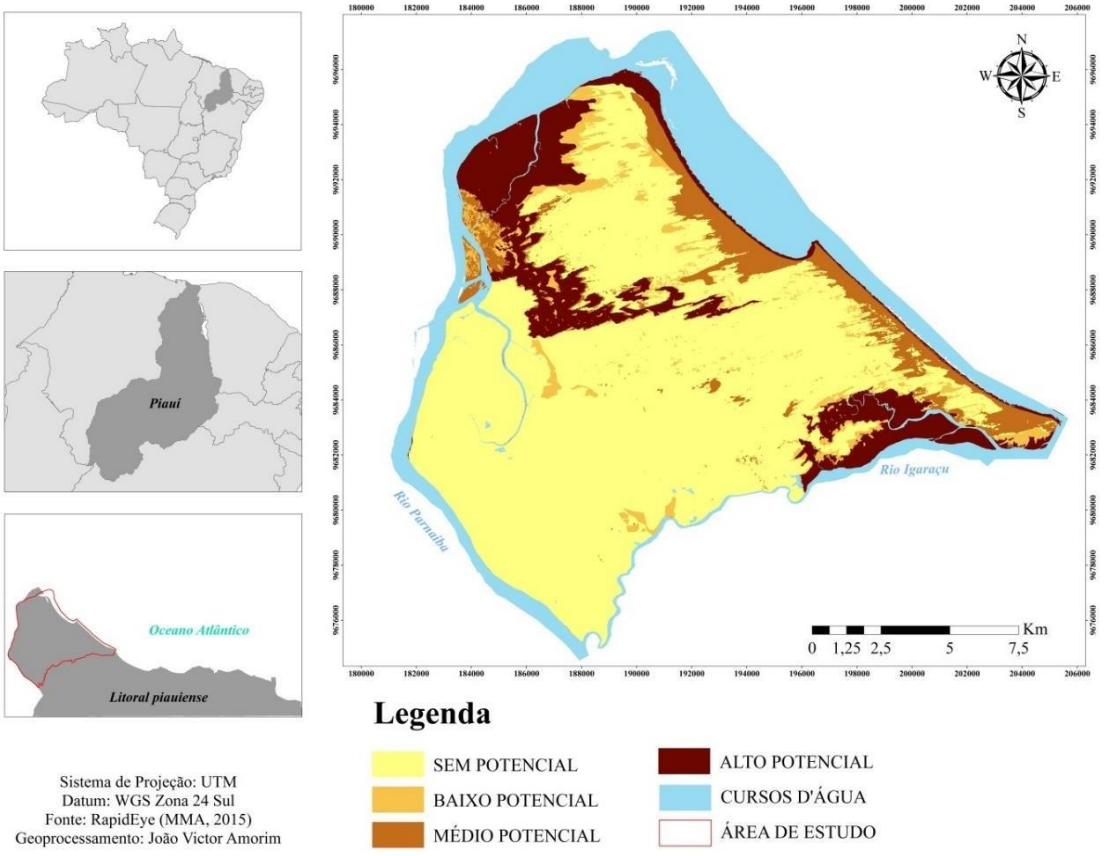
A partir da sobreposição dos temas (Geologia, Geomorfologia e Uso e cobertura das terras) foi possível gerar um mapa para a área do Delta do Parnaíba com quatro classes/graus de potencial turístico, sendo: sem potencial, baixo potencial, médio potencial e alto potencial, de acordo com as notas alcançadas que variam de 0 a 1. A tabela 2 apresenta o resultado da avaliação realizada em SIG com as classes, suas respectivas notas e áreas de abrangência e o mapa está representado na figura 6:

Tabela 2 – Resultado da avaliação para potencial turístico no Delta do Parnaíba – Piauí.

NOTAS	CLASSES	ÁREA (km²)
0 – 0,5	Sem potencial	180,4
0,5 – 0,6	Baixo potencial	1,6
0,6 – 0,8	Médio potencial	20,1
0,8 – 1	Alto potencial	52,0

Fonte: organizado pelos autores.

Figura 6 – Mapa de áreas potenciais para turismo no Delta do Parnaíba – Piauí.



Fonte: elaborado pelos autores.

Em relação às classes definidas, pode-se dizer que o alto potencial corresponde às áreas próximas aos recursos hídricos (linha de praia – forte elemento de atração turística), às florestas de Mangue e os campos de dunas móveis (a exemplo das dunas de Morro Branco), que potencialmente são os elementos mais procurados pelos turistas, tendo em vista a modalidade do turismo ecológico ou simplesmente Ecoturismo, estando mais relacionado às trilhas, banhos e passeios de barco.

Figura 7 – Representativos de áreas potenciais para o turismo no Delta do Parnaíba - Piauí

(A) - Dunas do Morro Branco (Ilha Grande-PI)
Coord. UTM: 853032 / 99688484

(B) - Trecho do Rio Parnaíba com predomínio de vegetação paludosa
Coord. UTM: 850157 / 9686539

(C) - Afloramentos graníticos em Pedra do Sal (Parnaíba-PI)
Coord. UTM: 863675 / 9689280

(D) - Uso da planície eólica para prática de pecuária extensiva
Coord. UTM: 862343 / 9688215

Fonte: organizado pelos autores.

No município de Ilha Grande encontra-se um grande conjunto de Dunas denominadas Morro Branco, no período aproximado dos meses de janeiro até junho se formam várias lagoas de água doce no meio das dunas, proporcionando aos moradores locais, bem como turistas, banhos. Nesse período é comum ver várias famílias em momentos de lazer, práticas de sandboard, além de trilhas ecológicas.

Nessas áreas (alto potencial) se manifesta um relevo plano de litologias quaternárias predominantemente de depósitos flúvio-marinhos e depósitos praiais marinhos. A figura 7 (A) ilustra as dunas do Morro Branco em Ilha Grande. Além disso, nessa área que fica localizado

o Porto dos Tatus (Ilha Grande), considerado o principal porto de embarque para passeios ao delta atualmente. Este local é visitado o ano inteiro, por onde se tem o acesso as 73 ilhas que formam o Delta do Parnaíba. Não apenas turistas usam este porto diariamente, mas também se tem acesso as vilas de pescadores e ilhas habitadas no Delta do Parnaíba.

As áreas de médio potencial correspondem aos mesmos aspectos das áreas de alto potencial – proximidade com a linha de costa e as florestas de Mangue. No entanto, apresentam notas mais baixas por conta da cobertura da superfície, tendo em vista que se localizam sobre as áreas de campos abertos alagadiços e de vegetação paludosa (figura 7 (B)). Acerca da litologia, ressaltam-se os depósitos praiais marinhos associados ao cordão arenoso e os depósitos aluviais de planície de inundação associados a planície e terraço fluvial.

O baixo potencial ocorre em pequenos pontos bem especializados, sendo o principal deles a área urbana do município de Ilha Grande. Nessa localidade o elemento turístico de destaque é o gastronômico, além do artesanal, com produtos oriundos do trabalho sobre a palha da carnaúba. Sua nota foi justificada com base na procura pela área, sendo que a procura mais intensa se dá na praia Pedra do Sal. São áreas caracterizadas por litologias quaternárias oriundas de depósitos aluviais de planície de inundação, com exceção de afloramentos graníticos na localidade Pedra do Sal (figura 7 (C)). De acordo com o aspecto geomorfológico essas áreas estão situadas nas planícies e terraços fluviais, bem como nas planícies eólicas.

No que toca às áreas mapeadas e classificadas como sem potencial para o turismo, destaca-se que as mesmas oferecem pouco ou nenhum atrativo para a expansão de tal atividade. São áreas onde predomina a pastagem e bastante vulneráveis do ponto de vista ambiental (SOUSA 2015; FROTA, 2016), tendo em vista a retirada da cobertura vegetal em alguns pontos. A figura 7 (D) ilustra a área da planície eólica sendo utilizada para criação de pecuária extensiva. Compreendem litologias provenientes de depósitos aluviais de planície de inundação, depósitos eólicos vegetados e depósitos eólicos arrasados. Acerca da geomorfologia, apresentam relevo plano e estão sob as planícies eólicas, fluviais e terraços fluviais.

Apesar do mapeamento ter identificado uma maior ocorrência de áreas sem potencial de expansão da atividade turística ressalta-se que o Delta do Parnaíba é uma das joias turísticas do estado do Piauí, e é uma das regiões mais ricas em biodiversidade e paisagens naturais do país, que abriga uma grande variedade de habitats, como dunas, manguezais, lagoas, rios e ilhas. Isso proporciona uma rica diversidade de fauna e flora, com muitas espécies endêmicas e migratórias. Melhorar o turismo no Delta do Parnaíba requer uma

abordagem integrada que leve em consideração a preservação ambiental, o desenvolvimento sustentável e o envolvimento das comunidades locais.

O presente trabalho é um mapeamento com base em aspectos físicos. Nesse sentido é essencial investir em aspectos que vão além de uma abordagem neopositivista, desenvolvendo acessibilidade, capacitando profissionais locais e promovendo sustentabilidade do ecossistema único da região. Monitorar os impactos ambientais e a gestão cuidadosa dos recursos garantirão o desenvolvimento e manutenção do turismo, proporcionando experiências memoráveis.

Considerações Finais

Por ser um fenômeno antrópico e altamente dinâmico, o turismo é um grande transformador das paisagens. Quando de sua ocorrência, o turismo se utiliza tanto de espaços construídos quanto constrói espaços para sua execução, que de forma direta impulsiona a expansão urbana. Nesse sentido, com base no mapeamento da área verifica-se um potencial de expansão atrelado aos recursos hídricos. É possível inferir também que tal atividade é passível de desenvolvimento, o que em longo prazo, acarretaria impactos positivos para a região, bem como maior visibilidade ao Estado.

Pesquisas em áreas costeiras, principalmente no nordeste brasileiro são imprescindíveis para que se chegue a uma situação de equilíbrio e manutenção dos vários ecossistemas encontrados nas mesmas. Além disso, norteiam a sociedade e os órgãos públicos na busca da utilização mais rentável e sustentável dessas localidades, desde que haja diálogo entre as comunidades locais e o poder público.

Referências

AMORIM, J. V. A.; VALLADARES, G. S.; PORTELA, M. G. T. Classificação não-supervisionada de imagens Rapideye no mapeamento da cobertura das terras do Delta do Parnaíba, Piauí. Geosaberes: Revista de Estudos Geoeducacionais, v. 12, n. 1, p.88-106, 2021. https://doi.org/10.26895/geosaberes.v12i0.1069

AMORIM, J. V. A. Pedometria aplicada ao mapeamento de solos do Delta do Parnaíba – Piauí. 129f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2019.

ANDRADE, E. L.; CALHEIROS, S. Q. C. Áreas potenciais para o turismo no litoral sul alagoano: uma análise preliminar por geoprocessamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 11, Belo Horizonte, MG, 2003. In: Anais... Belo Horizonte, MG, 2003. Disponível em: <http://marte.sid.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2002/11.15.12.04/doc/05_245.pdf>.

CABRAL, L. J. R. S. Levantamento pedológico da Planície do Delta do Parnaíba, PI. 138f. Dissertação (Mestrado em Geografia – Universidade Federal do Piauí), Teresina, 2018.

CABRAL, L. J. R. S.; VALLADARES, G. S.; PEREIRA, M. G.; PINHEIRO JÚNIOR, C. R.; LIMA, A. M.; FROTA, J. C. O.; AMORIM, J. V. A. Classificação dos solos da Planície do Delta do Parnaíba, PI. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 12, n. 4, 2019. https://doi.org/10.26848/rbgf.v12.4.p1466-1483.

CAVALCANTI, A. P. B. Impactos e condições ambientais da zona costeira do Estado do Piauí. Rio Claro: UNESP, 2000.356p. Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista – UNESP, Rio Claro, 2000.

CAVALCANTI, A. P. B.; CAMARGO, J. C. G. Impactos e condições ambientais da zona costeira do estado do Piauí. In: GERARDI, L. H. O.; MENDES, I. A. (Orgs). Do Natural, do Social e de suas interações: visões geográficas, Rio Claro : Programa de Pós-Graduação em Geografia – UNESP ; Associação de Geografia Teorética – AGETEO, 2002.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S.; AZEVEDO, L.G.; DUARTE, V.; HERNANDEZ, P.; FLORENZANO, T. Curso de sensoriamento remoto aplicado ao zoneamento ecológicoeconômico. São José dos Campos, INPE, 1996.

CUNHA, R. C.; DUPAS, F. A.; PONS, N. A. D.; TUNDISI, J. G. Análise da influência das variáveis ambientais utilizando inferência fuzzy e zoneamento das vulnerabilidades. Estudo do caso da bacia hidrográfica do Ribeirão do Feijão, São Carlos – SP. Geociências, v. 30, n. 3, p. 399-414, 2011.

FANTINEL, R. A.; BENEDETTI, A. C. P. Avaliação dos Fatores Influentes na Vulnerabilidade à Erosão do Solo por Meio de Decisão Multicritério e de Técnicas de Geoprocessamento no Município de Piratini – RSV. Ciência e Natura, [S. l.], v. 38, n. 1, p. 156–163, 2016. https://doi.org/10.5902/2179460X19783

FROTA, J. C. O. Potencial de expansão urbana na planície costeira do estado do Piauí. 148f. Dissertação (Mestrado em Geografia – Universidade Federal do Piauí), Teresina, 2017.

GUZZI, A. Biodiversidade do Delta do Parnaíba: litoral piauiense. Parnaíba : EDUFPI, 2012.

LIMA, M. T. V.; OLIVEIRA, C. W.; MOURA FÉ, M. M. Análise multicritério em geoprocessamento como contribuição ao estudo da vulnerabilidade à erosão no estado do Ceará. Revista Brasileira de Geografia Física, [S.l.], v. 14, n. 5, p. 3156-3172, 2021. https://doi.org/10.26848/rbgf.v14.5.p3156-3172.

MALCZEWSKI, J. GIS-based land-use suitability analysis: a critical overview. Progress in Planning, v. 62, p.3- 65, 2004. https://doi.org/10.1016/j.progress.2003.09.002

MOTA, L. H S. O.; GOMES, A. S.; VALLADARES, G. S.; MAGALHÃES, R. M. F.; LEITE, H. M. F.; SILVA, T. A. Risco de salinização das terras do baixo Acaraú (CE). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 36, n. 4, p. 1203-1209, 2012. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000400014

PIAUÍ. FUNDAÇÃO CEPRO. Fundação Rio Parnaíba – FURPA. Macrozoneamento Costeiro do Estado do Piaui: Relatório Geoambiental e Socioeconômico. Teresina: s.e, 1995. 221p. (Estudos Diversos, 31).

RUSCHMANN, D. V. M. Turismo e planejamento sustentável: a proteção do meio ambiente. São Paulo: Papirus, 2001.

RUSCHMANN, D. V. M.; PAOLUCCI, L.; MACIEL, N. A. L. Capacidade de Carga no Planejamento Turístico: estudo de caso da Praia Brava – Itajaí frente à implantação do Complexo Turístico Habitacional Canto da Brava. Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo – RBTUR, v. 2, n. 2, p. 41-63, 2008. https://doi.org/10.7784/rbtur.v2i2.102

SANTOS-FILHO, F. S.; ALMEIDA JUNIOR, E. B.; SOARES, C. J. R. S.; ZICKEL, C. S. Fisionomias das restingas do delta do Parnaíba, Nordeste, Brasil. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 3, n. 3, 2010. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/232605>. Acesso em: 15 jul 2020. https://doi.org/10.26848/rbgf.v3.3.p218-227.

SILVA, A. G. A. The parnaíba river delta - from modern hydro and morphodynamics to sea level change. Dissertation : Zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts- Universität, Kiel, 2015.

SILVA, A. G. A.; STATTEGGER, K.; SCHWARZER, K.; VITAL, H.; HEISE, B. The Influence of Climatic Variations on River Delta Hydrodynamics and Morphodynamics in the Parnaíba Delta, Brazil. Journal of Coastal Research, Coconut Creek, Florida, p. 930-940, 2014. https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-14-00078.1

SILVA, J. X.; ZAIDAN, R. T. Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

SILVA, J. X. Geoprocessamento para Análise Ambiental. Rio de Janeiro: [S.n.], 2001.

SOUSA, R. S. Planície Costeira do Estado do Piauí: mapeamento das unidades de paisagem, uso e cobertura da terra e vulnerabilidade ambiental. 138f. (Mestrado em Geografia – Programa de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal do Piauí), Teresina, 2015.

SOUSA, R. S.; VALLADARES, G. S. Mapeamento das unidades de paisagem da Planície Costeira do estado do Piauí. In: SCABELLO, A. L. M.; SILVA, C. C.; ANDRADE, M. S. P. S.; ARAÚJO, R. L. Geografia em debate. Teresina : EDUFPI, 2016.

SZCZYGIELSKI, A.; STATTEGGER, K.; SCHWARZER, K.; SILVA, A. G. A.; VITAL, H.; KOENING, J. Evolution of the Parnaíba Delta (NE Brazil) during the late Holocene. Geo-Mar Lett, v. 35, n. 2, , Springer-Verlag Berlin Heidelberg, p.105-117, 2014. https://doi.org/10.1007/s00367-014-0395-x

VALENTE, R. O. A.; VETTORAZZI, C. A. Comparação entre métodos de avaliação multicriterial, em ambiente SIG, para a conservação e a preservação florestal. SCIENTIA FORESTALIS, n. 69, p.51-61, 2005.

VALLADARES, G. S.; GOMES, E. G.; MELLO, J. C. C. B. S.; PEREIRA, M. G.; ANJOS, L. H. C. Aplicação de métodos multicritério ordinais para avaliar o risco de subsidência de organossolos. In: CONGRESSO DE ESTATÍSTICA E INVESTIGAÇÃO OPERACIONAL DA GALIZA E NORTE DE PORTUGAL, 1. In: Anais... Guimarães, 2005. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/17474/1/1779.pdf>

VALLADARES, G.S.; GUIMARÃES, M; BATISTELLA, M. Susceptibilidade à erosão das terras na Região Oeste do Estado da Bahia. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2002.

VALLADARES, G.S; FARIA, A.L.L. SIG na análise do risco de salinização na bacia do Rio Coruripe, AL. Engevista, v. 6, n. 1, p. 86-98, 2004. https://doi.org/10.22409/engevista.v6i3.147

Análise para implementação de escolas de ensino básico, fundamental e Ensino de Jovens e Adultos (EJA) de acordo com critérios espaciais e socioeconômicos, Barreiras-BA

Analysis for the implementation of basic, fundamental, and Adult and Youth Education (EJA) schools according to spatial and socioeconomic criteria, Barreiras-BA

Artur Magalhães de Brito
Universidade Federal do Oeste da Bahia - UFOB
https://orcid.org/0000-0003-3095-879X
arturbrito1@outlook.com

Mikaelle Moreira Silva
Universidade Federal do Oeste da Bahia - UFOB
https://orcid.org/0009-0003-4540-8608
mikaelle.moreira@hotmail.com

Valdeir Demetrio da Silva
Universidade Federal do Oeste da Bahia - UFOB
https://orcid.org/0009-0001-8802-8571
valdeir.silva@ufob.edu.br

Resumo: O planejamento e disposição dos equipamentos públicos e comunitários devem levar em consideração diversos fatores, como as características e especificidades de cada local no perímetro urbano da cidade. Nesse sentido, a presente pesquisa tem por objetivo avaliar áreas que carecem de equipamentos públicos de educação na esfera municipal de Barreiras, localizada na região oeste do estado da Bahia. Desse modo, foram utilizados critérios espaciais e socioeconômicos para identificação e para implantação de escolas públicas municipais, utilizando-se de ferramentas de sistema de informação geográfica. Os resultados demonstraram a presença de espaços carentes deste equipamento público e comunitário na área urbana de Barreiras, coincidindo com as áreas mais periféricas da cidade. Logo, os resultados destacaram a necessidade de a gestão municipal levar em consideração fatores mais tangíveis para tomada de decisão com a relação à localização de escolas, utilizando como auxílio as ferramentas do geoprocessamento.

Palavras-chave: Equipamentos Públicos de Educação, Escolas Municipais, Geoprocessamento.

Abstract: The planning and arrangement of public and community facilities must take into consideration various factors such as the characteristics and specificities of each location within the urban perimeter of the city. In this regard, the present research aims to assess areas that lack public education facilities at the municipal level in Barreiras, located in the western region of the state of Bahia. Thus, five spatial and socioeconomic criteria were used to identify suitable locations for the implementation of municipal public schools, utilizing geographic information system tools. The results demonstrated the presence of areas lacking these public and community facilities in the urban area of Barreiras, coinciding with the more peripheral areas of the city. Therefore, the results highlighted the need for municipal management to consider more tangible factors when making decisions regarding the location of schools, utilizing geoprocessing tools as aids.

Keywords: Public Education Facilities, Municipal Schools, Geoprocessing.

Introdução

Um dos maiores empecilhos para o planejamento urbano é promover o acesso igualitário de toda a população aos serviços públicos essenciais, através da disponibilidade de infraestrutura urbana e equipamentos urbanos comunitários em todo o perímetro urbano. A disposição de serviços públicos e equipamentos urbanos deve ser feita de modo a assegurar que todo o espaço urbano seja contemplado de forma igualitária em todas as regiões da cidade, levando em consideração as carências locais.

A localização desses serviços também deve ser vantajosa para todos que farão o uso deles, logo, o planejamento urbano deve considerar as especificidades de cada parte da área urbana, a fim de garantir maior eficiência no funcionamento da gestão pública. De tal modo que, de acordo com Santos (1988), a infraestrutura urbana e os equipamentos públicos são tão ou mais importantes que a estrutura viária e o uso do solo em determinados locais.

Assim, é extremamente viável pesquisas para analisar problemas em escala local, a fim de um maior nível de detalhamento no planejamento e tomada de decisão em ações de políticas públicas, em que os agentes da escala municipal são quem projetam e tomam as decisões em prol dos cidadãos. Para a presente pesquisa, o tipo de serviço público escolhido para ser analisado foi a educação, em especial, como se dá a disposição das escolas públicas de ensino básico, fundamental e Educação de Jovens e Adultos (EJA).

Nesse sentido, o geoprocessamento é uma área do conhecimento dispondo de técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. A base de ferramentas do geoprocessamento é o Sistema de Informações Geografias (SIG) a qual possibilita realizar análises complexas, ao incorporar diversos dados de distintas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados (X e Y) (CÂMARA et al, 2001). Desse modo, o SIG se configura como uma importante ferramenta de estudo para implementação de instrumentos públicos e equipamentos comunitários, podendo levar em conta diversos fatores para a identificação de uma melhor localização.

Dessa forma, é essencial estudos que visem analisar a distribuição e a área de influência/cobertura espacial de equipamentos públicos de educação. A crescente construção de novas escolas pode influenciar na evasão de alunos de uma escola para outra, evidenciando uma não preocupação da gestão pública em considerar fatores que apontem a necessidade ou não da instalação desses equipamentos. Ademais, a lacuna de estudos abordando a presente temática no município de Barreiras e região justifica a execução da presente pesquisa.

Em suma, o objetivo principal do presente estudo é mapear, com o auxílio de ferramentas SIG, os equipamentos públicos de educação municipal (ensino básico, fundamental e EJA), mais especificamente na área urbana de Barreiras, localizada na região

oeste do estado da Bahia, e, por conseguinte, avaliar as áreas que carecem de cobertura desse tipo de equipamento público, levando em consideração cinco fatores: a distância das escolas, renda, taxa de alfabetização, distribuição total de pessoas, referente a faixa etária de cada categoria de ensino, e se o local é uma área urbanizada de alta ou baixa densidade.

Por fim, a hipótese da pesquisa parte da premissa que existem áreas de maior demanda, quando em comparação com outras, da instalação desses equipamentos públicos de educação, levando em consideração critérios espaciais e socioeconômicos.

Caracterização da área de estudo

O estado da Bahia conta com, aproximadamente, 565 mil km^2 extensão e uma população de mais de 14 milhões de habitantes, sendo o quarto estado mais populoso do Brasil, essa sendo dividida de acordo com proposta do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) em dez Regiões Geográficas Imediatas. Por sua vez, o município de Barreiras se caracteriza como o centro de uma região intermediária, sendo essa região composta por 24 municípios espacializados em duas Regiões Imediatas: a Região Imediata de Barreiras, com 17 municípios, sendo eles: Angical, Baianópolis, Barreiras, Brejolândia, Catolândia, Cotegipe, Cristópolis, Formosa do Rio Preto, Luís Eduardo Magalhães, Mansidão, Riachão das Neves, Santana, Santa Rita de Cássia, São Desidério, Serra Dourada, Tabocas do Brejo Velho e Wanderley, e a Região Imediata de Santa Maria da Vitória, composta pelos seguintes municípios: Canápolis, Cocos, Coribe, Correntina, Jaborandi, Santa Maria da Vitória e São Félix do Coribe (IBGE, 2022).

Dessa forma, a cidade de Barreiras está inserida na mesorregião do extremo Oeste Baiano, entre as coordenadas 11º37’ e 12º25’ de latitude sul e 44°34’ e 46º23’ de longitude oeste (Figura 1). O município possui área geográfica total de 8.051,274 km² (IBGE, 2022) e população estimada de 159.743 habitantes (IBGE, 2022). De acordo com Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), existem no total 4.667 crianças matriculadas no ensino infantil em escolas públicas municipais, enquanto existem 18.485 crianças e adolescentes matriculadas no ensino fundamental na rede pública municipal.

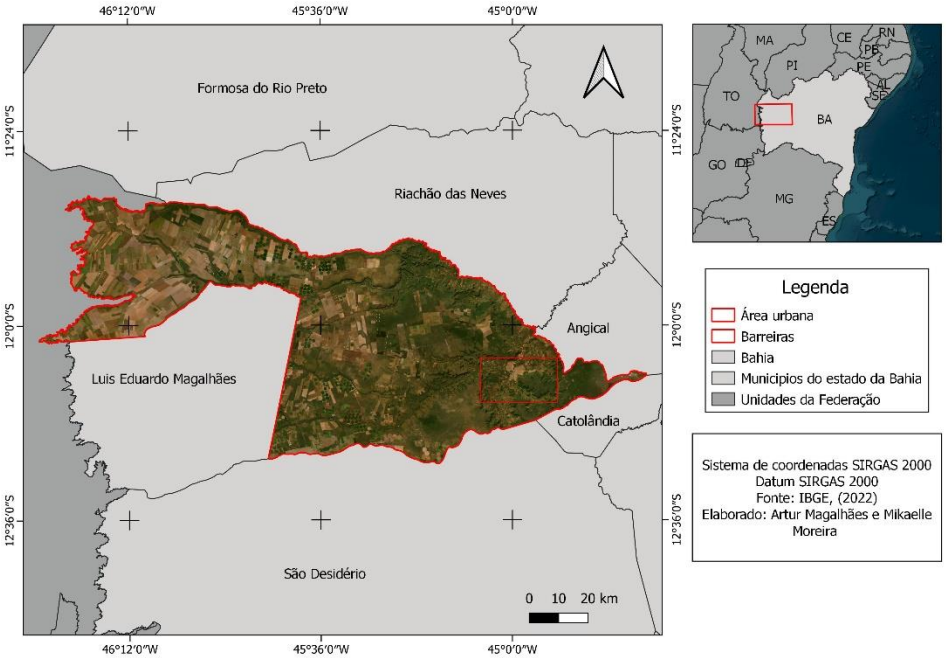
O município de Barreiras se encontra localizado sobre a Bacia do Rio Grande. Onde, no total, drenam 29 rios perenes e se encontra a nascente do Rio Grande, principal tributário da margem esquerda do Rio São Francisco, e seus principais Rios de Ondas, Rio de Janeiro e o Rio Branco (PINTO e SILVA, 2006).

De acordo com Batistella et al. (2002), há duas estações climáticas bem definidas na área de estudo: uma estação seca e fria (maio a setembro) e outra estação chuvosa e quente (outubro a abril). Sua posição geográfica garante temperaturas elevadas durante grande parte

do ano, por conta da forte radiação solar, com exceção das áreas mais elevadas, em que as temperaturas são mais amenas. As temperaturas médias máximas e mínimas da região variam entre 26 °C e 20 ºC, respectivamente. E a pluviosidade anual varia de 800 mm a 1.600 mm, concentrando-se nos meses de novembro a março. Já a umidade relativa média do ar é de 70%, sendo a máxima de 80% em dezembro e a mínima de 50% em agosto.

A principal cobertura vegetal no município de Barreiras é a do Bioma Cerrado, com incidência de floresta estacional decidual na região nordeste do município, dispondo uma expressiva diversidade de espécies (SANTANA *et al*., 2010). A transição para fitofisionomia da Caatinga (semiárido) ocorre de modo bastante expressiva correspondendo com as mudanças de clima (tropical úmido e tropical subúmido seco) e em diferenças de relevo (Chapadas para áreas de Depressão).

Figura 1 - Mapa de localização de Barreiras-BA



Fonte: Autores, (2023).

Materiais e métodos

Inicialmente determinou-se as modalidades de ensino e a esfera administrativa, sendo escolas que ofertassem turmas na Educação Básica, Ensino Fundamental e Ensino de Jovens e Adultos ofertadas pela rede pública de ensino municipal de Barreiras –BA.

Para espacialização das escolas públicas municipais em funcionamento referentes a cada modalidade de ensino trabalhada no presente estudo, foram necessários a aquisição de

dados referente as escolas públicas municipais através do site do INEP que disponibiliza em planilhas de Excel contendo inúmeras informações que vão desde os quantitativos de escolas, alunos matriculados, o endereço postal e em alguns dos casos as coordenadas X e Y de cada escola, as coordenadas das demais escolas que não estavam incluídas foram complementadas com auxílio do Google Earth.

Para realização do estudo foi necessário também a aquisição e manipulação de dados referentes a malha territorial do estado da Bahia, especificamente do município de Barreiras obtidos no site do IBGE, também foram obtidos os dados referentes aos setores censitários de Barreiras bem como as planilhas do censo de 2010 na aba resultados do universo em conjuntos com o guia das planilhas.

Nesse sentido, foram utilizados os softwares Excel, para tabulação e cálculo dos dados do censo referentes a cada critério utilizado e público-alvo, o ArcGIS Pro 3.0 com licença para estudante de 1 ano disponibilizado pela própria Esri, para análise e processamento dos dados e o Google Earth citado anteriormente para espacialização das escolas.

Os critérios utilizados para identificação de locais mais propensos para alocação de escolas se basearam na sobreposição de 5 critérios, sendo elas:

1. A distância entre escolas, atribuindo uma maior prioridade para locais mais distantes de escolas, assim, locais com escolas mais distantes seriam melhores beneficiados.
2. A quantidade de pessoas nas faixas etária para cada modalidade de ensino.
3. Quantidade de pessoas por setor censitário com renda de ½ a 1 salário-mínimo no município de Barreiras.
4. Quantidade de pessoas alfabetizadas na faixa etária do público-alvo de cada modalidade de ensino.
5. Áreas de alta densidade de edificações e de baixa densidade de edificações, dando assim mais prioridade para áreas com maior aglomeração de edificações e logo de pessoas.

Para definição da faixa etária do ensino básico ou infantil, foi utilizado a definição do Estatuto da Criança e Adolescente (ECA) que define a faixa etária para egresso em creche ou pré-escola de 0 a 5 anos, enquanto para definição faixa etária utilizada para identificação do maior quantitativo de crianças e adolescentes por setor censitário se baseou na definição do Ministério da Educação (MEC), na Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 que define o intervalo de idade de 6 a 14 anos. Por fim para o intervalo inicial de egresso na modalidade de EJA baseou-se na definição do Conselho Nacional da Educação que estabelece a idade mínima para entrada do estudante nessa modalidade a partir de 14 anos para o ensino fundamental, e definiu-se a idade final tendo por base o Estatuto do Idoso que define o início

da melhor idade a partir dos 60 anos, partindo desse pressuposto, idades abaixo do 60 seriam considerados como a fase adulto, desse modo, o intervalo investigado foi de 14 a 60 anos.

Euclidean distance – Distância euclidiana

A distância euclidiana permite calcular, para cada célula, a distância euclidiana até a fonte mais próxima. Desse modo, a distância euclidiana é a distância entre dois pontos em um espaço euclidiano, no qual está distância entre dois pontos é a raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças de suas coordenadas necessitando assim que os dados de entrada estejam reprojetados para coordenadas em metros (UTM) (ESRI, 2023).

A ferramenta *Euclidean Distance* se encontra localizado no *ArcToolbox* na aba *Spatian Analisys e Distance* e tem como principais finalidade identificar pontos mais próximos do ponto de referência, calcular a área de um conjunto de pontos, identificar os pontos mais próximos um do outro e classificar pontos de acordo com sua distância de um ponto de referência (ESRI, 2023). Na pesquisa esta ferramenta foi utilizada para calcular a distância euclidiana de cada escola com a área urbana de Barreiras, identificando locais mais distantes de escolas e, logo, que carecem deste equipamento público e comunitário.

Polygon to raster – Polígono para raster

A ferramenta de conversão *Polygon to Raster* é uma ferramenta amplamente difundida em SIGs, principalmente o ArcGIS, que possibilita a conversão de dados em formato vetorial para o formato matricial. Sendo amplamente utilizada para transformar geometrias de polígonos (área com bordas bem delimitadas e precisas) em um formato raster (matriz com linhas e colunas) (ESRI, 2023).

A ferramenta Polygon to Raster está localizado em *ArcToolbox* na guia *Corversion Tools*, *From Raster* e foi utilizado na presente pesquisa com a finalidade de converter todos os dados em polígono para raster com o objetivo de atender o principal requerimento das ferramentas *Reclassify* e *Weight Overlay*

Reclassify – Reclassificar

A ferramenta Reclassify possibilia modificar valores de uma camada raster original para criar uma nova camada raster com valores reclassificados, de acordo com determinadas regras definidas pelo usuário. É uma ferramenta bastante utilizada para converter valores de uma camada raster em novos valores que representem uma dada análise ou cenário

desejado. Tal processo é de grande utilidade quando se deseja simplificar ou categorizar os dados de uma camada raster, agrupando valores semelhantes em classes distintas.

Em suma é uma ferramenta utilizada para reclassificar arquivos rasters, dividindo seus valores em classes para fácil comparação e sobreposição. Para a pesquisa foi o utilizado o método quantil de classificação para um agrupamento e representação mais equitativos das diferentes faixas de valores encontrados no conjunto de dados (ESRI, 2023). Reclassifica (ou altera) os valores em um raster, sendo bastante útil quando se deseja mapear ou analisar dados com variação significativa, pois garante que cada classe apresente uma quantidade aproximadamente igual de elementos, fazendo com que evite a concentração excessiva de valores em determinadas classes e a diluição em outras (ESRI, 2023).

A ferramenta foi utilizada tendo em vista que cada variável a ser utilizada apresenta diferentes valores e informações. Desse modo, é necessário atribuir um sistema de pesos para cada indicador. A ferramenta está localizada em *ArcToolbox,* na Guia *Spatial Analyst Tools*, *Reclass.*

Weighted overlay – Sobreposição de pesos

É utilizada com a finalidade de combinar múltiplas camadas raster de informações geoespaciais em uma única camada raster, levando em conta a importância relativa atribuída a cada uma por meio de pesos definido pelo usuário (ESRI, 2023). E possui como principais funcionalidades:

1. Combinação de Múltiplas: Combina inúmeras camadas raster, cada uma apresentando distintas características geoespaciais, como relevo, uso do solo, vegetação, infraestrutura, ou qual outro dado relevando para o objetivo do estudo.
2. Atribuição de Pesos: O analista em SIG tem a possibilidade de atribuir pesos para as camadas raster, apontando sua importância relativa na análise. Tais pesos especificam o grau de influência de cada camada no resultado final. Por exemplo, em um estudo de adequação do terreno para um projeto, pode-se atribuir um peso maior para dados mais críticos, como a declividade ou a proximidade com a água no local.
3. Combinação por Soma ou Multiplicação: Esta ferramenta pode ser configurada para combinar as camadas raster através da sua soma ou multiplicação. Na soma, os valores das camadas são somados, enquanto na multiplicação, os valores são multiplicados. Tal escolha vai depender do tipo de análise desejada e dos dados em análise.
4. Normalização: Quando utilizada a normalização possibilita que os valores das camadas estejam dispostos em uma escala que vai do 0 a 1 antes da combinação,

garantindo que as camadas com unidades ou escalas diferentes possam se comparadas de maneira adequada.

5. Criação de Mapas de Adequação: É a principal funcionalidade da ferramenta, a de criar como resultado final um arquivo raster com a definição de áreas que necessitem ser adequadas para um determinado fim. Podendo ser usada para estudos de planejamento urbano, conservação ambiental, seleção de locais para projetos específicos, geomarketing, entre outras aplicações.
6. Análise Multicritério: A sobreposição ponderada é uma ferramenta de geoprocessamento para análises com multicritérios, fazendo com que vários fatores sejam levados em consideração para tomadas de decisões mais informadas e equilibradas, levando em conta diversas variáveis que influencia determinadas fenômeno ou situação.

A ferramenta Weighted Overlay (Sobreposição Ponderadas) se encontra localizada em *ArcToolbox* em *Spatial Analyst Tools* em *Overlay*. Para a pesquisa foram distribuídos os pesos da seguinte forma para as camadas em análise (Tabela 1):

Tabela 1 - Pesos estabelecidos para cada um dos critérios.

Critérios	**Pesos**
Taxa de alfabetização	30%
Quantidade de pessoas	25%
Renda	20%
Distância euclidiana das escolas	15%
Área urbana	10%

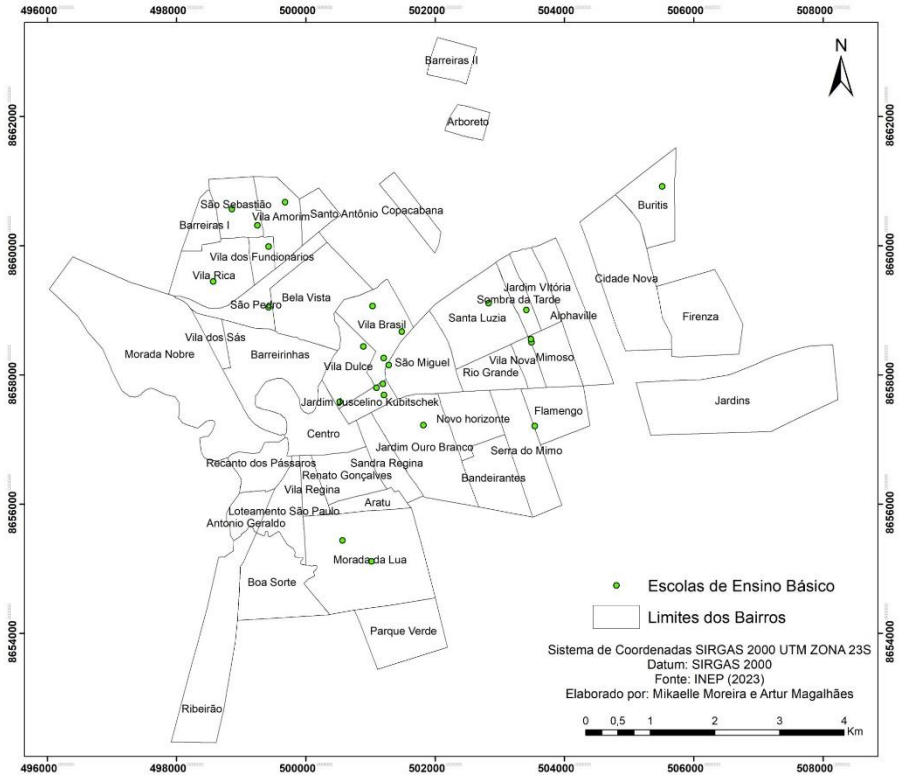
Fonte: Autores, (2023).

Resultados e discussões

Ensino Básico

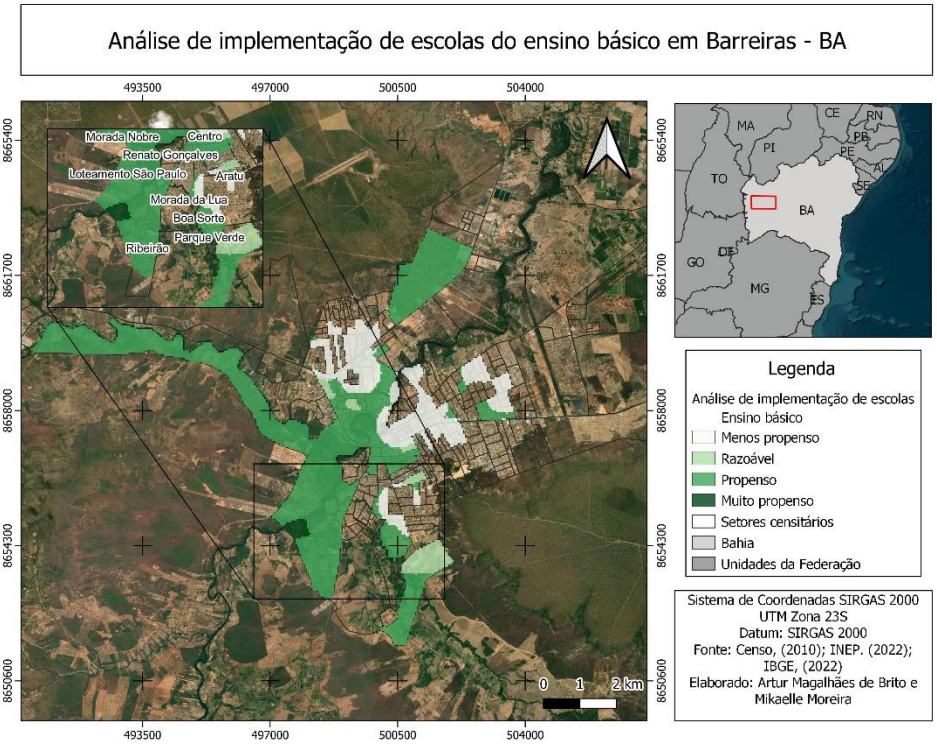
Para as escolas de ensino básico grande parte da área urbana da cidade possui áreas propensas para implantação de escolas, com destaque maior para uma pequena área do bairro Ribeirão (Figura 3). Destaca-se para análise de locais mais propensos a alocação de escolas as áreas mais centrais da região urbana de Barreiras, como áreas mais carentes deste tipo de serviço. Contudo, áreas de bairros periféricos também apresentaram grandes porções que se enquadram nos critérios trabalhados, demonstrando a necessidade de readequação por parte do poder público na ofertar de serviços públicos de creche e ensino pré-escolar.

Figura 2 - Mapa de localização das escolas de ensino básico na cidade de Barreiras-BA.



Fonte: Autores, (2023).

Figura 3 - Mapa com locais mais propensos para implantação de escolas de ensino básico.



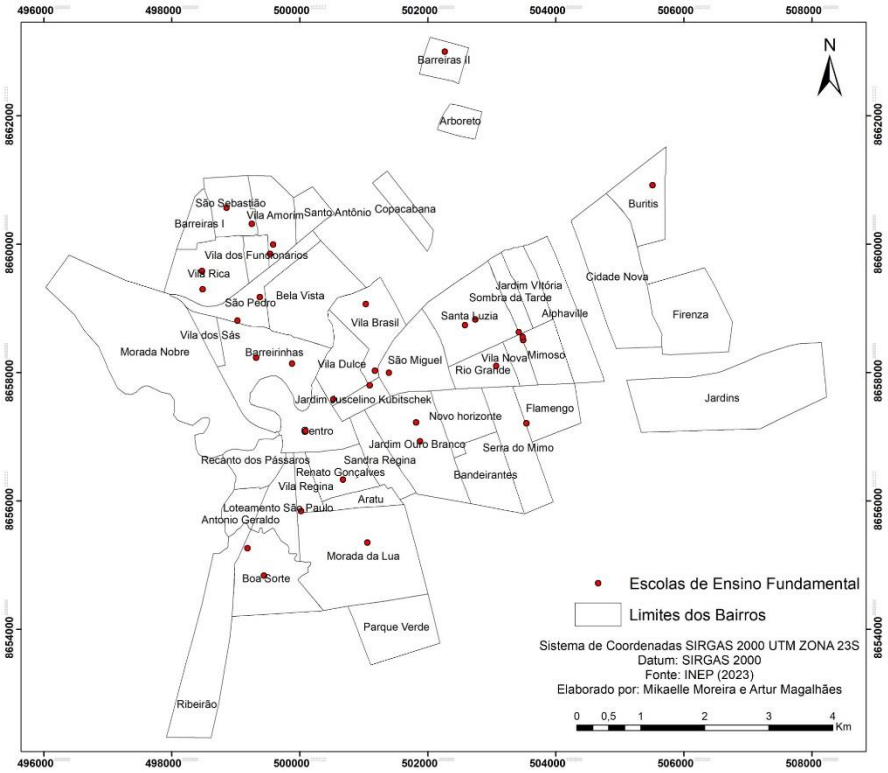
Fonte: Autores, (2023).

Ensino Fundamental

Para as escolas de ensino fundamental, as áreas centrais se destacaram como as que mais concentram áreas menos propensas, porém, ainda pode ser encontrada pequenas áreas em bairros como Bela Vista e Centro que se dizem mais propensas (verde mais escuro) (Figura 5). Nesse sentido, observa-se que os bairros mais centrais de Barreiras se encontram bem servidos da oferta desse serviço, enquanto bairros mais distantes do centro dando destaque ao bairro Bela Vista acabam por novamente apresentar localmente alguns pontos mais propensos para alocação deste tipo de serviço público sem falar do conjunto habitacional Arboreto construído pelo programa Minha Casa Minha Vida e que de acordo com o estudo se enquadra em uma área muito propensa para construção e oferta de ensino do segundo ao nono ano do ensino fundamental.

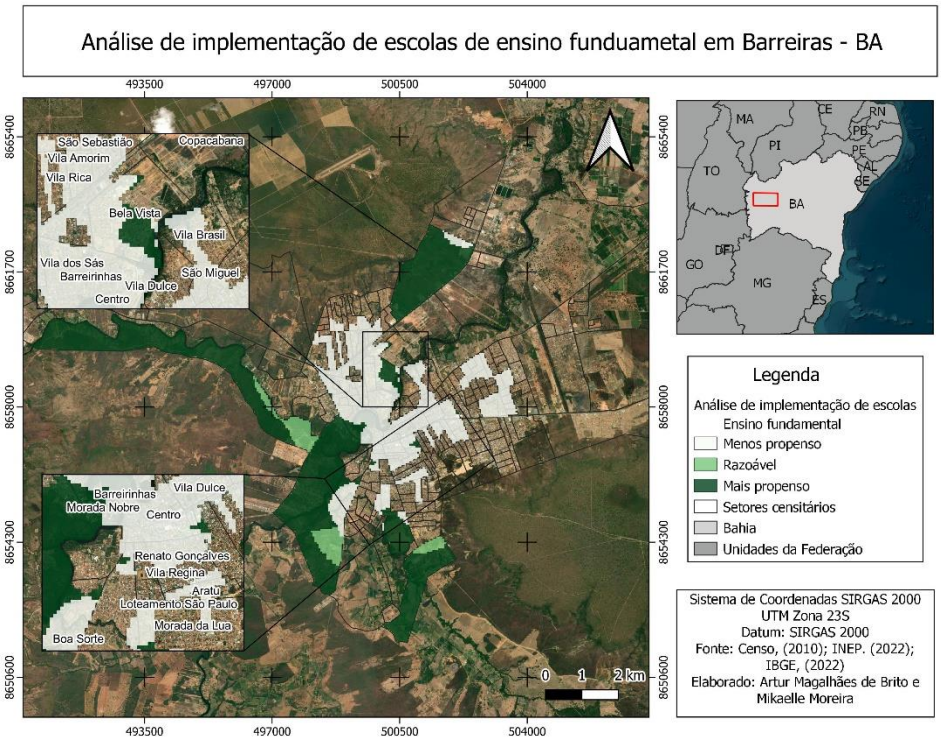
Os demais bairros mais periféricos de Barreiras que se encaixaram em áreas menos propensas foram provavelmente devido a já existência de um grande número deste tipo de serviço, embora concentrem uma grande quantidade de pessoas na faixa etária ou possuam uma grande quantidade de pessoas com renda entre ½ a 1 salário mínimo etc.

Figura 4 - Mapa de localização das escolas de ensino fundamental na cidade de Barreiras-BA.



Fonte: Autores, (2023).

Figura 5: Mapa com locais mais propensos para implantação de escolas de ensino fundamental.



Fonte: Autores, (2023).

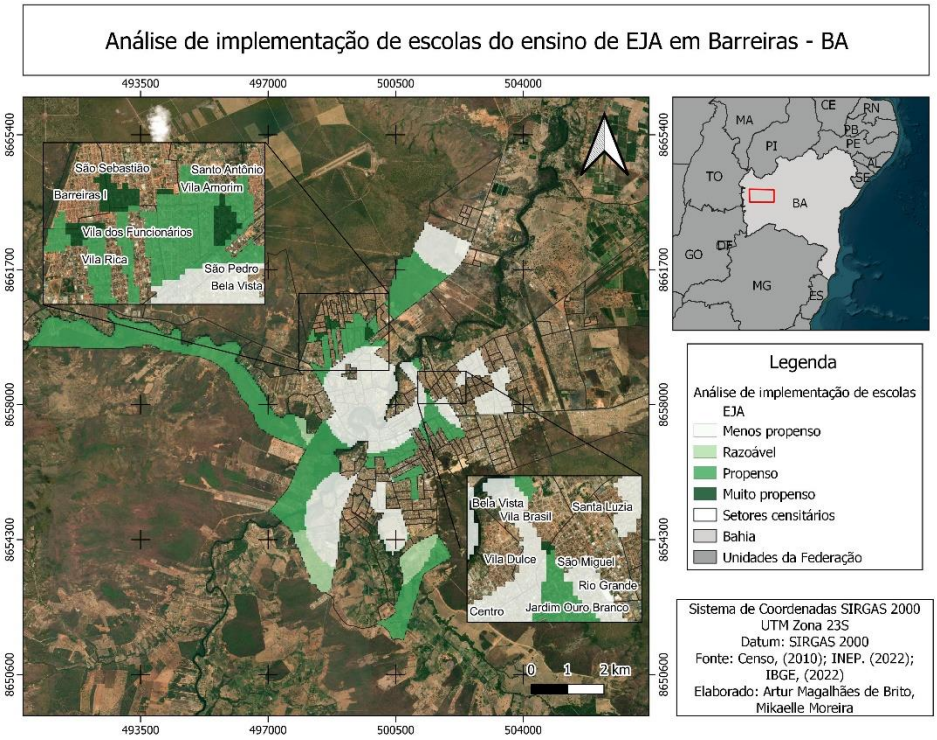
Ensino EJA

E já para as escolas EJA, em que somente quatro escolas oferecem essa categoria de ensino (Figura 6), pequenas áreas de bairros mais periféricos da região urbana da cidade apontam como mais propensas a receber implantação de escolas dessa categoria (Figura 7). Também há um destaque para algumas áreas dos bairros Vila Rica, Vila Amorim, Vila dos Funcionários, São Sebastião, além de, uma pequena intersecção dos entre os bairros Vila Brasil e São Miguel (Figura 7). Logo, observa-se que embora a decisão da secretaria municipal de ensino de diminuir o quantitativo de escolas que ofertem o ensino para jovens e adultos a sua distribuição foi feita de modo a estar localizada nos extremos da área urbana, contudo, sem levar em consideração informações importantíssimas como as áreas com maior concentração de pessoas analfabetas na faixa etária do ensino de EJA, resultando em alguns locais pontuais que se alocadas nestes pontos, a oferta deste tipo de ensino seria mais eficiente.

Figura 6 - Mapa de localização das escolas que oferecem ensino EJA na cidade de Barreiras-BA.

Fonte: Autores, (2023).

Figura 7 - Mapa com locais mais propensos para implantação de escolas de ensino fundamental.



Fonte: Autores, (2023).

Considerações Finais

Conforme os resultados apresentados na seção anterior demonstram que as áreas menos propensas para a implantação de escolas que oferecem Ensino Básico, Fundamental e EJA na Rede Municipal de Ensino coincidem com a atual localização de grande maioria desses serviços públicos, porém, esses serviços ainda não contemplam as necessidades de uma parte da população.

Bairros como Bela Vista, Arboreto, Vila Brasil, Vila Amorim etc., os bairros periféricos da cidade se destacaram com locais mais propensos para instalação de escola, enquanto os bairros centrais se encontram bem servidos, embora careçam de uma maior quantidade de escolas para o ensino básico, especialmente Barreirinhas com uma grade extensão de área propensa para construção de novas escolas e creches.

A gestão pública como órgão responsável a prover serviços gratuitos e de qualidade têm de buscar atender de maneira eficaz aos que mais carecem aos aparelhos educacionais. Logo, os resultados destacaram a necessidade de a gestão municipal deve levar em consideração fatores mais tangíveis para tomada de decisão com a relação à localização de escolas, utilizando como auxílio ferramentas do geoprocessamento.

Embora os resultados alcançados sejam satisfatórios indicando locais mais vulneráveis e que necessitam de uma maior atenção do setor público municipal, os resultados poderiam revelar ainda mais pontos que coincidam com a realidade atual da educação municipal em Barreira, haja vista, que a grande maioria dos dados utilizados no estudo foram extraídos do Censo de 2010, que se encontra altamente defasado, principalmente, quando é de conhecimento o grande impacto que a pandemia da COVID-19 teve sobre todas as esferas da educação brasileira.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Oeste da Bahia (UFOB), campus Barreiras pelo apoio institucional.

Referências

BATISTELLA, M.; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, E. E. de; VIEIRA, H. R.; VALLADARES, G. S.; MANGABEIRA, J. A. de C.; ASSIS, M. C. de. Monitoramento da expansão agropecuária na região Oeste da Bahia. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2002. 39 p., il. (Embrapa Monitoramento por Satélite. Documentos, 20).

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M.V. Introdução à Ciência da Geoinformação. INPE, São José dos Campos, 2001, 345p.

ESRI. ArcGIS Pro - Euclidean Distance Tool. Disponível em: https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/euclidean-distance.htm. Acesso em: 22 jul. 2023

ESRI. ArcGIS Pro - Data Classification Methods. Disponível em: https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/help/mapping/layer-properties/data-classification-methods.htm. Acesso em: 22 jul. 2023.

ESRI. ArcGIS Pro - Polygon to Raster. Disponível em: https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/conversion/polygon-to-raster.htm. Acesso em: 22 jul. 2023.

ESRI. ArcGIS Pro - Reclassify. Disponível em: https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/reclassify.htm. Acesso em: 22 jul. 2023.

ESRI. ArcGIS Pro - Weighted Overlay. Disponível em: https://pro.arcgis.com/en/pro-app/latest/tool-reference/spatial-analyst/weighted-overlay.htm. Acesso em: 22 jul. 2023.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sinopse do Censo Demográfico 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/ba/barreiras/panorama. Acesso em: 19 jul. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. Sinopse Estatística da Educação Básica 2021. Brasília: Inep, 2022. Disponível em <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar/resultados>. Acesso em: 30 mai. 2022.

PINTO, J.M., SILVA, C.L., OLIVEIRA, C.A. Influência de Variáveis Climáticas e Hidráulicas no Desempenho da Irrigação de Um Pivô Central No Oeste Baiano. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 26, n. l, p.76-85, 2006.

SANTANA, O.A.; CARVALHO JÚNIOR, O.A.; GOMES, R.A.T., CARDOSO, W.S.; MARTINS, E.S.; PASSO, D.P. Distribuição de espécies vegetais nativas em distintos macroambientes na região do oeste da Bahia. Espaço e Geografia, v. 13, n. 2, p. 181- 233, 2010.

SANTOS, Milton. Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia. 1988.

Análise da Associação dos Registros de Temperaturas em Estações do INMET, para Realização de Estimativas Locais Utilizando Técnicas Geoespacializadas

Analysis of the Association of Temperature Records at INMET Stations, for Realization Local Estimates Using Geospatialized Techniques

Teobaldo Gabriel de Souza Júnior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB
https://orcid.org/0000-0002-0961-6595
teobaldo.souza@ifpb.edu.br

Daisy Beserra Lucena
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
https://orcid.org/0000-0002-1645-9743
daisy.beserra.lucena@academico.ufpb.br

Rafaella de Lima Roque
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - IFPB
https://orcid.org/0000-0001-6543-5759
rafaella.roque@ifpb.edu.br

Resumo: O trabalho objetivou avaliar a correlação estatística dos dados mensais de temperaturas em 8 (oito) estações do INMET, com intuito de mostrar o nível de associação entre os mesmos. Referida análise busca realizar um passo anterior às técnicas de interpolação geoespaciais com o fito de que estas possam ser mais bem aplicadas no sentido de se promover a estimativa de temperaturas locais, em áreas não cobertas por redes oficiais de registros. O período abrangido no estudo foi 1961 a 2020, as análises efetuadas foram: comparação dos dados através de geração de gráficos de *Boxplot* e matriz de correlação de Spearman. Os resultados apontaram para fortes correlações entre estações próximas o que aumenta a confiabilidade para geração de dados por meio de técnicas geoespaciais de interpolação.

Palavras-chave: Correlação de Spearman. Geotecnologias. Geoprocessamento. Interpolação.

Abstract: The objective of this work was to evaluate the statistical correlation of monthly temperature data in 8 (eight) INMET stations, in order to show the level of association between them. Said analysis seeks to take a step prior to geospatial interpolation techniques with the aim that these can be better applied in order to promote the estimation of local temperatures, in areas not covered by official networks of records. The period covered in the study was from 1961 to 2020, the analyzes performed were: comparison of data through the generation of Boxplot graphs and Spearman's correlation matrix. The results pointed to strong correlations between nearby stations, which increases the reliability for data generation through geospatial interpolation techniques.

Keywords: Spearman's Correlation. Geotechnologies. Geoprocessing. Interpolation.

Introdução

De acordo com o sexto relatório (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022), as atividades humanas vêm induzindo, de forma inequívoca, mudanças que são claramente discerníveis daquelas impostas pela natureza, uma vez que, nos últimos 2 milhões de anos, “as esferas terrestres” (atmosfera, criosfera, biosfera e oceano) jamais perceberam índices tão elevados de gás carbônico (CO_2).

Desta forma, convencionou-se chamar de aquecimento global o processo que aponta para o aumento generalizado das temperaturas registradas ao redor do planeta e, embora na comunidade científica não seja unanimidade o reconhecimento de que o fenômeno é de natureza antrópica ou mesmo de dimensão mundial (MARUYAMA, 2009; STEINKE, 2012), documentos cientificamente representativos afirmam, categoricamente, ao contrário, reiterando que é a humanidade que vem impingindo tal condição.

Segundo Ayoade (1996), a temperatura juntamente com a precipitação são, provavelmente, os elementos mais discutidos do tempo atmosférico. Entretanto, conforme Belo Filho (2010), enquanto a precipitação é bastante variável no espaço e no tempo sendo, assim, de difícil modelagem, a temperatura do ar apresenta uma variabilidade menor permitindo-se, portanto, ser um pouco mais facilmente modelada.

Embora as duas variáveis citadas (temperatura e precipitação) possuam importância similar, geralmente, o direcionamento para a tomada de decisões em relação ao clima é, sobretudo, orientado pelo forte vínculo com produção agrícola local, de sorte que, em diversas áreas, isto se tornou preponderante para dar maior atenção a esta ou a aquela, consoante as suas peculiaridades (SILVA *et al*., 2015).

Como exemplo da afirmativa, transcreve-se um trecho do documento intitulado “Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no Estado da Paraíba: PAE-PB/IICA” o qual diz que

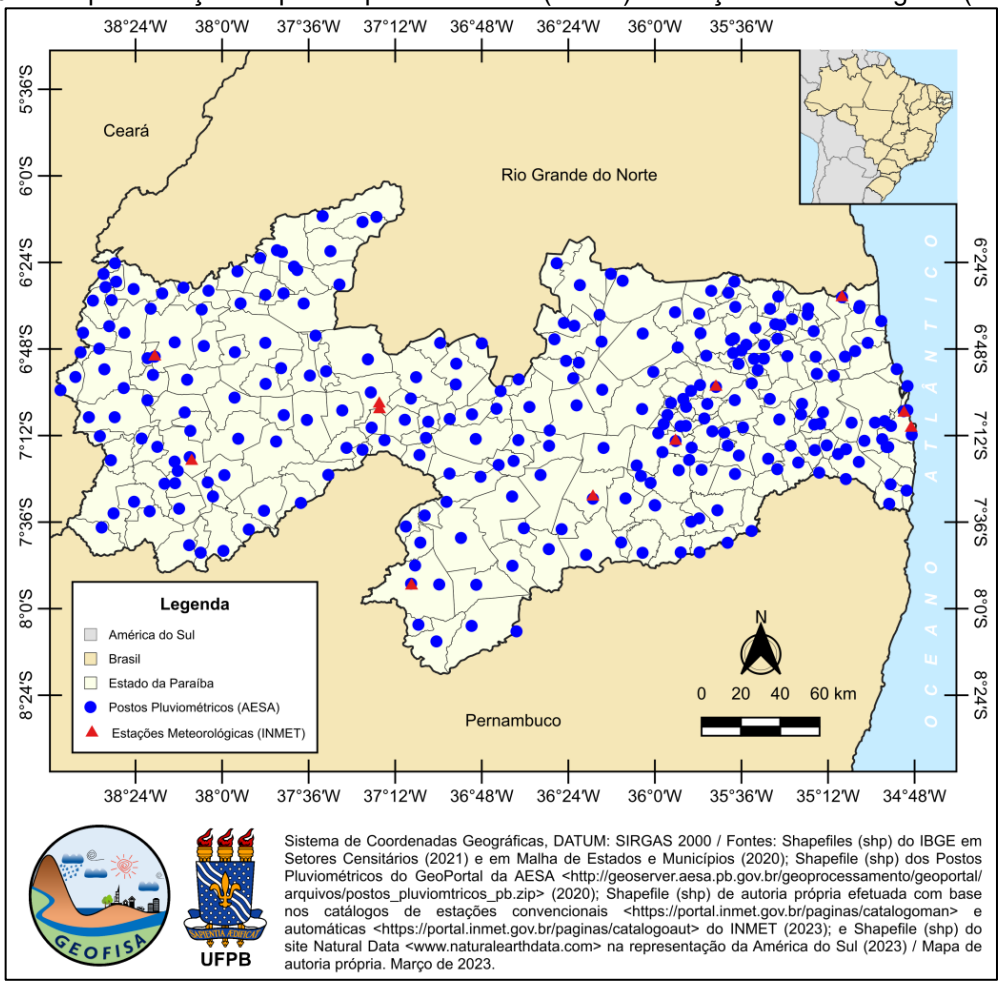
> O fator climático mais importante para as regiões tropicais são as precipitações pluviométricas. Com temperatura alta durante todo ano, as chuvas constituem o elemento climático determinante das atividades agrícolas regionais. Os períodos de estiagens prolongadas estão entre os mais danosos fenômenos ao meio ambiente e a socioeconomia para a região semi-árida do Nordeste do Brasil. (PARAÍBA, 2011, p. 8)

Em outra perspectiva, o trabalho de Ramos *et al*. (2011) afirma que a “temperatura do ar é um elemento climático de interesse para diversos estudos relacionados à produção agrícola” e também que é, a temperatura do ar, um “dos elementos climáticos mais relacionados à [esta produção já que] afeta o comportamento germinativo das sementes” (RAMOS *et al*., 2011, p. 959-960).

Fica claro que as variáveis ambientais citadas são de primeira necessidade para o planejamento das atividades humanas e, com o intuito de monitorá-las, foram estabelecidos pontos de medições que podem ajudar com esse intento. Este é o caso, em nível de Brasil, da rede de estações do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET, entidade reconhecida pela Organização Meteorológica Mundial-OMM.

Portanto, corroborando as afirmações e com o excerto, a Figura 1 ilustra a espacialização de postos pluviométricos da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba-AESA e a existência, no mesmo Estado, de estações meteorológicas do INMET que aferem, além dos dados de precipitação, as temperaturas do ar (máximas, médias e mínimas), bem como outras variáveis (pressão atmosférica, direção e velocidade do vento, insolação, dentre outras).

Figura 1 - Espacialização de postos pluviométricos (AESA) e estações meteorológicas (INMET).



Fonte: Os autores (2023)

Observando a Figura 1, torna-se imprescindível salientar que, a quantidade e a espacialização dos equipamentos que registram as temperaturas podem ser insuficientes em determinado local e, então, para a obtenção de dados, muitas vezes, recorre-se ao uso de técnicas de estimativas, interpolações, ou ao Sensoriamento Remoto-SR.

Embora o SR espacialize bem os dados de temperatura em grandes áreas, algumas das suas limitações são: estimam as temperaturas de superfície e não as do ar, as quais, embora inter-relacionadas, possuem dinâmicas diferentes; registram um dado instante, não havendo, portanto, constância nas suas observações; e, dependendo do horário e do local do registro, apresenta grande discrepância em relação aos dados de temperatura do ar (AMORIM, 2020).

Desta maneira, métodos de interpolação de dados são, muitas vezes, empregados para estimar temperaturas de áreas não cobertas por redes oficiais de registros, o que pode levar a imprecisões e discrepâncias (em maior ou menor grau).

Nesse sentido, o presente trabalho objetivou realizar comparações entre os registros das variáveis de temperatura (máximas, médias e mínimas) de 8 (oito) estações convencionais do INMET, inseridas no perímetro semiárido, aferindo suas semelhanças e diferenças, com a pretensão de ser um passo antecedente ao uso de técnicas estimativas tais como poligonização de Thiessen-Voronoi, inverso da potência das distâncias e krigagem, no intuito de minimizar erros na sua utilização.

Materiais e Metodologia

O período escolhido para o estudo foi janeiro de 1961 a dezembro de 2020, o que resulta em 60 anos completos de dados mensais, o mesmo que 720 observações para cada nível de medição das temperaturas (máximas, médias e mínimas), em cada uma das estações.

Foram selecionadas 8 (oito) estações meteorológicas convencionais do INMET, com longo período de instalação nos seus locais de funcionamento, as quais estão detalhadas na Tabela 1.

Salienta-se que, embora uma das estações não abranja completamente o período do estudo, pelo fato de sua instalação ser um pouco mais recente (a saber: Patos-82791) e que duas das estações encontrem-se, atualmente, desativadas (a saber: Pesqueira-82892 e Iguatu-82686), estas foram essenciais para o levantamento dos dados, uma vez que atendiam bem a, pelo menos, um dos critérios propostos: temporal e espacial.

Tabela 1 - Detalhamento das estações meteorológicas do INMET utilizadas na pesquisa.

ESTAÇÃO	CÓD. INMET	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE	INSTALAÇÃO	DESATIVAÇÃO
São Gonçalo (PB)	82689	-6,83583333	-38,31166666	237,04 m	07/10/1938	Operante
Patos (PB)	82791	-7,05361111	-37,27388888	251,65 m	16/10/1975	Operante
Monteiro (PB)	82792	-7,89444444	-37,12472221	606,41 m	13/01/1940	Operante
Pesqueira	82892	-8,37070100	-36,70781200	643,38 m	01/09/1911	18/11/2015
Garanhuns (PE)	82893	-8,91083333	-36,49333333	827,78 m	31/01/1913	Operante
Cabrobó (PE)	82886	-8,50388888	-39,31527777	342,78 m	16/10/1927	Operante
Petrolina (PE)	82983	-9,38861110	-40,52333332	372,54 m	31/12/1940	Operante
Iguatu (CE)	82686	-6,39638888	-39,26888888	221,58 m	01/01/1911	31/07/2021

Fonte: Os autores (2023)

Após a definição das estações a serem utilizadas, os dados foram solicitados no endereço eletrônico https://bdmep.inmet.gov.br/, mantido pelo Instituto Nacional de Meteorologia-INMET.

De posse dos arquivos contendo os registros mensais das temperaturas máximas, médias e mínimas verificou-se que todas as estações apresentaram falhas - ausências - nos seus registros. Desta forma, para mitigar o problema recorreu-se ao *software* Estima_T (CAVALCANTI; SILVA, 1994; CAVALCANTI; SILVA; SOUSA, 2006; SILVA *et al*., 2006) para intercalar valores efetivamente medidos - registrados pelas estações - com os valores estimados no programa.

O Estima_T é um *software* gratuito que está hospedado no site do Departamento de Ciências Atmosféricas, da Universidade Federal de Campina Grande (no endereço: http://app.dca.ufcg.edu.br/estimat/estimat.htm), o qual utiliza um modelo empírico para determinar as temperaturas médias, máximas e mínimas mensais do ar, em função das coordenadas locais: longitude, latitude e altitude, dadas por meio de uma superfície quadrática para as temperaturas.

No entanto, antes de se efetuar o preenchimento dos dados ausentes com os dados estimados, verificou-se, empiricamente no *software* R *Statistical* (2020), através da geração e visualização de gráficos do tipo histograma, a distribuição dos valores medidos. E, uma vez constatados que esses não seguiam um padrão de distribuição normal, foi empregado método de Coeficiente de Correlação de Spearman (Equação 1), também conhecido como Correlação por Postos de Spearman, designado “rho” e representado por “ρ” (LIRA, 2004).

A aplicação da fórmula gera valores que podem variar de -1 a 1, onde, quanto mais distante do zero, mais forte é a correlação, seja ela direta (em caso de valores positivos) ou inversa (no caso de valores negativos) e, conforme metodologia empregada por Baba, Vaz e Costa (2014, p.518), se qualificam direta ou inversamente como: “muito fraca” - 0,00~0,19 -; “fraca” - 0,20~0,39 -; “moderada” - 0,40~0,69 -; “forte” - 0,70~0,89 -; e “muito forte” - 0,90~1,00.

$$\rho = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{n} d^2}{n(n^2-1)} \quad (1)$$

Em que:

ρ = Correlação de Spearman

d = Diferença entre as fileiras das variáveis correspondentes - ordenações

n = Número de pares de ordenações - observações

Assim, os resultados estabeleceram a existência de uma correlação adequada entre os valores medidos e os valores estimados no Estima_T, com alto nível de significância (α) em um p-value ≤ 0,05, embora o coeficiente de correlação tenha variado, conforme demonstra a Tabela 2.

Tabela 2 - Validação e qualificação dos registros das temperaturas do ar nas estações selecionadas do INMET utilizando o Estima_T e a Correlação de Spearman (*ρ*).

Estação	Obs. Esperadas	% Falhas	rho (*ρ*)	Qualificador (*ρ*)	P-Value (Signif. α = 0,05)
São Gonçalo (PB)	T. Máximas = 720	23,61%	0,81364310	Forte	< 2,2e-16
	T. Médias = 720	32,64%	0,79225730	Forte	< 2,2e-16
	T. Mínimas = 720	23,47%	0,74380000	Forte	< 2,2e-16
Patos (PB)	T. Máximas = 720	43,89%	0,79651870	Forte	< 2,2e-16
	T. Médias = 720	49,58%	0,78891800	Forte	< 2,2e-16
	T. Mínimas = 720	46,53%	0,59203160	Moderada	< 2,2e-16
Monteiro (PB)	T. Máximas = 720	24,17%	0,84448780	Forte	< 2,2e-16
	T. Médias = 720	26,94%	0,86942730	Forte	< 2,2e-16
	T. Mínimas = 720	21,53%	0,85320460	Forte	< 2,2e-16
Pesqueira (PE)	T. Máximas = 720	14,44%	0,83954160	Forte	< 2,2e-16
	T. Médias = 720	20,69%	0,86460630	Forte	< 2,2e-16
	T. Mínimas = 720	19,72%	0,85267880	Forte	< 2,2e-16
Garanhuns (PE)	T. Máximas = 720	18,61%	0,84776730	Forte	< 2,2e-16
	T. Médias = 720	37,78%	0,89789670	Forte	< 2,2e-16
	T. Mínimas = 720	27,92%	0,87943890	Forte	< 2,2e-16
Cabrobó (PE)	T. Máximas = 720	11,39%	0,81304870	Forte	< 2,2e-16
	T. Médias = 720	31,67%	0,86701720	Forte	< 2,2e-16
	T. Mínimas = 720	8,47%	0,84285880	Forte	< 2,2e-16
Petrolina (PE)	T. Máximas = 720	16,81%	0,69448040	Moderada	< 2,2e-16
	T. Médias = 720	32,08%	0,79485260	Forte	< 2,2e-16
	T. Mínimas = 720	19,03%	0,76377440	Forte	< 2,2e-16
Iguatu (CE)	T. Máximas = 720	25,56%	0,70673180	Forte	< 2,2e-16
	T. Médias = 720	36,53%	0,88696480	Forte	< 2,2e-16
	T. Mínimas = 720	23,47%	0,81305210	Forte	< 2,2e-16
	Média dos valores	**26,52%**	**0,81079162**	**Forte**	**< 2,2e-16**

Fonte: Os autores (2023)

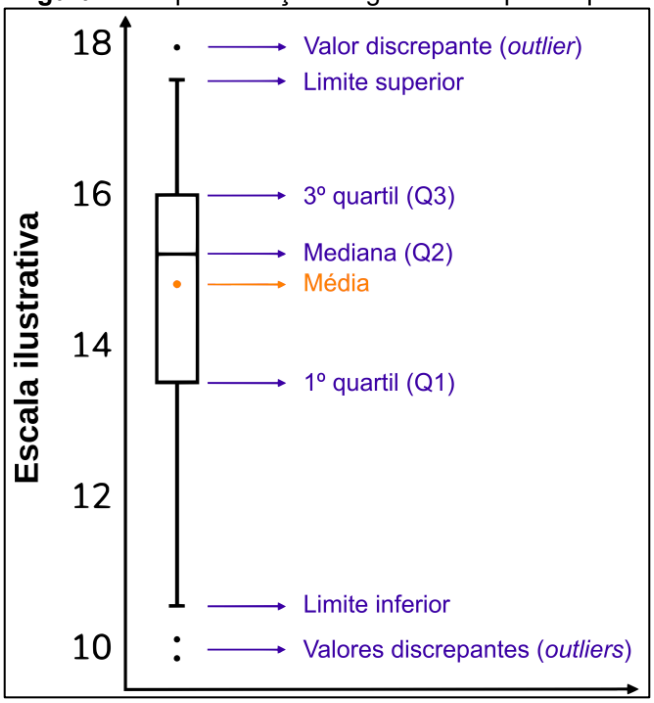
Após tratadas, as informações das estações foram visualmente comparadas através da geração de diagramas ou gráficos de caixa, mais amplamente conhecidos como gráficos de *Boxplot* (TUKEY, 1977).

Os diagramas do estilo *Boxplot* permitem sintetizar as seguintes informações de uma série de dados: valores mínimos; primeiro quartil - Q1 ou 25% dos dados -; mediana - Q2 ou 50% dos dados -; terceiro quartil - Q3 ou 75% dos dados -; valores máximos; média; e valores discrepantes ou *outliers*, conforme ilustra a Figura 2.

Também se recorreu a um novo emprego da correlação de Spearman dessa vez, executado com os dados completos de todas as estações, com o propósito de se averiguar em matriz o nível de associação entre cada estação, conforme seus registros máximos, médios e mínimos. Para a tarefa foi utilizado o pacote (*pack*), do R *Statistical* (2018), denominado “corrplot” (WEI; SIMKO, 2021).

Finalmente, para a análise espacial dos dados e geração de mapa, foi utilizado o *software* QGIS 3.10.14 - *A Coruña* (2021) onde informações sobre população e área abrangidas pela técnica são oriundas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE (2023).

Figura 2 - Representação de gráfico do tipo Boxplot.



Fonte: Os autores (2023)

Resultados e Discussão

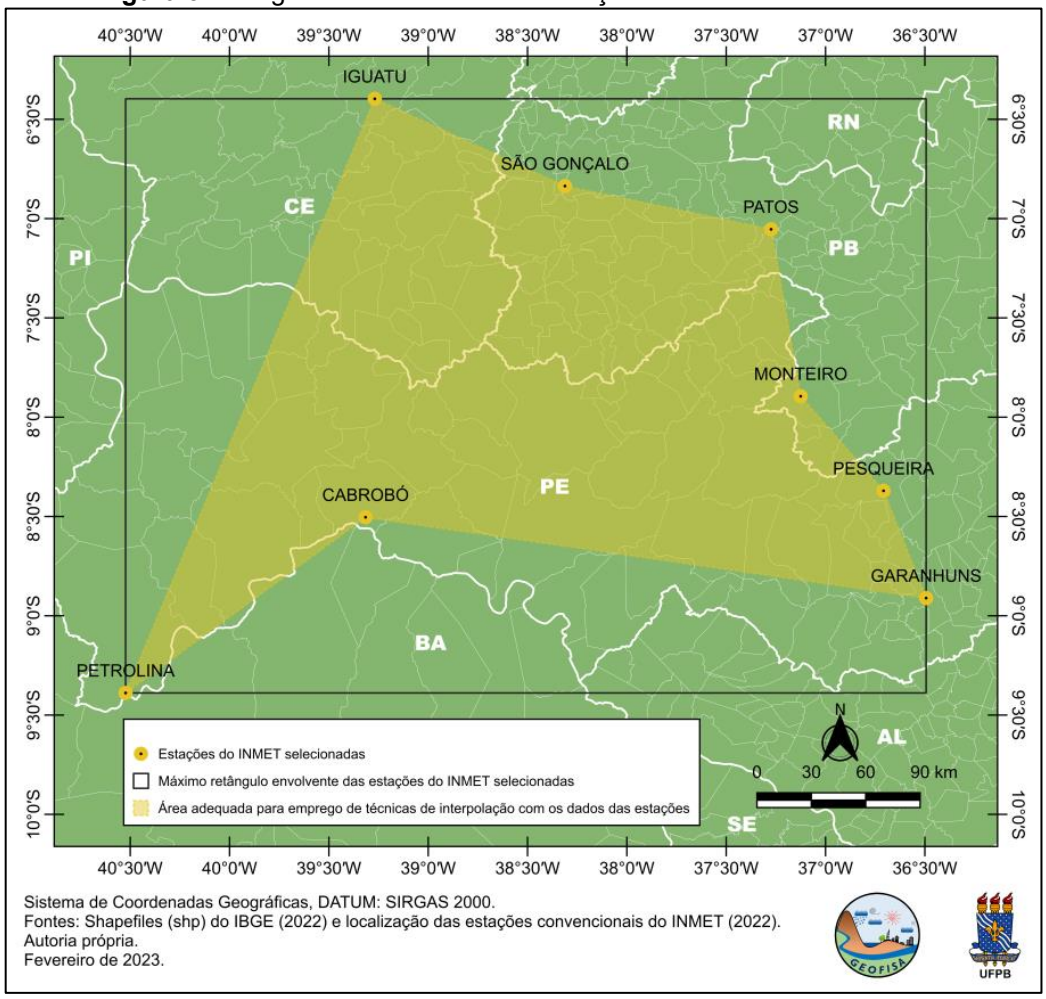
A aplicação da técnica com as 8 (oito) estações selecionadas do INMET abrangeram, inteiramente, 84 (oitenta e quatro) Municípios em 3 (três) diferentes Estados (Paraíba, Pernambuco e Ceará), conforme ilustra a Figura 3.

Somados, esses municípios englobam uma população de pouco mais de 1.700.000 habitantes, ocupam uma área de pouco mais de 40.100,00 km² e, seguramente, embora localizados no Semiárido da Região Nordeste do Brasil, possuem realidades locais (naturais, rurais, urbanas e intraurbanas) distintas.

O gráfico *Boxplot*, gerado na comparação dos registros (Figura 4), dentro do período definido, 1961 a 2020, indica que quanto mais próximas as características das estações (localização e altitude), mais similares são os registros das temperaturas.

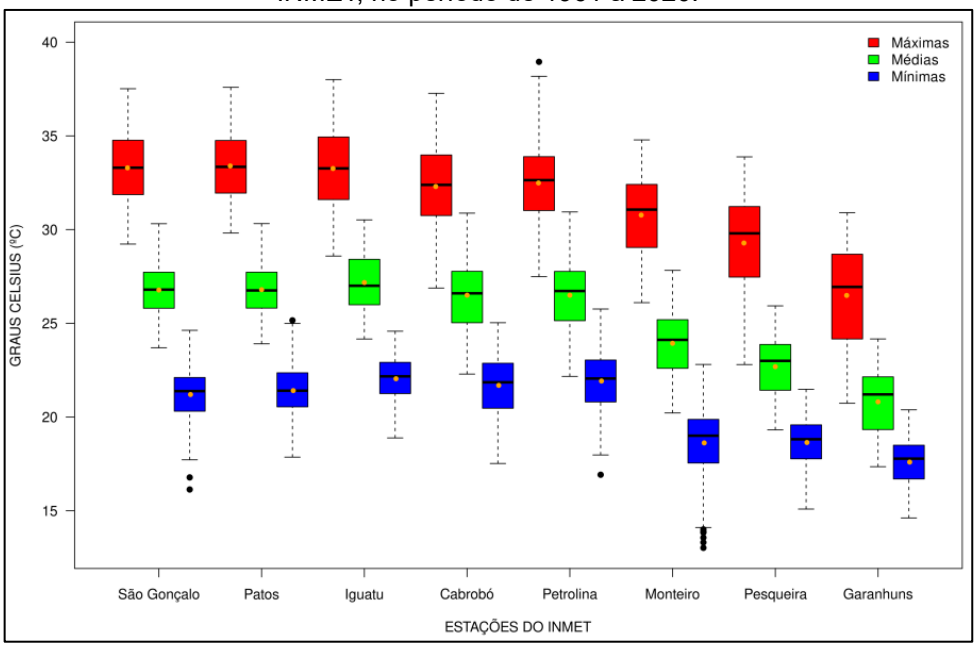
Para analisar a afirmação, é importante verificar a proximidade na distribuição dos registros entre os seguintes agrupamentos de estações: São Gonçalo-82689 (237,04 m), Patos-82791 (251,65 m) e Iguatu-82686 (221,58 m); Cabrobó-82886 (342,78 m) e Petrolina-82886 (372,54 m); e, Monteiro-82792 (606,41 m), Pesqueira-82892 (643,38 m) e Garanhuns-82893 (827,78 m).

Figura 3 - Polígono de cobertura das estações selecionadas do INMET.



Fonte: Os autores (2023).

Figura 4 - Boxplot de comparação dos registros de temperaturas das estações selecionadas do INMET, no período de 1961 a 2020.

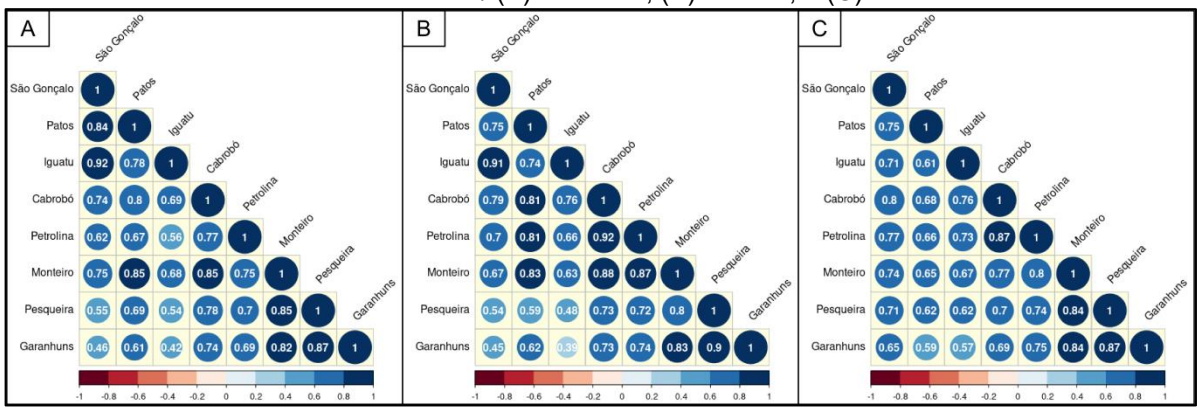


Fonte: Os autores (2023)

Chama-se atenção para a quantidade de *outliers* nos registros de temperaturas mínimas na estação de Monteiro-82792 (606,41 m), situação esta que suscita uma pesquisa específica que possa analisar em quais condições atmosféricas ocorreram tais eventos.

A matriz de correlação de Spearman, apresentada na Figura 5, confirma o que pode ser intuído por meio da observação da distribuição dos registros das temperaturas no gráfico *Boxplot* (Figura 4).

Figura 5 - Correlação das temperaturas, para o período 1961-2020, entre todas as estações utilizadas no trabalho / (A) Máximas; (B) Médias; e (C) Mínimas.



Fonte: Os autores (2023)

A Figura 5 indica que os agrupamentos (*clusters*) sugeridos a partir da observação do *Boxplot* são coerentes, e que todas as estações próximas a área em questão estão positivamente correlacionadas, em maior ou menor grau, dependendo de suas características específicas.

Esse resultado pode vir a auxiliar na justificativa de técnicas de interpolação empregadas para estimação de dados de temperatura em áreas não contempladas com tais registros, mas que precisem de informações para subsidiar, por exemplo, pesquisas sobre o comportamento temporal desta variável.

Considerações Finais

Embora o presente trabalho tenha utilizado como exemplo os dados de temperatura, tomando-se por base que o clima é composto por um intrincado e complexo sistema de fatores - radiação solar, latitude, altitude, ventos, massas continentais, presença ou ausência de corpos hídricos, topografia, solo, urbanização e vegetação - e elementos - precipitação, umidade, temperatura e movimento das massas de ar - (ROMERO, 2020), se faz mister o monitoramento das demais variáveis para se estabelecer as condições climáticas, com o

intuito de se proceder a verificação e a tomada de decisões tão caras às atividades da sociedade hodierna.

No entanto, por diversas condições - ausência de recursos, falta de interesse em determinados locais etc. -, muitas áreas não são cobertas por redes de estações de monitoramento meteorológico, o que leva pesquisadores e estudiosos a recorrerem às técnicas de interpolação e estimação. Nesse sentido, embora a metodologia aqui apresentada se some às variadas outras já existentes, o que se buscou foi dar subsídios para que seja mantida certa confiabilidade ao seu estudar zonas com essas características.

Nesse sentido, sugere-se que para se escolher a técnica mais adequada de estimação ou interpolação, adicionalmente às correlações aqui apresentadas, sejam feitas medidas reais nos locais de interesse, em períodos iguais ou superiores a 1 (um) ano, com o intuito de que se ajuste um modelo que esteja em conformidade com as aferições encontradas em campo para que, então, sejam procedidas as extrapolações espaciais e temporais levando-se em conta as peculiaridades de cada área.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba (PPGG/UFPB), bem como ao Grupo de Estudo e Pesquisa em Geografia Física e Dinâmicas Socioambientais (GEOFISA), pelas profícuas discussões científicas e aprendizados estabelecidos durante a construção do presente trabalho.

Referências

AMORIM, M. C. C. T. **Ilhas de calor em cidades tropicais de médio e pequeno porte**: teoria e prática. Curitiba-PR: Appris [eBook Kindle], 1. ed., 2020.

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. Tradução Maria Juraci Zani dos Santos, Revisão Suely Bastos, Coordenação Editorial Antonio Christofoletti. Rio de Janeiro-RJ: Bertrand Brasil, 4. ed., 332p., 1996.

BABA, R. K.; VAZ, M. S. M. G.; COSTA, J. da. Correção de dados agrometeorológicos utilizando métodos estatísticos. **Revista Brasileira de Meteorologia**. 29 (4), dez. 2014. doi: 10.1590/0102-778620130611. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbmet/a/TJPzfbvqdFbXpvHVkYRTxHk/?lang=pt. Acesso em 13 de junho de 2023.

BELO FILHO, A. F. A teoria da entropia aplicada no estudo da precipitação pluvial e da vazão fluvial no nordeste do Brasil. Campina Grande, PB, 2010. 53 f.: il. col. **Tese de Doutorado** - Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Doutorado em Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2010. Disponível em: http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/3582, acesso em 17 de mar. de 2023.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. **VIII Congresso Brasileiro de Meteorologia e II Congresso Latino-Americano e Ibérico de Meteorologia**. Sociedade Brasileira de Meteorologia. Belo Horizonte, outubro de 1994. 154-157. 1994.

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, V. de P. R.; SOUSA, F. de A. S. de. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Brasil Cidades**, 2023. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pb/cajazeiras.html. Acesso em: 9 mai. 2023.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **AR6 WG3 Summary for Policymakers**. 2021. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle/. Acesso em: 25 mai. 2022.

LIRA, S. A. Análise de correlação: abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações. Curitiba, PR, 2004. 209 f. **Dissertação de Mestrado** (Programa de Pós-Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia) - Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Paraná - UFPR, 2004. Disponível em: https://www.ipardes.pr.gov.br/Arquivo/sachikodissertacao2004pdf. Acesso em 13 de junho de 2023.

MARUYAMA, S. **Aquecimento global?** Tradução de Kenitiro Suguio. São Paulo-SP: Oficina de Textos, 2009.

PARAÍBA. **Programa de ação estadual de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca no estado da Paraíba**: PAE-PB/IICA. João Pessoa-PB: SCIENTEC. 2011. 144p.

QGIS, **General Public License (GNU)**, Free Software Foundation, Inc., v. 3.10.14, A Coruña, 2021. Available from: https://download.osgeo.org/qgis/.

R Statistical development Core Team, **R: a language and environment for statiscal compunting. R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2020. Available from: https://www.R-project.org/.

RAMOS, C. M. C.; SILVA, A. F. da; SARTORI, A. A. da C.; ZIMBACK, C. R. L.; BASSOI, L. H. Modelagem da variação horária da temperatura do ar em Petrolina, PE, e Botucatu, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. 15 (9), Set 2011. Doi: 10.1590/S1415-43662011000900012. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/6CkJPt3vFy7gn5xKp8rPPfM/?lang=pt. Acesso em: 27 mar. 2023.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. Brasília-DF: Editora Universidade de Brasília, 3ª ed., 2ª reimp., 128p., 2020.

SILVA, E. D. V.; SOUSA, F. de A. S. de; CAVALCANTI, E. P.; SOUZA, E. P.; SILVA, B. B. da. Teleconnections between sea-surface temperature anomalies and air temperature in northeast Brazil. **Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics**, Canada, v. 68, n. 68, p. 781-792, 2006.

SILVA, R. B.; LEAL, L. S.; ALVES, L. S.; BRANDÃO, R. V.; ALVES, R. C. M.; KLERING, E. V.; PEZZI R. P. Estações meteorológicas de código aberto: Um projeto de pesquisa e desenvolvimento tecnológico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**. 37 (1), Jan-Mar 2015, doi: 10.1590/S1806-11173711685. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbef/a/Wfzn8wJVbPssRc9WpYKdxPF/?lang=pt#. Acesso em: 27 mar. 2023.

STEINKE, E. T. **Climatologia Fácil**. São Paulo-SP: Oficina de Textos, 2012, 144 p.

TUKEY, J. W. **Exploratory Data Analysis**, Addison-Wesley, 1977.

WEI, T.; SIMKO, V. **R package 'corrplot'**: Visualization of a Correlation Matrix, Version 0.92. 2021. Available from: https://github.com/taiyun/corrplot.

As Universidades Abertas do Brasil – UABs: análise espacial dos cursos no Estado do Ceará

The Open Universities of Brazil – UABs: spatial analysis of courses in the State of Ceará

Kélvia Mayara Cisne dos Santos Machado
Universidade Federal do Ceará
kelviacisne@ufc.br

Epaminondes Pinheiro Machado Neto
Universidade Estadual do Ceará
Epaminondes7pinheiro@gmail.com

Resumo: Esse artigo toma por base a análise do Espaço Geográfico no contexto da educação a distância por meio dos polos das Universidades Abertas do Brasil - UAB como ferramenta na Educação Superior nas diferentes localidades do estado do Ceará. Partindo do pressuposto da extrema importância desse meio de ensino no papel de inclusão de políticas públicas educacionais, através da descentralização e interiorização do ensino superior nos meios virtuais, este trabalho apresenta elementos para a discussão teórica no que diz respeito à espacialização geográfica dos polos das Universidades Abertas do Brasil no Estado do Ceará, assim como as distribuições dos cursos.

Palavras-chave: UAB, Política Pública, Educação Superior, Ensino Virtual.

Abstract: This article is based on the analysis of the Geographic Space in the context of distance education through the poles of the Open Universities of Brazil - UAB as a tool in Higher Education in different locations in the state of Ceará. Based on the assumption of the extreme importance of this means of education in the role of inclusion of educational public policies, through the decentralization and internalization of higher education in virtual means. This work presents elements for the theoretical discussion with regard to the geographical spatialization of the poles of the Open Universities of Brazil in the State of Ceará, as well as the distribution of courses.

Keywords: UAB, Public Policy, Higher Education, Virtual Teaching.

Introdução

A garantia da educação, além de fundamental, é direito de todo cidadão garantido constitucionalmente. É por meio da educação que o indivíduo amplifica seus conhecimentos e saberes os quais são de extrema relevância tanto para a vida pessoal como profissional. Além disso, o acesso à educação é diretamente proporcional no que concerne ao desenvolvimento socioeconomicamente e cultural de uma sociedade, trazendo impactos positivos para uma nação, tendo em vista que quanto maior acesso à educação e ao conhecimento, maior será o grau de desenvolvimento.

Seguindo nesse ponto de partida, e com a finalidade de proporcionar maior viabilidade para educação de ensino superior, no sentido de ampliar a expansão do acesso à informação, foi efetivada, através de políticas públicas educacionais, e com a participação de instituições de ensino superior, o sistema Universidade Aberta do Brasil – UAB por meio da metodologia do Ensino a Distância.

Principiando do cenário de expansão da Educação a Distância - EaD, o Poder Público, a partir de suas diretrizes voltadas para ampliar e buscar maior democratização ao acesso educacional do ensino superior, instituiu o sistema de Universidades Abertas do Brasil - UAB. O decreto 5.800/06 Art.1 estabeleceu que o sistema UAB estivesse “voltado para o desenvolvimento da modalidade de educação a distância, com a finalidade de expandir e interiorizar a oferta de cursos e programas de educação superior no País” (Brasil, 2006).

Diante disso, a análise do Espaço Geográfico no contexto da educação a distância no ensino superior é de grande relevância para compreender o alcance dessa ferramenta de ensino a partir da descentralização e interiorização do ensino nos meios virtuais com uso das Novas Tecnologias da Informação e Comunicação - TICs.

Segundo o Ministério da Educação – MEC, o Estado do Ceará possui 39 polos da Universidade Aberta do Brasil – UAB, em que são ofertados cursos de diferentes instituições públicas, possibilitando, assim, diferentes contribuições institucionais de ensino.

Partindo do pressuposto da emergência no uso dos recursos tecnológicos no ensino superior, é necessário identificar qual alcance geográfico da Universidade Aberta do Brasil - UAB nos polos, assim como a oferta dos cursos no sentido de abordar a real distribuição dessa política pública na modalidade EAD no Estado do Ceará. No tocante à problematização do estudo, supre-se a necessidade de saber qual o real alcance espacial da referida instituição a partir da compreensão da expansão dessa modalidade de ensino.

A pesquisa se justifica pela importância da expansão e interiorização do ensino com a Universidade Aberta do Brasil - UAB, a partir do desenvolvimento dos meios digitais como forma de ampliar o ensino público superior nas diferentes localidades do estado do Ceará, e com isso, analisar a real contribuição das UABs a partir do alcance geográfico dessa política pública de ensino.

Para tanto, a pesquisa possui como objetivo espacializar os polos e os cursos das UABs no Estado do Ceará por meio da análise espacial em programas de geoprocessamento e na análise do Espaço Geográfico cearense.

Desenvolvimento

Ao se falar em Geografia, o seu aporte para com a construção dos conhecimentos vai muito além da análise geográfica da paisagem. Para se embasar com fortes e diferentes contribuições, a Geografia tem sua relação com diferentes áreas de conhecimento, transpassando desde a área da política, religião, social, econômica e ambiental. Assim sendo, segundo Cavalcanti (2008, p.19) “A geografia busca, assim, estruturar-se para ter um olhar mais integrador e aberto às contribuições de outras áreas da ciência e às diferentes

especialidades em seu interior [...]". Diante disso, a Geografia tem sua prática definida em diferentes campos de atuação para análise das dinâmicas do espaço geográfico.

Dessa forma, a Geografia inserida ao contexto educacional, historicamente, vem sendo delineada conforme cada situação de sua época. Além disso, procurando propor uma visão ampla do espaço geográfico, a partir do desenvolvimento e construção de conhecimentos que possam ser trabalhados para melhoria das problemáticas sociais, para que assim, obter melhores resultados na resolução de problemas inseridos em contextos diversos, entre eles, a expansão dos sistemas de ensino a distância.

Hoje, a Educação a Distância - EaD no ensino superior vem assumindo papel de extrema importância no que diz respeito à inclusão de políticas públicas educacionais a partir da descentralização e interiorização da educação superior, com a finalidade de alcançar e melhorar o acesso educacional no Brasil. Bem como, ofertando o ensino público de nível superior para localidades que mais necessitam e/ou até mesmo trabalhar como ferramenta de apoio ao docente no processo de ensino e aprendizagem nas universidades, ao mesmo tempo que:

> A Educação à Distância emerge no contexto das políticas públicas em educação como "possibilidade" de ampliação do quadro de matrículas, pela rápida expansão de vagas no ensino superior, uma vez que as limitações físicas e estruturais se tornam menos relevantes, já que grande parte do processo de ensino e aprendizagem ocorre em espaços escolhidos pelos alunos para desenvolverem seus cursos (Arruda e Arruda, 2015).

Desse modo, a definição da educação a distância é caracterizada como uma modalidade "na qual a mediação didático-pedagógica nos processos de ensino e aprendizagem ocorre com a utilização de meios e tecnologias de informação e comunicação, com estudantes e professores desenvolvendo atividades educativas em lugares ou tempos diversos" (BRASIL, 2005).

Além disso, a implementação do Plano Nacional de Educação - PNE aprovado pela Lei 10.172/2001 (BRASIL, 2001), requer ações para formação e aperfeiçoamento dos profissionais da educação, assim como, busca a democratização e universalização do ensino, com demandas relacionadas à expansão e melhoria do Ensino a Distância – EaD como aliada para cumprimento das metas estabelecidas, pois:

> No processo de universalização e democratização do ensino, especialmente no Brasil, onde os déficits educativos e as desigualdades regionais são tão elevados, os desafios educacionais existentes podem ter, na educação a distância, um meio auxiliar de indiscutível eficácia. Além do mais, os programas educativos podem desempenhar um papel inestimável no desenvolvimento cultural da população em geral. (BRASIL, 2001).

Assim sendo, foi instituído pelo Ministério da Educação - MEC no ano de 2005, o sistema de Universidade Aberta do Brasil que tem por objetivo a amplificação e acessibilidade dos mais diferentes cursos (Graduação e Pós-Graduação) e conhecimentos de ensino superior em todo país por meio de ferramenta de Ensino a Distância - EaD, através das Tecnologias de Informação e Comunicação - TIC, assim, alcançar as mais diferentes regiões, até chegar aos municípios mais longínquos das (capitais) ou centros de ensino (UAB/MEC).

> Concebida e instalada entre 2005 e 2007, a UAB tornou-se um robusto programa de formação em nível nacional e um sistema de formação em nível superior, fruto de uma parceria entre Ministério da Educação (MEC), instituições públicas de ensino superior e governos locais (municípios e estados, mantenedores de Polos de Apoio Presencial) (MILL, 2016).

Em face do exposto, alcançar a interiorização do ensino e educação superior a partir das UAB como forma de, além de estimular o desenvolvimento econômico local, possibilita oportunidade de acesso ao curso superior para jovens que estão na busca pelo aperfeiçoamento e na procura de emprego. A educação a distância vem assumindo um papel ainda mais importante no que diz respeito ao desenvolvimento econômico e social, tornando-se um fator de desenvolvimento da própria educação (Moraes, 2010).

Segundo o Ministério da Educação – MEC, há uma colaboração com os entes federativos e União para formação de parcerias com o sistema UAB a partir das Instituições Públicas de Ensino Superior (IES) com a finalidade de propiciar maior efetivação do sistema supracitado em todo território nacional, formando centros de formação permanentes por meio dos polos de educação a distância nas mais variadas localidades.

Para espacialização dos elementos que compõem o espaço geográfico e suas respectivas dinâmicas sociais é salutar entender que as ações da sociedade atuam a partir da criação de objetos, onde as ações humanas são intensificadas com o avanço das técnicas ao longo do tempo (Santos, 2006).

Além disso, a totalidade do mundo abrange diferentes escalas dentro do processo de totalização, onde cada parte do todo se transforma constantemente no contexto das ações da sociedade no desenvolvimento de técnicas e nas relações sociais no Espaço Geográfico (Santos, 2006), ou seja, um polo da UAB pode alcançar diferente públicos e em diferentes locais, contribuindo para o desenvolvimento social e das relações humanas em distintos níveis de alcance desde uma pequena cidade, até uma grade área urbana.

Ao analisar o alcance das UABs é coerente à integração dos diferentes elementos que compõem o espaço geográfico, pois ele é um sistema de objeto e ações indissociável, solidário e contraditório em contextos únicos de acordo com o período histórico a ser analisado

(Santos, 2006). Por esse motivo, existem áreas com grandes concentrações de tecnologias e instituições e outros espaços com menor acesso aos recursos estruturais.

Nesse sentido, o Ordenamento Territorial é necessário para a gestão das ações e das dinâmicas existentes no Espaço Geográfico, esse termo “se caracteriza pelas múltiplas dimensões (física, cultural, política, econômica e social), nas várias escalas geográficas. Reflete as múltiplas facetas do “viver” das pessoas no espaço físico (BRASIL, 2005)”. Desse modo, ações de planejamento e ordenamento territorial são aplicadas em diferentes temas, entre eles, na análise espacial.

A espacialização dos elementos que compõem o território e suas respectivas dinâmicas está diretamente relacionada com o meio técnico-científico-informacional, ou seja, um meio geográfico onde o território inclui obrigatoriamente ciência, tecnologia e informação, com sua ocorrência e disseminação distribuída de forma desigual no espaço geográfico brasileiro, como por exemplo, a concentração de determinadas tecnologias nos grandes centros econômicos e urbanos em detrimento das áreas mais distantes das capitais e de polos industriais (Santos, 2013).

A totalidade do mundo abrange diferentes escalas dentro do processo de totalização, onde cada parte do todo se transforma constantemente no contexto do ser humano e da natureza (Santos, 2006), da generalização global até as características de detalhe local em comunidades e compartimentos territoriais.

A partir disso, os aspectos do planejamento e ordenamento territorial são imprescindíveis, ou seja, de acordo com Haesbaert (2006) planejar uma nova ordem para um território perpassa diminuir as desigualdades e proporcionar acesso às redes de comunicação, aumentar a democratização, fomentar políticas que atuem para afirmação de atividades tradicionais, além de:

> (...) trabalhar sempre num des-re-ordenamento que integre múltiplas escalas, o que envolve não cair nem no localismo paroquialista nem no globalismo generalista, no regionalismo reacionário ou no nacionalismo exacerbado; colocam-se assim, no caso brasileiro, pelo menos quatro escalas básicas: a do município, a da meso-região, a dos Estados da federação e a da macro-região (Haesbaert, 2006).

Assim, ao analisar as novas dinâmicas de ensino é coerente à integração dos diferentes elementos que compõem o território e sua direta relação com o espaço, pois ele é um sistema de objeto e ações indissociável, solidário e contraditório em contextos únicos de acordo com o período histórico a ser analisado (Santos, 2006).

Em vista disso, a UAB está inserida no território tendendo a atender as necessidades de áreas distantes das universidades públicas, pois esse sistema de ensino “funciona como articulador entre as instituições de ensino superior e os governos estaduais e municipais, com

vistas a atender as demandas locais por educação superior" (Ferrugini et al, 2013), ou seja, os cursos ofertados são escolhidos a partir das necessidades locais buscando atender as necessidades de formação profissional local.

Metodologia

A pesquisa possui como base bibliográfica autores que trazem a abordagem sobre o ensino a distância, aplicado ao sistema de ensino superior, avaliando a distribuição qualitativa e quantitativa das Universidades Abertas do Brasil – UABs por meio do Espaço Geográfico em Milton Santos (2006) e avaliação de políticas públicas educacionais voltadas ao tema na legislação brasileira. Além disso, foi realizada a formulação dessa metodologia a partir de pesquisa em fontes oficiais governamentais no sentido de compreender o ensino superior a distância das UAB no Estado do Ceará.

Para tanto, foram utilizadas a teoria geral do espaço em Santos (2006) e avaliação de políticas públicas educacionais, assim, o estudo foi dividido em duas fases. A primeira foi avaliação da distribuição dos polos das UABs no Ceará. A segunda fase foi identificar o alcance da UABs no Espaço Geográfico na quantidade de polos de ensino e na distribuição espacial dos cursos.

Assim, foram identificados os polos de ensino a distância no estado do Ceará com cursos ativos e inativos para compreensão da dimensão quantitativa e referente aos principais cursos em atividade no ensino a distância.

Dessa forma, por meio do método hipotético dedutivo com base em análise qualiquantitativa foi avaliada a distribuição dos cursos nas UABs e sua relação de localização e abrangência no Estado.

Os mapas foram produzidos em softwares de geoprocessamento com a finalidade de realizar a espacialização dos estudantes e das UABs e dos cursos disponíveis no Estado.

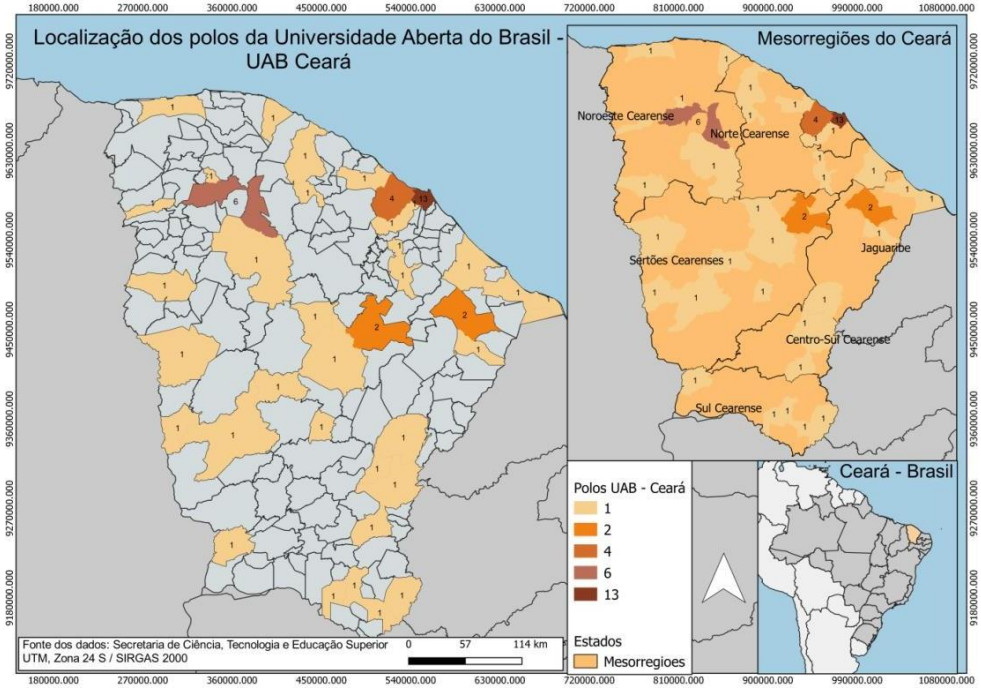
Foram elaborados quadros, gráficos e tabelas para demonstração dos e avaliação dos resultados. Portanto, foram tabulados dados no Excel e análises estatísticas simples aplicadas às análises de distância entre os polos e número de cursos ativos.

A partir do exposto, os dados foram analisados e discutidos com a finalidade de dimensionar o alcance das Universidades Abertas do Brasil no estudo voltada a abrangência espacial dessa política pública.

Resultados e discussões

No que concerne aos resultados esperados desta pesquisa, o mapa a seguir apresenta o quantitativo de polos de Universidade Aberta do Brasil - UAB e a distribuição e abrangência espacial no Estado do Ceará.

Figura 1 - Mapa de Localização dos polos da Universidade Aberta do Brasil - UAB Ceará.



Fonte: Os autores (2023).

Conforme observado no mapa acima, foram desenvolvidos os seguintes apontamentos: Há uma necessidade maior na implementação de mais polos na mesorregião sul e centro-sul cearense do Estado, de modo a atender as necessidades locais e profissionais por meio da descentralização e interiorização do acesso à educação superior pública nos meios virtuais.

A partir da figura, podem ser observados que os sertões cearenses e o Vale do Jaguaribe possuem áreas sem ofertas de cursos dessa política pública, existindo outros pontos com 1 polo por município e 2 municípios com melhor oferta de cursos.

Em contrapartida, o município de Fortaleza, assim como a mesorregião metropolitana, e o município de Sobral são as áreas de maior incidência de distribuição de polos de Universidade Aberta do Brasil - UAB, refletindo no desenvolvimento social, político e econômico local.

Para melhor entendimento, segue abaixo o quadro referente ao quantitativo de cursos por município no Estado do Ceará. Pode-se observar que há um grande número de municípios com número reduzido de 1 único polo.

Quadro 1 - Quantitativo de Cursos por município.

Município	Quantidade de Cursos por polo
Aracati	Sem oferta de curso
Aracoiaba	4
Barbalha	Sem oferta de curso
Beberibe	6
Brejo Santo	6
Camocim	6
Campos Sales	5
Caucaia	13
Crateús	Sem oferta de curso
Ipueiras	Sem oferta de curso
Itapagé	Sem oferta de curso
Itapipoca	6
Jaguaribe	6
Limoeiro do Norte	4
Maranguape	6
Meruoca	6
Missão Velha	Sem oferta de curso
Orós	6
Piquet Carneiro	4
Quiterianópolis	3
Quixadá	3
Quixeramobim	6
Russas	6
São Gonçalo do Amarante	6
Sobral	6
Tauá	4
Ubajara	2
Mauriti	4
Lavras da mangabeira	2
Iguatu	1
Pedra Branca	Sem oferta de curso
Boa viagem	2
Madalena	1
Santa Quitéria	1
Canindé	3
Redenção	1
Maracanaú	3
Acaraú	Sem oferta de curso
Itarema	1
Icó	1

Fonte: Elaborado pelos autores com base no sistema SisUab Brasil (2023).

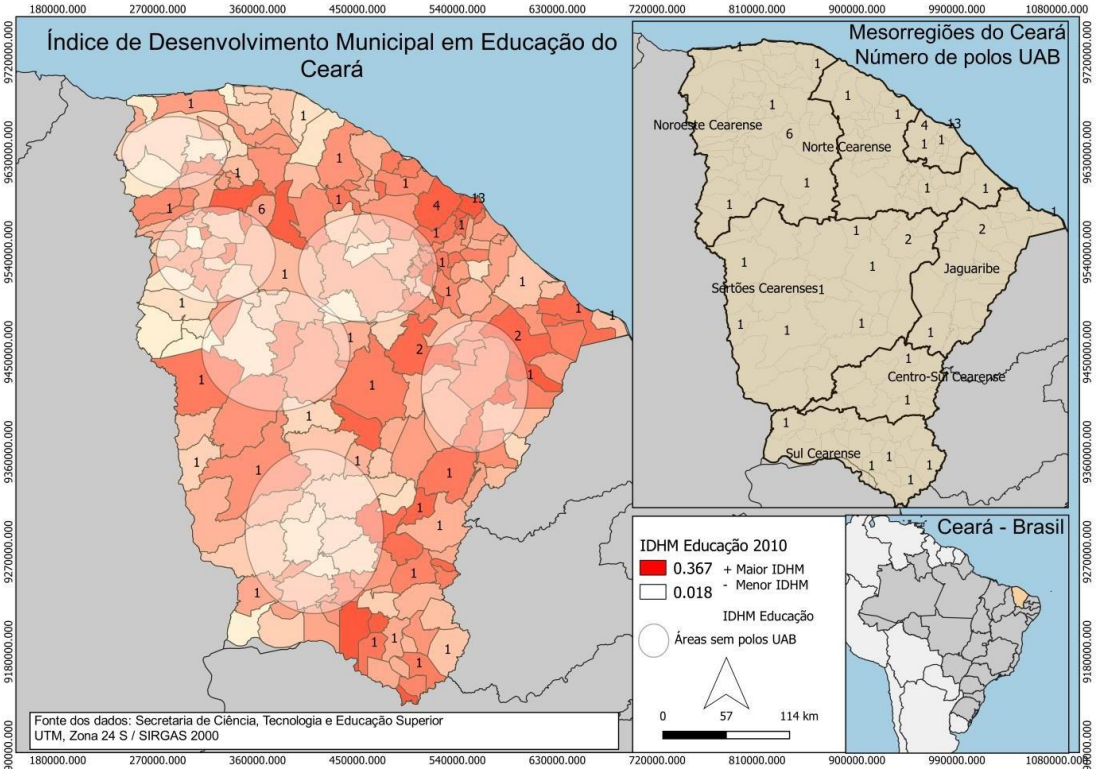
Por meio do quadro 1 pode ser analisado que existem municípios com ofertas de seis ou mais cursos, no entanto, a maior oferta é registro de cursos entre 3 e 4 opções por município, nesse sentido, estão distribuídos de forma irregular em todo o estado.

Assim, pode- se inferir que a distribuição das UABs no espaço geográfico é irregular demonstrando que as estruturas educacionais devem ser levadas em consideração em todas as áreas que necessitam desse direito constitucional. Perante o exposto, fica evidenciado que, proporcionalmente, quanto mais distante das áreas urbanas centrais, como Fortaleza e região Metropolitana e o município de Sobral, mais diminuem as ofertas de cursos.

Ademais, as universidades públicas Fundação Universidade Estadual do Ceará - Funece, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – Unilab, Universidade Federal do Ceará - UFC e Universidade Estadual Vale do Acaraú - UVA são responsáveis pela gestão, direção e validação dos cursos inseridas no sistema UAB no Ceará. Vale ressaltar que todos os cursos são ofertados de forma virtual, no entanto, para dar maior apoio aos alunos, existem polos de apoio presencial, assim, fortalecendo a implementação e oferta dessa política pública de ensino superior à sociedade.

Nesse sentido, é relevante avaliar a relação de indicadores educacionais com a localização dos polos UAB no Ceará, assim, é possível evidenciar na figura 2 que existem inúmeras áreas do estado sem instituições de ensino superior com registro de baixo nível de IDHM em educação.

Figura 2 – Índice de Desenvolvimento Humano Municipal em educação no Ceará.



Fonte – Autores (2023).

O IDHM educação realiza avaliação de indicadores relacionados com a escolaridade da população, idade, série que estuda evasão escolares e demais dados que aferem o desenvolvimento educacional da população, entre elas, o nível de escolaridade está diretamente ligado com as instituições de ensino superior.

A partir disso, o Estado do Ceará possui apenas 6 polos da UAB localizados em municípios com baixo IDHM em educação, todos com apenas um polo por município, os demais estão localizados em nível alto ou muito alto.

Por esse motivo, fica evidenciado que as áreas da figura 2 sem polos da UAB possuem carência em instituições de ensino superior, pois as universidades que gerenciam os polos (UVA, UECE, UFC e URCA) não possuem nenhum campi universitários nessas áreas. Além disso, existem poucos campi do Instituto Federal do Ceará - IFCE, registrando apenas dois campi em áreas marcadas com vazios de instituições públicas de ensino superior.

Dessa forma, aos relacionar os indicadores educacionais com o desenvolvimento educacional da população, áreas sem registro de IEs e a grande demanda da sociedade de melhorar a qualidade da formação educacional da população.

Considerações finais

Pela observação dos aspectos analisados, ficou evidenciado que, por meio dos dados apresentados, o estudo no contexto da educação a distância por meio dos polos das Universidades Abertas do Brasil – UAB sob a ótica da real espacialização dos polos cearenses e de suas respectivas ofertas de cursos é de extrema importância no sentido de se ter uma visão mais extensiva das informações, no que tange à descentralização e interiorização do ensino superior na modalidade virtual e o alcance dessa política pública na sociedade.

Vale ressaltar que o trabalho atingiu seu objetivo no que tange a proposta deste artigo, no entanto, não cabe aqui findar o teor do assunto, pois ao estudar sobre a Universidade Aberta do Brasil – UAB tem-se um vasto leque de direcionamento a ser estudado, tratando- se dessa política pública de ensino como essencial à Educação Pública Superior.

Referências

Mill, Daniel. Educação a Distância: cenários, dilemas e perspectivasDistance Education: scenarios, dilemmas and perspectives. R. Educ. Públ.Cuiabá, v. 25n. 59/2p. 432-454maio/ago. 2016.

Plano Nacional de Educação (PNE 2001-2010). Brasília, DF, 2001. Disponível em: <http://www.observatoriodopne.org.br/uploads/reference/file/439/documento-referencia.pdf>. Acesso em: .

SANTOS, Milton. Técnica, Espaço, Tempo: Globalização e meio técnico científico e informacional. 5. ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2013.

SisUAB. Acesso em <https://sisuab2.capes.gov.br/sisuab2/login.xhtml> Data de acesso 25 de maio 2022.

CAVALCANTI, Lana de Souza. A Geografia escolar e a cidade: ensaios sobre o ensino de geografia para a vida urbana cotidiana. Campinas, SP: Papirus, 2008. 15-32 p.

BRASIL. Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES. Acesso em <https://uab.capes.gov.br/uab?view=default>. Data de acesso. 2021 .

BRASIL. Decreto 5.622 de 19 de Dezembro de 2005. BRASIL. DECRETO Nº 5.800 de 8 de junho de 2006.

FERRUGINI, Lilian; SOUZA, Donizeti Leandro; SIQUEIRA Marcio; CASTRO, Cleber Carvalho. Educação a distância como política de inclusão: um estudo exploratório nos polos do sistema Universidade Aberta do Brasil em Minas Gerais. Revista Gestão Universitária na América Latina - GUAL, vol. 6, núm. 2, 2013, pp. 1-21.

FLORES, Claudia Regina; ERN, Edel; TANEJA, Inder Jeet; SILVA, Tatiana da. Avaliação de cursos de licenciatura em física e matemática a distância: um modelo possível. Avaliação, Campinas; Sorocaba, SP, v. 15, n. 2, p. 181-200, jul. 2010.

MORAES, R. C. C. Educação a Distância e efeitos em cadeia. Cadernos de Pesquisa, v.40, n.140, p. 547-559, maio/ago. 2010.

PERIM, Gianna Lepre; SAKAI, Marcia; ALMEIDA, Márcio; MARCHESE, Maurício; MATSUO, Tiemi. A avaliação institucional no curso de Medicina da Universidade de Londrina: uma experiência inovadora. Revista brasileira de educação médica. 32 (2). 2008. P, 217 – 229.

SANTOS, Milton. A Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção. São Paulo, EDUSP, 2006.

Haesbaert, Rogério. Ordenamento Territorial. Boletim Goiano de Geografia, v, 26. N, 1, 2006.

Mapeamento Geomorfológico de Semidetalhe do Município De Pacatuba - SE

Semidetail geomorphological mapping of Pacatuba county state of Sergipe

Iuri Oliveira dos Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0009-0005-3390-9696
iuriooolv@gmail.com

Roberto Silva Santos Junior
Universidade Federal de Sergipe
jhonathanjunior0308@gmail.com

Renata Nunes Azambuja
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0001-6730-7152
renatageo.ufs@gmail.com

Ronaldo Missura
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0003-0141-3184
ronaldomissurs@academico.ufs.br

Resumo: O presente trabalho fruto de uma pesquisa de iniciação científica, buscou mapear as unidades geomorfológicas em escala de semidetalhe o município de Pacatuba- SE. O município está localizado do litoral norte do estado de Sergipe. Este município se encontra no limite entre as morfoesculturas dos tabuleiros costeiros e da planície litorânea, sendo esta última desenvolvida pelo aporte de cordões de sedimentos de terraços da foz do rio São Francisco. Sendo estes parcialmente recobertos por depósitos dunares. As morfologias foram mapeadas utilizando-se sistemas de informação geográfica e individualização de padrões texturais de relevo. O mapeamento identificou e caracterizou os seguintes compartimentos: Campos de Dunas Fixas, Campos de Dunas Móveis, Planícies Marinhas (restingas), Planícies fluviomarinhas (mangues), Planície Marinha (praia), Planícies de inundação (várzeas), Terraços marinhos, Tabuleiros, Tabuleiros dissecados.
Palavras-chave: Unidades Geomorfológicas. Sistemas de Informação Geográficas. Padrões Texturais.

Abstract: The present work, the result of a scientific initiation research, sought to map the geomorphological units in a semidetail scale in the municipality of Pacatuba-SE. The municipality is located on the north coast of the state of Sergipe. This municipality is located on the limit between the morpho-sculptures of the coastal tablelands and the coastal plain, the latter being developed by the input of sediment cords from terraces at the mouth of the São Francisco River. These being partially covered by dune deposits. The morphologies were mapped using geographic information systems and individualization of relief textural patterns. The mapping identified and characterized the following compartments: Fields of dunes, fixed dunes, Fields of movable dunes, Marine plains (restingas), Fluviomarine plains (mangroves), Marine plain (beach), Floodplain floodplains, Marine terraces, Boards, Dissected boards.
Keywords: Geomorphological Units. Geographic Information Systems. Relief Texture Patterns.

Introdução

O relevo da superfície terrestre é o resultado de interações dos processos de trocas de energia e matéria que se desenvolvem nessa interface no tempo e no espaço. Segundo Florenzano (2008), a geomorfologia é uma ciência que estuda as formas de relevo, sua gênese, composição (materiais) e os processos que nelas atuam. A observação das formas de relevo não só é estudada somente pela geomorfologia, mas também por outras ciências

da terra que estudam os componentes da superfície terrestre, bem como na definição da fragilidade e vulnerabilidade do meio ambiente e no estabelecimento de legislação para a sua ocupação e proteção.

NUNES et al. (2018), enfatiza que a Cartografia Geomorfológica se constitui em um importante instrumento na espacialização dos fatos geomorfológicos, permitindo representar a gênese das formas do relevo e suas relações com a estrutura e processos, bem como a própria dinâmica dos processos, considerando suas particularidades. Hoje com geotecnologia, imagens de satélites, entre outras ferramentas e Sistema de Informação Geográfica- SIGs disponibilizadas facilmente pela internet, tornando mais acessível uma análise completa da paisagem do relevo de forma até mesmo remota, contribuindo assim com a otimização da pesquisa, reduzindo tempo e custos em campo e propiciando uma melhor visualização, em diferentes escalas, dos compartimentos morfológicos.

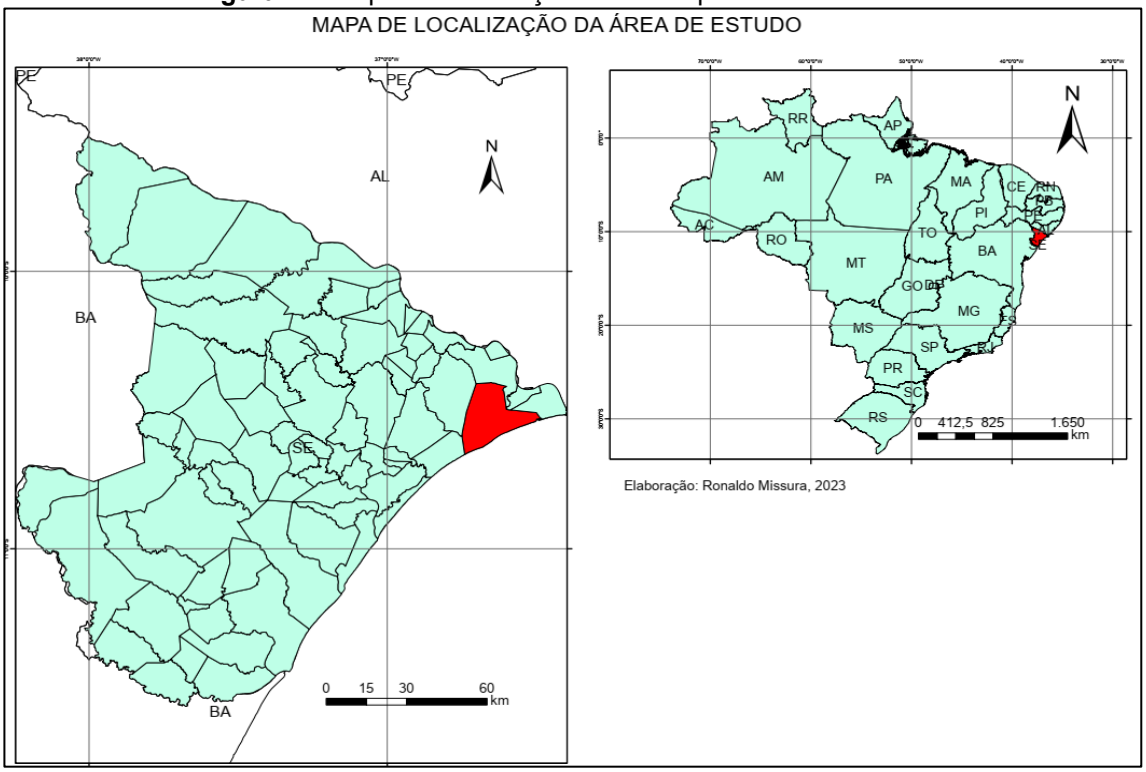
Este trabalho trata-se do mapeamento geomorfológico município de Pacatuba com ênfase no modelados encontrados no seu setor litorâneo. Município este que se encontra entre as coordenadas -36,7878 -10,6671 ; -36,4491 -10,3947 com uma área de 373,8km² localizada no Litoral Norte do Estado de Sergipe(figura 01).

Pode-se que afirmar que ainda hoje não existe um método unificado internacional de mapeamento geomorfológico, apesar das publicações de Verstappen et.al (1968) e Demek (1972). Contudo desde a publicação destes trabalhos não houveram atualizações e ampliações de metodologias de mapeamento geomorfológico que abarquem: a diversidade de formas de relevo que são encontradas em nosso planeta, a complexidade de escalas apropriadas aos diversos táxons de mapeamento, a complexidade e variedades dos objetivos estudados pela geomorfologia e à consequente dificuldade em classifica-los. No Brasil temos usado as metodologias adaptadas de Tricart (1965), Ab'Saber (1969), do projeto RADAM BRASIL Gatto et.al (1983) e de Ross (1992, 1996), estas metodologias que propõe uma classificação em níveis taxonômicos, com base na morfologia e na gênese. Neste trabalho utilizamos os táxons 3º- Unidade Morfológicas ou aos Padrões de Formas semelhante e em alguns casos o 4º- Tipos de forma de relevo. Estes modelados foram classificados de acordo com as bibliotecas de padrões de relevo elaborado por Dantas (2016) em projeto da CPRM – Serviço Geológica do Brasil, carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa, cujo modelados utilizados neste mapeamento foram: o domínio das unidades gravitacionais que são os Campos de Dunas, Planícies de Inundação (Várzeas), Terraços Marinhos, Planícies Fluviomarinhas (mangues), Planícies Fluviomarinhas (brejos), Planícies Marinhas e Planícies Fluviolacustres (brejos), seguindo do domínio das unidades denudacionais em rochas sedimentares pouco litificadas, compreendidos pelos Tabuleiros e Tabuleiros Dissecados. Também foi utilizado o projeto de mapeamento geomorfológico Porto

Seguro - Santa Cruz Cabrália, Dantas et. Al (2002), com sua unidade morfoestrutural o grupo Barreiras e sua morfoesculturas de tabuleiros costeiros, como os Tabuleiros pouco dissecados, Tabuleiros muito dissecados e Escarpas degradadas. Utilizou-se também o manual técnico de geomorfologia do IBGE (2009) para nortear a metodologia de individualização das unidades de relevo e dos modelados. Estas compartimentações geomorfológicas dos dois projetos e do manual do IBGE possibilitaram uma classificação e individualização, mais acurada dos compartimentos geomorfológicos do município de Pacatuba.

Nesta pesquisa o objetivo foi mapear em escala de semidetalhe os modelados geomorfológicos do Município de Pacatuba, tendo como intuito inventariar e compreender a paisagem geomorfológica do mesmo, mas ao mesmo tempo servindo de informação que possa subsidiar trabalhos e estudos da paisagem, sendo também utilizado segundo Florenzano (2008), para fins de zoneamento agrícola, ecológico e econômico, como suporte ao planejamento agrícola e turísticos e urbano do município. Foi efetivado o mapeamento pela metodologia de mapeamento geomorfológico proposta por IBGE (2009).

Figura 17: Mapa de localização do município de Pacatuba - SE.



Fonte: IBGE (2022). Elaborado pelo autor.

Objetivos

- Realizar o mapeamento geomorfológico de semidetalhe do Município de Pacatuba-SE.

Objetivos específicos:

- Levantar material cartográfico e bibliográfico disponível para a área de estudo;
- Tratar e elaborar material cartográfico preliminar para o mapeamento geomorfológico em ambiente SIG, gerar curvas de nível, mapa de declividade, mapa de relevo sombreado, perfis topográficos.
- Elaborar o mapeamento geomorfológico de detalhe dos modelados de relevo da área de estudo.

Metodologia

Para a realização do mapeamento de semidetalhe do município de Pacatuba – SE, inicialmente buscou-se realizar uma pesquisa bibliográfica sobre técnicas de mapeamento e cartografia geomorfológica, priorizou-se a elaboração dos mapeamentos em ambiente SIG utilizando os programas ARCMAP 10.6 e QGIS 3.22. Foi feito o levantamento de documentação e produtos cartográficos e de sensoriamento remoto que servissem ao mapeamento geomorfológico da área de estudo. Como base para a elaboração do mapa dos modelados usou-se os MDEs raster Alos Palsar com resolução de 12,5m, disponibilizados pela NASA EarthData de 2006 a 2011, que foi um projeto conjunto entre a Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) e a Japan Resources Observation System Organization (JAROS). É importante sempre elaborar-se o mapeamento com acurácia neste sentido este trabalho buscou trabalhar com uma escala de mapeamento de semidetalhe máxima de 1:25000, apresentando uma acurácia de até em 5m em objetos no terreno e de 0,2mm no mapa, esta escala conforme as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional (BRASIL, 1984) cujo Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) varia de 12,5m a 25m, o que corresponde a 0,5mm a 1mm na escala da carta. E o erro-padrão (EP) tolerável varia de 7,5m a 15m, correspondendo a 0,3mm a 0,6mm da escala da carta. Com a escala adotada este mapeamento apresenta maior confiabilidade na exatidão. Utilizou-se também MDEs do projeto Relevo Brasileiro com 90m de resolução, disponibilizados pela EMBRAPA. A partir dos MDEs Palsar, foram gerados em ambientes SIG, com os programas Arcmap (versão 10.6) e QGis (versão 3.22), os modelos de relevo sombreado, curva de nível e mapas de declividade. Em conjunto utilizado também, imagem de satélites do Banco de dados do ArcGis e do google maps (CNES/AIRBUS) através do plugin Openlayer do QGIS. Com as sobreposições das imagens de satélites e dos modelos MDEs e gerados pelos programas, foram identificados e individualizados cada unidade de modelado de acordo com a textura da imagem de relevo sombreado, reflexo da dissecação e densidade de drenagem apresentada pelo relevo. Com esses parâmetros foi possível individualizar os conjuntos de texturas de relevo semelhantes e vetoriza-las em polígonos, formando assim as unidades de relevo. Criando a partir das

ferramentas de edição de polígonos dos SIGs as unidades de feição que foram individualizadas. Com o intuito de somar com a análise qualitativa do relevo, desta forma classificados conforme as unidades de relevo determinadas por IBGE, 2009 e Dantas et. Al., (2016).

Resultados e Discussões

Neste trabalho foram identificadas 10 unidades morfológicas do relevo abordando os aspectos morfológicos do relevo da área mapeada, esta análise corresponde ao primeiro nível de abordagem de estudos do relevo proposta por Ab´Saber (1969), a compartimentação topográfica regional e características morfológica. O município de Pacatuba apresenta os seguintes compartimentos Morfoestruturais e morfoesculturias: Depósitos Sedimentares Quaternários (Planícies Costeiras e Fluviais) e Bacias e Coberturas Sedimentares fanerozóicas (Tabuleiros e Tabuleiros costeiros).

A área de estudo foi mapeada individualizando cada unidade de relevo e classificando-as segundo a biblioteca de padrões de relevo proposta por Dantas et. Al. 2016 como:

Campos de Dunas Fixas (R1f1) - Relevo de agradação. Zona de acumulação atual ou subatual. Superfícies de relevo ondulado, constituídas de depósitos areno-quartzosos bem selecionados, depositados por ação eólica longitudinalmente à linha de costa, podendo também se desenvolver em zonas interioranas. As dunas fixas caracterizam-se, preferencialmente, por dunas do tipo parabólica, hairpin ou nebka e recebem esse nome em função da fixação, por conta da vegetação pioneira que recobre os depósitos de areia, que às vezes é do tipo arbustiva e outras do tipo rasteira, o que diminui a ação do vento sobre estes depósitos levando a estabilização dos mesmos. São constituídos por areia fina a muito fina, de coloração amarelada a esbranquiçada. Em sua maioria apresenta-se recoberta vegetação herbácea-arbustiva, formando relevo com declividades entre 3º-30º, com formas onduladas de baixas colinas suaves e depressões, que em sua maioria formam corpos lagunares intermitentes ou perenes. Estes relevos e seus depósitos estruturantes apresentam-se sobrepondo antigos terraços fluviomarinhos da foz do Rio São Francisco, este por vezes, influem na distribuição desses campos de dunas. Já que a orientação destes campos de dunas segue o mesmo sentido da deposição dos cordoes de terraços fluviomarinhos.

Campos de Dunas Móveis (R1f2) - Relevo de agradação que se desenvolve ao longo da planície litorânea, zona de acumulação atual ou subatual. Constituídas de depósitos arenoquartzosos bem selecionados, depositados por ação eólica longitudinalmente à linha de costa. Superfícies de relevo ondulado, constituídas de depósitos arenoquartzosos bem

selecionados, depositados por ação eólica longitudinalmente à linha de costa. As dunas móveis caracterizam-se, preferencialmente, por dunas do tipo barcana e são constituídas, essencialmente, por depósitos de areia de granulometria fina a média, bem selecionados de coloração esbranquiçada e encontram-se desprovidos de vegetação apresentando, portanto, de expressiva mobilidade. Esta unidade se encontra no meio do campo de dunas fixas com orientação SW-NE.

Corpo d'água (Cda1) - Qualquer corpo de água fluente. Apresentam-se em terrenos perfeitamente drenados nas planícies de inundação.

Planícies Marinhas (Restingas) R1e – Relevo de agradação. Zona de acumulação atual. Superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenosos, apresentando microrrelevo ondulado, geradas por processos de sedimentação marinha. Terrenos bem drenados e não inundáveis elaborados sobre terraços marinhos e cordões arenosos.

Planícies Fluviomarinhas (Mangues) (R1d1) – Encontrada principalmente bem próximo da faixa litorânea sob influência da ação da maré, com extensão de Terrenos lamosos, saturados em água, muito ricos em matéria orgânica, encontram-se no setor mais a leste e norte do litoral do município de Pacatuba, nas localidades conhecidas como Ponta dos Mangues. Apresenta Superfícies planas, de interface com os sistemas deposicionais continentais e marinhos, constituídas de depósitos argiloarenosos a argilosos. Terrenos periodicamente inundados, com padrão de canais bastante meandrantes e divagantes, sob influência de refluxo de marés. Muito baixa capacidade de suporte dos terrenos. São áreas que na localidade sofre muito com o impacto da substituição desta paisagem por tanques de carcinicultura.

Planície Marinha (*Praia)* (R1e1) - Representam um subambiente das planícies marinhas (R1e). Também consistem de superfícies sub-horizontais, constituídas de depósitos arenosos, geradas por processos de sedimentação marinha. Terrenos bem drenados, porém, sujeitos à variação de maré, sendo elaborados sobre terraços marinhos e cordões arenosos. Ocorrem ao Longo de todo o litoral do município sendo apenas interrompido pelas desembocaduras dos canais de maré que se desenvolve no litoral do município.

Planícies de Inundação (Várzeas) (R1a) - Ocorrem preferencialmente ao longa da drenagem do rio Betume no setor central dos municípios, esta unidade desenvolve-se no sentido Sul- Norte, na área do município. Esta planície ocorre desenvolvendo-se nos depósitos sedimentares dos terraços fluviomarinhos da foz Rio São Francisco. Tendo o rio Betume como principal canal que desemboca no rio São Francisco. Segundo Dantas et. al. 2016 essa unidade de relevo apresenta superfícies sub-horizontais constituídas de depósitos arenosos ou arenoargilosos a argilosos, bem selecionados, situados nos fundos de vales. Apresentam gradientes extremamente suaves e convergentes em direção aos cursos d'água

principais. Terrenos imperfeitamente drenados nas planícies de inundação, sendo periodicamente inundáveis; bem drenados nos terraços. Os abaciamentos em áreas planas e as Áreas de Acumulação Inundáveis, forma grande área alagada conhecida localmente como Pantanal de Pacatuba.

Terraços marinhos (R1b3) – estruturas de depósitos sedimentares do Quaternário na planície marinha da foz do Rio São Francisco, estes terraços são formados por diversos cordões sedimentares desde a base do tabuleiro até a linha de costa, sendo cortados pela planície de várzea do rio Betume, e por vezes encobertos por depósitos eólicos dunares. São constituídas de depósitos arenosos, apresentando microrrelevo ondulado, geradas por processos de sedimentação marinha e/ou eólica. Terrenos bem drenados e não inundáveis.

Tabuleiros (R2a1) -Ocorrem no setor oeste da área do município. Estruturam-se em coberturas da Formação Barreias. Segundo Dantas et. al. 2016 essa unidade de relevo apresenta formas de relevo suavemente dissecadas, com extensas superfícies de gradientes extremamente suaves, com topos planos e alongados e vertentes retilíneas nos vales encaixados em forma de “U”, resultantes de dissecação fluvial recente. Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Ocorrências esporádicas, restritas a processos de erosão laminar. No município são áreas usadas para produção de cana e fruticultura.

Tabuleiros dissecados (R2a2) - Formas de relevo tabulares, dissecadas por uma rede de canais com alta densidade de drenagem, apresentando relevo movimentado de colinas com topos tabulares ou alongados e vertentes retilíneas e declivosas nos vales encaixados, resultantes da dissecação fluvial recente. Predomínio de processos de pedogênese (formação de solos espessos e bem drenados, em geral, com baixa a moderada suscetibilidade à erosão). Ocorrência de processos de erosão laminar ou linear acelerada (sulcos e ravinas). Pode ser observado paralelo aos tabuleiros na parte oeste e central do município, entre os tabuleiros conservados e coalescendo com relevo em rampas para o setor da planície litorânea.

A seguir são apresentados os dados quantitativos referentes da área que foi mapeada (tabela 01), bem como o mapeamento geomorfológico da área (figura 02).

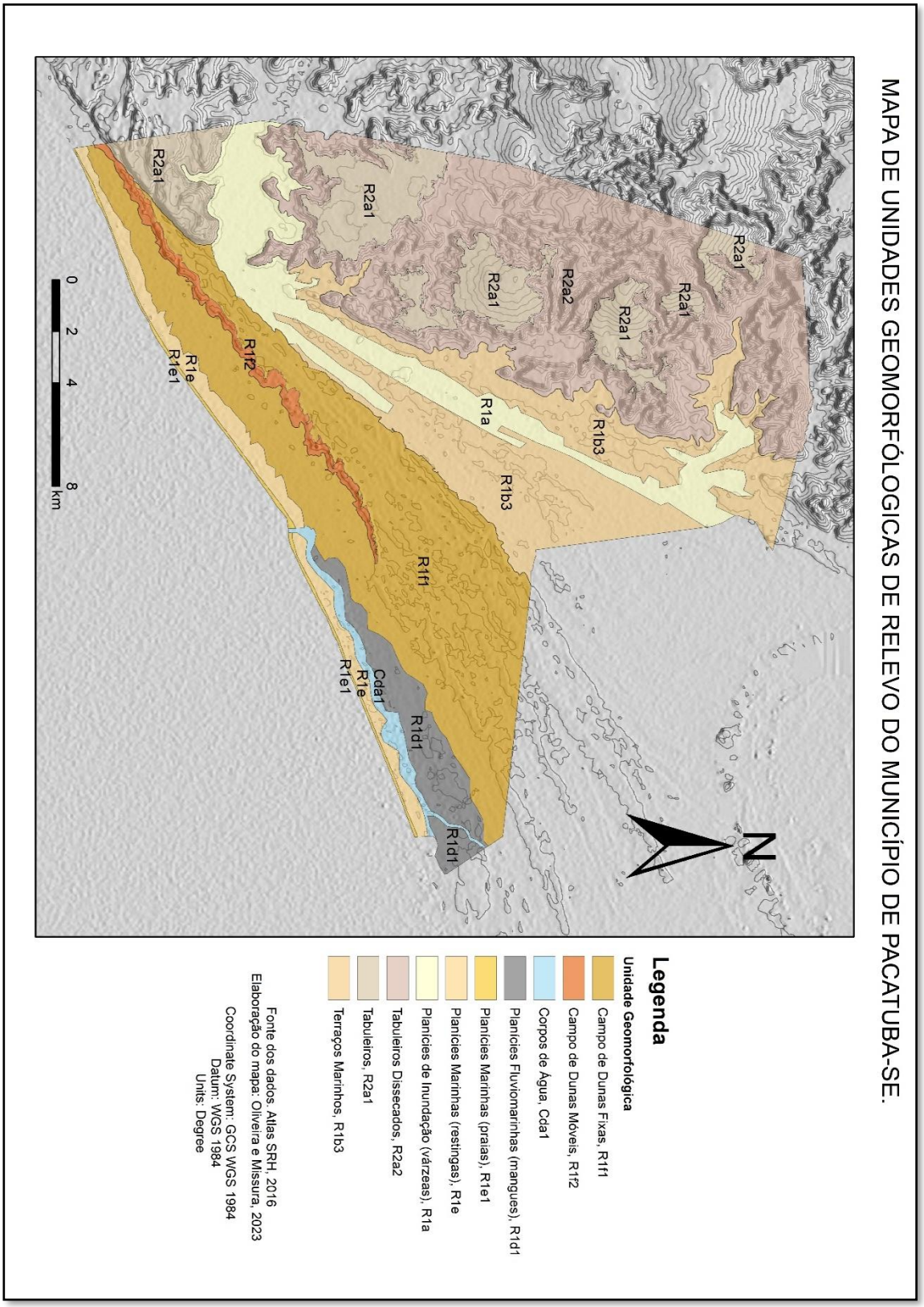
Tabela 3: Quantificação das unidades de Relevo do município de Pacatuba-SE.

UNIDADE MORFOLÓGICA	ÁREA EM M²	ÁREA EM KM²	PORCENTAGEM DA ÁREA	SIGLA	DECLIVIDADE
Campo de Dunas Móveis	7463032,328	7,46	1,793	R1f2	10º-25º
Corpos de Água	4989385,381	4,99	1,198	Cda1	0°
Campo de Dunas Fixas	100999085,8	101,00	24,26	R1f1	3º-30º

Planícies de Inundação (várzeas)	41378964,79	41,38	9,939	R1a	0º
Planícies Fluviomarinhas (mangues)	16280768,5	16,28	3,911	R1d1	0º
Planícies Marinhas (praias)	2710780,554	2,71	0,651	R1e1	0º-5º
Planícies Marinhas (restingas)	14105351,29	14,11	3,388	R1e	0º-5º
Tabuleiros	48477120,46	48,48	11,644	R2a1	0º-3º
Tabuleiros Dissecados	111753993,2	111,75	26,843	R2a2	10º-25º
Terraços Marinhos	68594147,67	68,59	16,476	R1b3	0º-5º

Fonte: Elaborado pelo autor, (2023).

Figura 18: Mapa de unidades Geomorfológicas do Relevo do Município de Pacatuba -SE.



Fonte: Elaborado pelo autor, (2023).

Conclusão

Este mapeamento Geomorfológico do município de Pacatuba, trabalhou com uma escala de 1:25.000 de mapeamento e de 1:120.000 de apresentação, teve o objetivo de

abordar a compartimentação do relevo e caracterização morfológica (analisa os diferentes níveis topográfico e as características do relevo, destacando a morfologia), nível de abordagem proposto por Ab´ Saber (1969), retomado por Casseti (2007). Este estudo morfológico da paisagem, demonstrar a importância do mapeamento (e das geotecnologias) para a Geografia, como forma de subsídios para trabalhos que poderão a partir dela destrinchar os outros níveis de abordagem proposto por Ab´ Saber (1969), como a estrutura superficial da paisagem (relaciona os depósitos correlativos com as condições climáticas, enfatizando a morfogênese) e processos morfoclimáticos e pedogênicos atuais, a morfodinâmica, inserindo o homem como agente desses processos o planejamento agrícola do município bem como outros diversos usos que pode advir deste mapeamento. Portanto considera-se esse trabalho o ponto inicial para trabalhos mais aprofundados de todos os aspectos do relevo do município (morfológico, morfogenéticos, morfocronológicos e morfodinâmicos), sendo assim, base para os estudos pertinentes ao município de Pacatuba - SE. Como também manual para futuras elaboração de ordenamento e zoneamento urbano e agrícola da área mapeada.

Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A. N. Ritmo da epirogênese pós - cretácica e setores das superfícies neogênicas em São Paulo. Universidade de São Paulo, Instituto de Geografia, 1969.

BERTOLINI, W. Z.; DEODORO, S. C. Estudo da dissecação do relevo no alto rio Piranga (MG). Geociências (São Paulo), v. 37, n. 1, p. 183-192, 2018.

BRASIL. Presidência da República. Casa Civil. Decreto nº 89.817, de 20 de junho de 1984. Estabelece as instruções reguladoras das normas técnicas da cartografia nacional. Brasília, DF: Presidência da República, 1984. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1980-1989/D89817.htm. Acesso em: 20 jun. 2023.

CASSETI, V.; Geomorfologia: Introdução à Geomorfologia. [S.l.], [s.n.], 2007.

DANTAS, M. E. Biblioteca de padrões de relevo: carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação. Rio de Janeiro: CPRM, 2016.

DANTAS, M. E.; MEDINA, A. de M. Ivo; SHINZATO, E. Geomorfologia da Costa do Descobrimento - Extremo Sul da Bahia: Municípios de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália. Augustus, v. 7, n. 14, p. 41-47, 2002.

DEMEK, Jaromír (Ed.). Manual of detailed geomorphological mapping. Czechoslovak Academy of Sciences, 1972.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2016.

CARVALHO, L. M. de; MARTINS, V. de S. Geodiversidade do estado de Sergipe. Salvador: CPRM, 2017.

IBGE. Noções básicas de cartografia. Rio de Janeiro: IBGE, 1999.

IBGE. Manual técnico de geomorfologia. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DE DETALHE DO MUNICÍPIO DE CUMARU - PE. NUNES, L. M. S.; BARBOSA, G. G.; RÊGO, G. N. do; SILVA, S K. de S.; CAVALCANTI, L. C. de S. Mapeamento Geomorfológico de Detalhe do Município de Cumaru – PE. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOGRAFIA, 12., 2018, Crato. Anais... Crato: [s.n.], 2018, p. 1-8.

ROSS, J. L. S. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. São Paulo: Rev. Geografia, 1992.

ROSS, J. L. S. Geomorfologia aplicada aos EIAS-RIMAS. Geomorfologia e meio ambiente, v. 3, p. 291-336, 1996.

SAMPAIO, T. V. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Índice de concentração da rugosidade: uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 15, n. 1, p. 47-60, 2014.

SOUZA, L. F. de; SAMPAIO, T. V. M. Aplicação do Índice de Concentração da Rugosidade à identificação de classes de dissecação do relevo: uma proposta de quantificação e automatização em ambiente SIG. In. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO. 3., 2010, Recife. Anais... Recife: [s.n.], 2010, p. 27-30.

TRICART, J. Pincipes et méthodes de la géomorphologie. Paris: Masson, 1965.

VERSTAPPEN, H. T.; VAN ZUIDAM, R. A. ITC textbook of Photo-Interpretation VII: 2–ITC system of geomorphological survey. ITC, Delft, The Netherlands, 1968.

Classificação de imagens derivadas de LIDAR para análise do uso e cobertura da terra e da erosão no semiárido pernambucano

LIDAR-derived images classification for analysis of land use, land cover and erosion in the semi-arid region of Pernambuco

Ilamar Antônio da Silva
Licenciatura em Geografia, UPE - Universidade de Pernambuco, *Campus* de Garanhuns
Orcid 0000-0001-6778-7440
ilamar.silva@upe.br

Éwerton Gabriel Soares de Moura Silva
Licenciatura em Geografia, UPE - Universidade de Pernambuco, *Campus* de Garanhuns
Orcid 0009-0002-6043-6781
ewerton.gabriel@upe.br

Maria Eduarda Godoi Pinto
Licenciatura em Geografia, UPE - Universidade de Pernambuco, *Campus* de Garanhuns
Orcid 0009-0004-7565-7864
mariaeduarda.pinto@upe.br

Sidney Walison Santos da Silva
Licenciado em Geografia, UPE - Universidade de Pernambuco, *Campus* de Garanhuns
Orcid 0009-0002-5734-4026
exesidneycontacton@gmail.com

Kleber Carvalho Lima
Departamento de Geografia, UPE - Universidade de Pernambuco, *Campus* de Garanhuns
Orcid 0000-0002-9468-2473
kleber.carvalho@upe.br

Resumo: A classificação do uso e da cobertura da terra representa um pape importante para analise ambientais e também socioeconômicas dependendo do objetivo de estudo. O trabalho teve como base a análise do uso e cobertura da terra e da erosão no semiárido pernambucano, com o auxílio de tecnologias como a LIDAR para obter uma boa classificação de uso da terra, assim permitindo mapear diferentes tipos de cobertura vegetal, áreas suscetíveis à erosão entre outros elementos encontrados nas áreas, com maior eficácia. No presente trabalho foram selecionadas duas áreas que estão em setores degradados localizados no estado de Pernambuco nos municípios de Floresta e Itacuruba. A partir da classificação foi possível ser analisada a dinâmica dos processos erosivos em ambas as áreas, e com o uso de técnicas de geoprocessamento foi possível identificar as diferentes formas em como o homem ocupa o espaço geográfico.

Palavras-chave: LiDAR, Uso da terra, Processos erosivos.

Abstract: The work was based on the analysis of land use and cover and erosion in the semi-arid region of Pernambuco, using technologies such as LIDAR to obtain a good classification of land use, thus allowing to map different types of vegetation cover, areas susceptible to erosion among other elements found in the areas, with greater efficiency. In the present work, two areas were selected that are located in degraded sectors, in the State of Pernambuco, in the municipalities of Floresta and Itacuruba. From the classification it was possible to analyze the dynamics of erosive processes in both areas, and with the use of geoprocessing techniques it was possible to identify the different ways in which man occupies the geographical space.

Keywords: LiDAR, Land use, Erosive processes.

Introdução

A análise do uso e da cobertura da terra desempenha um papel crucial na compreensão das dinâmicas ambientais e socioeconômicas de uma determinada região. No semiárido pernambucano, essa análise torna-se relevante devido à vulnerabilidade econômica da região, em que as populações utilizam a terra como meio de sobrevivência, onde, muitas vezes, a falta de manejo adequado dos terrenos tem causado graves problemas ambientais e econômicos. Nesse sentido, a utilização de tecnologias avançadas de sensoriamento remoto, como o LiDAR (Light Detection and Ranging) tem se mostrado uma ferramenta importante para a classificação e a obtenção de informações detalhadas sobre a superfície terrestre.

As imagens de alta resolução possuem baixa resolução espectral, o que segundo Pinho et al. (2007), pode ser primordial na análise de uma área, já que pode ser representada de maneira bem mais complexa, onde o objeto alvo pode ser identificado de maneira mais eficaz. Os dados obtidos com tecnologia LíDAR, podem ser considerados um grande aliado para análise de diversos fatores e também podem ser aplicados em diferentes áreas.

É nessa perspectiva que a utilização de tecnologia LiDAR para se analisar o uso e a cobertura da terra no semiárido pernambucano é pertinente, pois permite a classificação precisa e eficiente, além do mapeamento detalhado dos diferentes tipos de cobertura vegetal e usos do terreno, das áreas com ocorrência de erosão, dos tipos de canais de drenagem e outros elementos presentes, fornecendo uma visão abrangente e detalhada do cenário ambiental.

Essa análise detalhada contribui para a identificação de áreas suscetíveis à degradação ambiental, o que possibilita a adoção de medidas de conservação e planejamento adequadas. Compreender as mudanças na distribuição do uso da terra ao longo do tempo é fundamental para orientar políticas públicas e práticas de manejo sustentável, visando à preservação dos recursos naturais e ao desenvolvimento equilibrado do semiárido pernambucano e do Nordeste como um todo, conforme apontou Correa (2011). A análise do uso e cobertura da terra tem um papel importante para a compreensão do terreno, e exerce um papel importante nas áreas que sofrem com os processos erosivos.

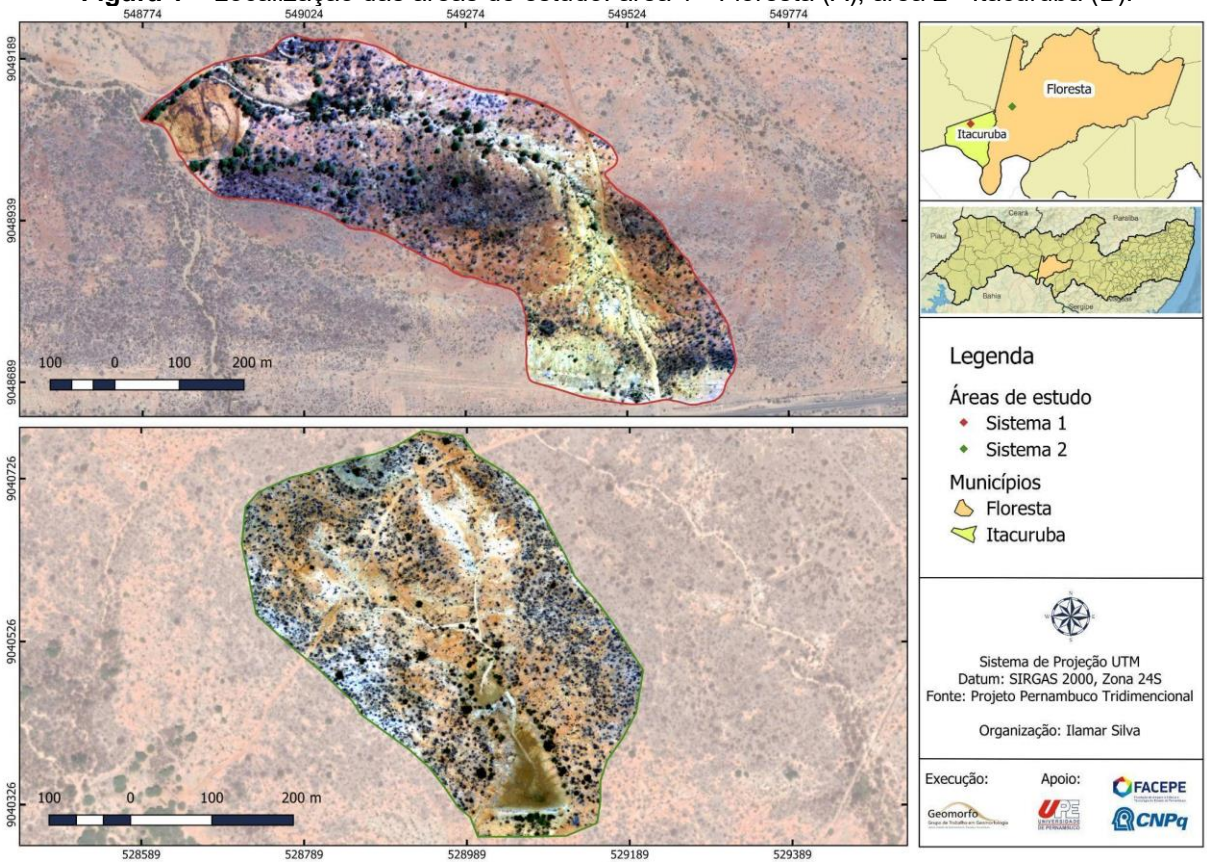
Dessa forma, o objetivo desse trabalho é avaliar o uso de imagens obtidas por tecnologia LIDAR na classificação do uso e cobertura da terra em setores degradados por erosão, localizados em municípios do Sertão de Itaparica, semiárido de Pernambuco. Ao explorar os produtos derivados dessas tecnologias, busca-se obter uma compreensão maior da dinâmica de uso e cobertura da terra em áreas com processo de desertificação, contribuindo para estudos em escala de detalhe.

Materiais e métodos

Características da Área de estudo

As áreas de estudo estão localizadas no semiárido pernambucano, sendo a primeira área localizada no município de Floresta, a cerca de 5 km da sede do município, enquanto a segunda área está localizada no município de Itacuruba, a aproximadamente 10km da sede municipal.

Figura 1 – Localização das áreas de estudo: área 1 - Floresta (A), área 2 - Itacuruba (B).



Fonte: Os autores (2023).

A classificação climática da região segundo Koppen é do tipo clima BSh – Semiárido quente, cujas temperaturas se encontram entre os 28°C e no verão ultrapassam os 30°C aumentando as taxas de evapotranspiração. As chuvas se iniciam de novembro e terminam em abril, onde a precipitação média anual é de 431,8 mm.

Geologicamente as áreas de estudo pertencem à Província da Borborema. A área 1 está sobre o lineamento de Pernambuco, com a ocorrência da Suíte Metamórfica Floresta-Airi e Suíte Malhada Vermelha. Por sua vez, a área 2 pertence ao Complexo Cabrobó, Ibó, com ocorrência do solo Luvissolos Crômicos, assim como no sistema 1 (CPRM, 2005). Encontram-

se inseridas nos domínios da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, sendo a área 1 inserida na sub-bacia hidrográfica do rio Pajeú.

Quanto ao relevo, as áreas de estudo estão inseridas em uma superfície regional de pediplanação predominantemente suave-ondulada, cortada por vales estreitos com vertentes dissecadas, resultantes de ciclos intensos de erosão que atingiram parte do sertão nordestino (SILVA, 1993).

Na área localizada no município de Floresta, predominam os Luvissolos crômicos e na área em Itacuruba, ocorrem os Planossolos Nátricos, ambos com características que favorecem a erodibilidade, a exemplo da baixa profundidade, baixa permeabilidade e mudança textural abrupta entre os horizontes.

Em ambas as áreas, a vegetação de caatinga é classificada como Savana Estépica Parque. De acordo com o IBGE (2012), são espécies que se caracterizam pela xerofilia (Caatinga hiperxerófila), sendo o clima como principal fator de sua adaptação.

Procedimentos técnicos e operacionais

Para o desenvolvimento da pesquisa, foram obtidos produtos de alta resolução do ano de 2016, gerados por perfilamento a laser, produzidos pelo Projeto Pernambuco Tridimensional (PE3D), desenvolvido pela Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos do Estado de Pernambuco e disponibilizado gratuitamente pela Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC. Para classificação das imagens, foram utilizadas ortoimagens com resolução de 1x1 m.

Para a classificação das imagens das áreas de estudo, utilizou-se o método de classificação supervisionada, com a obtenção de 120 amostras das classes a seguir: Solo exposto, Arbusto seco, Arbusto verde, Associação de capim com biocrosta, Solo com remoção de horizonte e Depósito lacustre. As classes foram escolhidas a partir de dois critérios, a saber: o primeiro foi a análise visual da imagem em detalhe, obedecendo as classes que predominaram a área da bacia; e o segundo critério foi baseado em trabalhos de campo, onde foi possível identificar e diferenciar os tipos de cobertura de cada área, obedecendo a escala adotada de 1:5.000.

O classificador utilizado foi o pixel a pixel por meio de vetorização de zonas específicas e a classificação das estruturas alvos que, por mínima distância, toma como referência, para cada classe, um ponto (pixel) no espaço multidimensional definido pela média estatística da ortofoto. O algoritmo associa cada ponto (pixel) desconhecido à classe cuja média estatística está mais próxima ao ponto (pixel) de referência/classe. Assim, cada pixel das áreas de treinamento é avaliado e assinalado à classe à qual este tem a maior probabilidade de pertencer.

Com o auxílio da ferramenta “Dzetsaka: classification”, que está disponível no software QGIS Desktop 3.16.1, foi realizada a classificação semiautomática, gerando uma camada raster com as sete classes apresentadas. A partir da dessa camada foi realizado o processo de transformação em vetor por meio da ferramenta “r.to.vect”, onde foi realizada a correção de pixels que não correspondiam à área correta.

Segundo Silva et al. (2020), esse método de classificação utilizando o “Dzetsaka: classification” possui como principais características a simplicidade e agilidade aliadas a um excelente produto de classificação. Deste modo, o mapeamento do uso e cobertura da terra foi realizado através da utilização de ferramentas do geoprocessamento que se apoiaram no processo de extração de informações contidas nas imagens obtidas por LiDAR. Após o processo de classificação supervisionada, foram elaborados os mapas com as classes identificadas.

Resultado e discussão

No município de Floresta, a área classificada (área 1) apresentou 243.509,33 m², e no município de Itacuruba, a área apresentou 152.698,05 m² (área 2). Os valores correspondentes a cada classe podem ser visualizados na tabela 1.

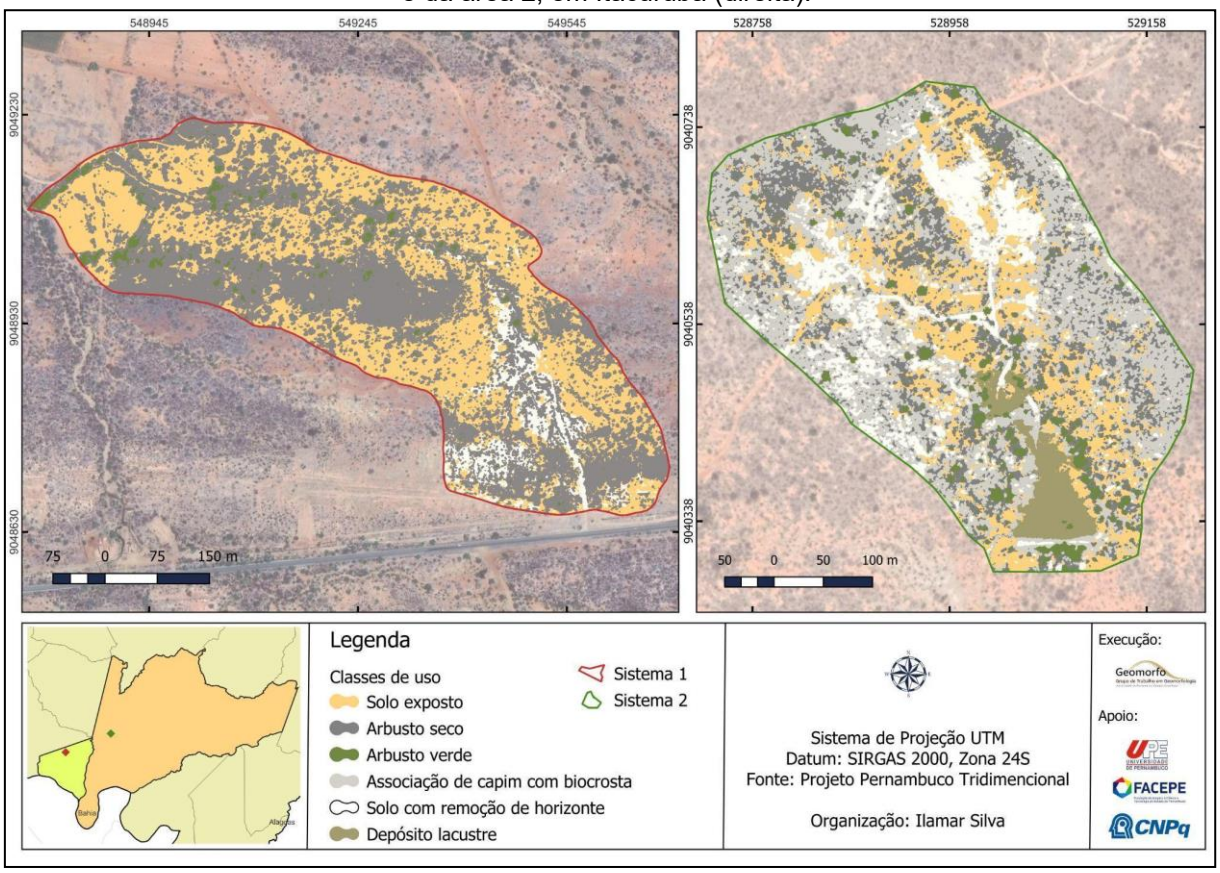
A escolha dos conjuntos de pixels coletados para a classificação das imagens no plugin foi realizada de maneira criteriosa, pois se trata de um produto de muito detalhe e na escala utilizada, as classes podem se confundir entre si, também em razão das imagens utilizadas apresentarem diferenças na sua coloração em uma mesma classe de uso e cobertura da terra. Ainda assim, foi possível verificar a espacialização das classes nas áreas analisadas (Figura 2).

Tabela 1 – Classes de uso da terra encontradas nas áreas de estudo.

Classes	**Área 1 Floresta (m²)**	**Área 2 Itacuruba (m²)**
Solo exposto	142.612,95	50.374,77
Arbusto seco	76.394,30	40.851,85
Arbusto verde	14.554,43	3.887,89
Capim seco/Biocrosta	-	39.215,17
Solo com remoção de horizonte	9.983,65	12.617,89
Deposito/sedimento de fundo de açude	-	5.750,48

Fonte: Os autores (2023).

Figura 2 – Mapa das classes de uso e cobertura da terra da área 1, em Floresta (esquerda), e da área 2, em Itacuruba (direita).



Fonte: Os autores (2023).

A classe correspondente ao solo exposto ocorreu nas duas áreas, sendo caracterizada pela exposição do horizonte A, recobertos com pavimento detrítico, sem cobertura vegetal ou com espécies herbáceas pontuais (Quadro 1). Em função disso, podem ser apontados processos erosivos decorrentes, como o impacto das chuvas torrenciais causando desagregação do material por efeito splash; escoamento superficial difuso e escoamento superficial linear.

Essas áreas são as que apresentam maior vulnerabilidade aos processos erosivos, onde a longo prazo podem entrar em estágio de difícil regressão (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1999). Uma área sem cobertura vegetal está mais sujeita à erosão, sendo a retirada da vegetação considerada uma das formas de degradação da terra pela Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (BRASIL, 1998; SAMPAIO et al., 2003).

A classe correspondente a arbusto seco (Quadro 1) é composta por espécies arbustivas espaçadas, sazonalmente sem dossel, devido a perca das folhas. Embora apresentem maior proteção ao solo com relação às áreas sem cobertura vegetal, essa classe se caracteriza pela baixa efetividade protetiva para ação do splash e escoamento superficial, especialmente quando estão em longos períodos de estiagem.

A classe denominada como arbusto verde corresponde àquelas com espécies arbustivas cujo dossel pode permanecer verde durante estações secas menos severas. Nessas áreas ocorre a maior infiltração da água e a diminuição do escoamento superficial difuso. Quando ocorre de forma pontual (Quadro 1), a ação protetiva do efeito splash se reduz a área de cobertura do dossel.

Quadro 1 – Classes de uso da terra nas áreas de estudo.

Classe	Característica em campo	Classe	Característica em campo
Solo exposto		Associação de capim com biocrosta	
Arbusto seco		Solo exposto com remoção de horizonte	
Arbusto verde		Depósito lacustre	

Fonte: Os autores (2023).

Nas áreas com ocorrência de solo recoberto por capim, presente apenas na área 2, em Itacuruba, esta classe corresponde a remanescentes de pastagens abandonadas, em função do empobrecimento dos solos e degradação por processos de certificação, muitas vezes associadas com crostas biológicas (Biocrosta). Embora sejam necessárias investigações mais detalhadas a esse respeito, notou-se em campo que as áreas com ocorrência de biocrostas apresentam maior resistência à remoção de partículas do solo, constituindo-se em elemento importante para a redução e controle dos processos erosivos em áreas semelhantes.

Por sua vez, ocorreram setores de solo exposto com remoção de horizonte, cujos horizontes superficiais foram removidos, havendo exposição de horizonte B, regolito e/ou rocha (Quadro 1). Constituem-se nos trechos mais degradados com o desenvolvimento de

erosão linear como sulcos, ravinas e voçorocas, muitas delas com cabeceiras (headcut) e bifurcações, conectadas em rede aos canais fluviais efêmeros e/ou a pequenos açudes.

Os depósitos lacustres correspondem a uma classe considerada sazonal, uma vez que ocorre apenas em períodos secos ou em estiagens severas (Quadro 1). São áreas onde os depósitos sedimentares no fundo dos pequenos açudes ficam expostos e há a formação de gretas de contração nas argilas expansivas. Constituem-se em setores de deposição cujos volumes de sedimentos são elevados em função da ausência de vegetação nas áreas de entorno, o que corrobora com o rápido assoreamento dos açudes e redução da sua vida útil.

Com a análise das duas áreas, afirma-se que se tratam de ambientes intensamente degradados, onde as classes de uso e cobertura apresentam relações intrínsecas com o desenvolvimento de erosão em diferentes modalidades, podendo estar relacionadas com processos de desertificação, já identificadas em escala regional e anteriormente apontados na literatura nacional.

A erosão pode estar colocada como causa e feito da desertificação, sendo necessárias ações de recuperação e preservação dos ambientes estudados, assim como outros semelhantes situados na região do Sertão de Itaparica. Práticas como a retirada da vegetação nativa deixa o solo vulnerável a altas temperaturas, o que pode forçar a ocorrência de salinização, além disso o solo fica vulnerável às chuvas torrenciais, que são comuns nas áreas analisadas.

Conclusão

Através do método e algoritmo de classificação utilizados, foi possível fazer uma análise rápida e eficaz sobre a situação atual do uso e cobertura da terra em relação aos processos erosivos nas áreas analisadas, onde a escala de detalhe proporcionou a análise de alta qualidade para identificar as classes que estão mais susceptíveis a erosão, que se mostra bastante presente nas duas áreas.

Recomenda-se que a classificação de imagens de alta resolução seja realizada em pequenos trechos, ou em bacias hidrográficas de pequena dimensão espacial, pois dessa forma as classes irão apresentar mais semelhanças e a confusão entre as classes será menor. Somada à isso, recomenda-se a realização de trabalhos de campo para se conferir com detalhe a classificação realizada previamente.

Além disso, observa-se que a utilização de imagens derivadas de LiDAR pode ser bastante complexa dependendo da versão do software e também do processador do notebook. Além disso podemos destacar que o plugin Dzetsaka: classification conseguiu identificar bem as áreas de estudo, destacando assim elementos importantes para o entendimento do desenvolvimento dos processos erosivos, dessa maneira, podemos concluir

que a ferramenta tem uma acurácia excelente, principalmente em trechos de pequena cobertura, ajudando no processamento do dado, e na análise dos fenômenos estudo.

Observa-se ainda que as técnicas de geoprocessamento possuem alto potencial para indagar sobre as diferentes formas que o homem ocupa o espaço geográfico. A partir de análises minuciosas do uso e cobertura da terra, apresentadas nesse trabalho, é possível averiguar as possibilidades e restrições que imagens de alta resolução podem proporcionar, contribuindo para tomada de decisões assertivas para a melhor compreensão dos fenômenos e gestão do ambiente.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE, pela concessão de bolsa de Iniciação Científica ao primeiro autor (BIC, processo n° 0221-1.07/21); e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão de bolsa de Iniciação Científica ao segundo e ao terceiro autor (PIBIC, processo n°146627/2022-9; PIBIC, processo n° 146253/2022-1, respectivamente).

Referências

Bertoni, Lombardi Neto, F. Conservação do solo. 2.ed. Ícone, São Paulo.1999

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Convenção das Nações Unidas de combate à desertificação nos países afetados por seca grave e/ou desertificação, particularmente na África. Brasília: Plano Nacional de Combate à Desertificação, 1998. 2ª edição. 95p.

CPRM. SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Itacuruba, estado de Pernambuco. Recife: CPRM/PRODEEM, 2005.

CORRÊA, A.C. B. Antropogênese e morfogênese sob a ação de eventos climáticos de alta magnitude no semiárido pernambucano: o caso da bacia do riacho Salgado. (Revista Brasileira de Geomorfologia), 2011.

IBGE. (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE. 2012. 272 p.

PINHO, C. M. D.; ALMEIDA, C. M.; KUX, H. J. H.; RENNÓ, C. D.; FONSECA, L. M. G. Classificação de cobertura do solo de ambientes intra-urbanos utilizando imagens de alta resolução espacial e classificação orientada a objetos. In: ALMEIDA, C. M.; CÂMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. (Ed.). Geoinformação em urbanismo: cidade real x cidade virtual. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. p. 171-192.

SAMPAIO, E. S. B.; SAMPAIO, Y.; VITAL, T.; ARAÚJO, M.S.B.; SAMPAIO, G. R. Desertificação no Brasil: Conceitos, Núcleos e tecnologias de recuperação e convivência. Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003. 202p.

SILVA, EMERSON RENATO MACIEL; ROCHA, EDSON JOSÉ PAULINO; BARBOSA, IVAN CARLOS DA COSTA; SILVA, HELDER JOSÉ FARIAS; COSTA, LUIZ GONZAGA DA SILVA. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v. 11, n. 3, p. 137-154, 2020.

SILVA, F. B. R, O; RICHÉ, G. R.; TONNEAU, J. P., SOUZA NETO, N. C. de; BRITO, L. T. de L.; CORREIA, R. C.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B, da; ARAÚJO FILHO, J. C. de, Zoneamento Agroecológico do Nordeste: diagnostico do quadro natural e agrossocieconômico. Petrolina, PE: EMBRAPA. CPATSA/Recife: EMBRAPA – CNPS. Coordenadoria Regional Nordeste, 1993, 2v.II.

Mapeamento Geomorfológico da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB)

Geilson Silva Pereira
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
geilson1403@gmail.com

Francicélio Mendonça da Silva
Universidade Federal da Paraíba – UFPB
francicelio.geoambiente@gmail.com

Luciene da Silva
Universidade Estadual da Paraíba – UEPB
lucienesilva165@gmail.com

Resumo: O artigo tem como objetivo identificar e mapear a compartimentação geomorfológica da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi, estado da Paraíba (PB). A metodologia foi realizada com o levantamento de materiais bibliográficos e geocartográficos, com base na proposta de Ross (1992), Ab' Saber (1969), Argento (1995) e o IBGE (2009), atribuindo os elementos da superfície terrestre atual (MORAES-NETO e ALKMIN, 2001). No que tange à utilização do mapeamento geomorfológico, serviram-se de instrumento para a visitação de campo, no intuito de aplicação das técnicas de geoprocessamento, resultando na compilação e interpretação de dados obtidos. Portanto, a cartografia da compartimentação geomorfológica se mostrou eficaz na Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB), compreendendo as seguintes descrições como Encostas Orientais e de Piemonte da Formação do Planalto da Borborema, e por fim, a Serra de Santana e Cuité, proporcionando o fortalecimento de aplicação de politica públicas de planejamento e ordenamento territorial.

Palavras-chave: Geomorfologia. Sub-Bacia Hidrográfica. Geoprocessamento.

Introdução

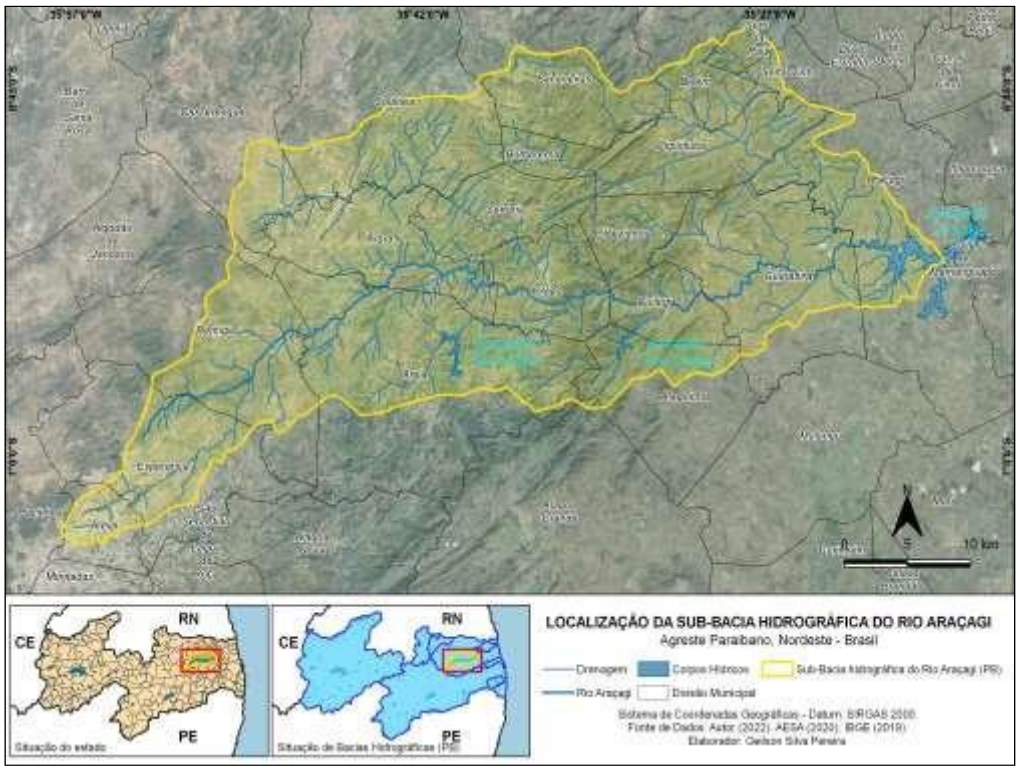
A concepção da aplicação da cartografia geomorfológica constitui na representação espacial é um método de fundamental importância na análise e identificação da superfície terrestre (ABREU, 1992). Nesse contexto, a abordagem na perspectiva sistêmica é aplicada na análise integrada da paisagem, no intuito de compreender a compartimentação da superfície terrestre atual no meio ambiente. Assim, a análise da compartimentação geomorfológica constitui-se em uma inter-relação entre a sociedade e a natureza, de caráter socialmente integrado, alterando assim, as formas do relevo terrestre atual, atribuindo as condicionantes ambientais e as ações antrópicas no meio ambiente (GOUDIE e VILLES, 1997; GUERRA e MARÇAL, 2006).

No entanto, o mapeamento geomorfológico contribuirá para a identificação e análise da compartimentação da superfície terrestre, auxiliando na gestão, planejamento e monitoramento territorial da área em questão, tendo como base a interpretação da morfologia terrestre e nos seus processos de atuação e formação do relevo. Essa cartografia geomorfológica apresenta-se especializada através dos fenômenos naturais, atribui-se a gênese da sua forma, a funcionalidade com os elementos, processos e interações na dinâmica morfológica. Assim, a Geomorfologia compreende a aplicação em diversificadas áreas do conhecimento como o mapeamento, análise da superfície terrestre, dos impactos e

danos ambientais e na sua recuperação de áreas degradadas (CASSETI, 1995 e HART, 1986).

Pautando-se nesta perspectiva, este artigo tem por objetivo identificar e mapear a compartimentação geomorfológica da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi, estado da Paraíba (PB) (Figura 1), com métodos e técnicas de aplicação cartográfica na superfície terrestre delimitada e demarcada territorialmente, evidenciando a inter-relação entre a compartimentação geomorfológica e a apropriação e uso do solo, proporcionando a descrição da superfície terrestre e o ordenamento territorial nas tomadas de decisão de políticas públicas como apoio na gestão, planejamento e no monitoramento territorial.

Figura 1: Visualização da localização geográfica da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB).



Fonte: Pereira, 2023.

Portanto, a caracterização geomorfológica da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB) é de fundamental importância para o planejamento ambiental e territorial, servindo de base para a elaboração do mapeamento geomorfológico, no intuito de entendimento e na espacialização da superfície terrestre atual, dessa forma permitindo a identificação e interpretação de processos pretéritos e atuais no meio ambiente, integrando a análise da apropriação e do uso e ocupação do solo, com potencialidades e limitações no espaço em questão, subsidiando a aplicação do planejamento e ordenamento territorial, proporcionando o fortalecimento de implantação de politica públicas com a aplicação de técnicas de

geoprocessamento e cartografia digital, possibilitando a identificação e verificação dos usos múltiplos e as suas implicações na relação entre a sociedade e a natureza.

Metodologia

Esse artigo buscará enriquecer o arcabouço teórico, conceitual e metodológico no estudo da dinâmica geomorfológica, utilizou-se de aplicação de procedimentos técnico-operacionais e de instrumentos de apoio, sendo divididos em três etapas de forma necessária, destacando-se as etapas de pré-campo: trabalhos de gabinete no levantamento de dados geocartográficos; etapa de visitação de campo com a aquisição dos dados e aplicação de técnicas de geoprocessamento e cartografia digital para a integração, análise e correlação dos dados tabulados.

Para este artigo, buscou-se como referencial teórico, conceitual e metodológico a aplicação do mapeamento geomorfológico, tendo como base a proposta de Ab' Saber (1969), Argento (1995), Ross (1992) e o IBGE (2009) como subsídio ambiental no Projeto RADAMBRASIL (BRASIL, 1981), no entendimento da identificação e avaliação da superfície terrestre e os seus elementos espaciais no meio ambiente. Em relação à classificação da superfície terrestre na identificação e interpretação da morfologia do relevo, no intuito de vetorização e delimitação da paisagem, atribuindo os elementos espacias na representação da superfície terrestre atual (MORAES-NETO e ALKMIN, 2001).

Nessa etapa da metodologia realizou-se o levantamento de materiais bibliográficos e geocartográficos, assim como, coletas de dados primários e secundários, que permitiram o mapeamento da compartimentação geomorfológica da área. Posteriormente foram feitos levantamentos da base de dados geocartográficos que serviram de apoio na efetuação do mapeamento e da análise da compartimentação geomorfológica e da apropriação e ocupação do solo. Na descrição das unidades geomorfológicas no detalhamento das classificações mapeadas, tem como base a utilização do Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009), como também a metodologia de Ross (1992), a partir de imagem do RADAR SRTM (NASA), objetivando o entendimento na identificação e análise da compartimentação geomorfológica (AB' SABER, 1969; ARGENTO, 1995) e (MORAES- NETO e ALKMIN, 2001).

Nessa etapa de visitação de campo na confecção da identificação do compartimento geomorfológico da área, tendo como base a realização do reconhecimento ambiental da área e no trabalho de gabinete, visando à identificação, delimitação e espacialização da compartimentação geomorfológica, e em seguida, a caracterização da apropriação e a ocupação do solo na visualização da superfície terrestre, com a descrição dos ambientes naturais e antrópicos, a partir dos produtos geocartográficos de imagens de satélite da área,

com registros de imagens fotográficas no ambiente com a aplicação de técnicas de visitação de campo.

Portanto, na confecção do mapeamento geomorfológico da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB) na identificação e na distribuição espacial do relevo terrestre, tendo como base a metodologia de Ross (1992), no IBGE (2009), Argento (2005), como também nos fundamentos na identificação de elementos espaciais do relevo terrestre (MORAES-NETO e ALKMIN, 2001), na delimitação da classificação da superfície terrestre. Essa aplicação metodológica baseou-se na identificação e avaliação da superfície terrestre, constituindo a formação de morfoestruturas e as morfoesculturas, proporcionando uma melhor visualização do meio ambiente, a fim de obter as informações das unidades geomorfológicas e das ações antrópicas, aplicando as técnicas de geoprocessamento e cartografia digital, na obtenção da vetorização e delimitação espacial pelo Programa de Solfware Arc Gis na versão 10.8, permitindo a visualização, edição e análise de dados geoespaciais na área de estudo.

Análise da Compartimentação Geomorfológica da Sub-bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB)

A descrição da caracterização da compartimentação geomorfológica da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB), constitui em uma aplicação da metodologia de Ross (1992) e do IBGE (2009), para a classificação do padrão da superfície terrestre em cada unidade morfoestrutural e escultura, sendo utilizada a identificação da Biblioteca de Relevo do Território Brasileiro, criada pelo Serviço Geológico do Brasil. As unidades taxonômicas da superfície terrestre compreendem as seguintes descrições da superfície terrestre como as Encostas Orientais e do Piemonte Oriental do Planalto da Borborema e, por fim, a porção da Serra de Santana e Cuíte (PB), destacando as informações ambientais para a atribuição da análise e interpretação da superfície terrestre, será associada os mapeamentos através das curvas de níveis, altimetria, declividade, Modelo digital de Elevação (MDE), resultando no mapeamento da compartimentação geomorfológica da área de estudo.

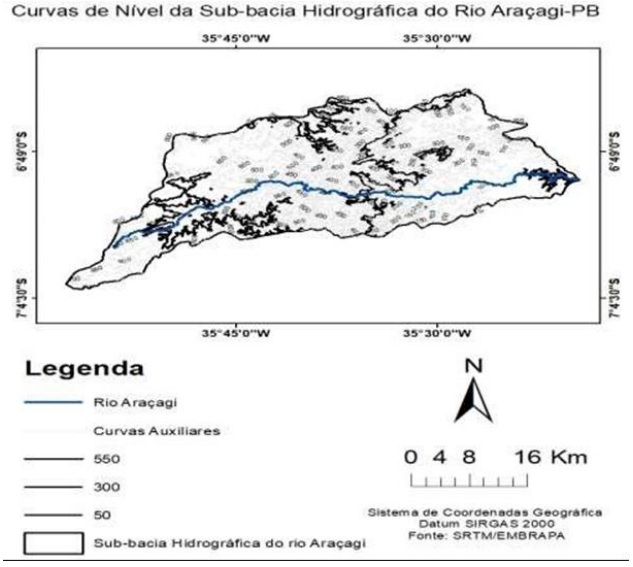
A caracterização geomorfológica do Planalto da Borborema, de acordo com o IBGE (2009), situado na porção oriental do Nordeste brasileiro no estado da Paraíba (PB), compreende uma extensão de 200 e 250 quilômetros de extensão no sentido N-S e 100 e 150 quilômetros de Leste a Oeste, abrangendo uma dimensão espacial nos territórios dos estados de Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Esse relevo é composto de característica de maciços antigos, sendo dispostos na forma singular na sua formação. No relevo terrestre a sua degradação no ambiente de maciço cristalino do Pré-Cambriano, em direção a NNE-SSW, com vastas superfícies de circundesnudação, separando de áreas

sedimentares do período do Cretáceo e Terciário do Norte, Sul, Leste e Oeste do Nordeste setentrional (MORAES NETO e ALKMIN, 2001).

Assim, o Planalto da Borborema no seu topo de relevo constitui ocorrência de áreas aplainadas com superfície de colinas suaves, bordejado por feições de escarpas íngremes retilíneas, similares em terrenos sedimentares sotopostos a maciços cristalinos. Na porção do relevo terrestre no seu modelado a dissecação se organiza no sentido preferencial de NE-SW, influenciado por estruturas Brasilianas do embasamento da formação geológica da área de estudo. Por meio da elaboração do mapeamento de curvas de nível, associado à altimetria (Figura 2), declividade, Modelo Digital de Elevação (MDE) foi possível identificar três unidades geomorfológicas nas quais se destacam as encostas orientais do Planalto da Borborema no sentido Leste e a porção do Piemonte oriental do Planalto da Borborema.

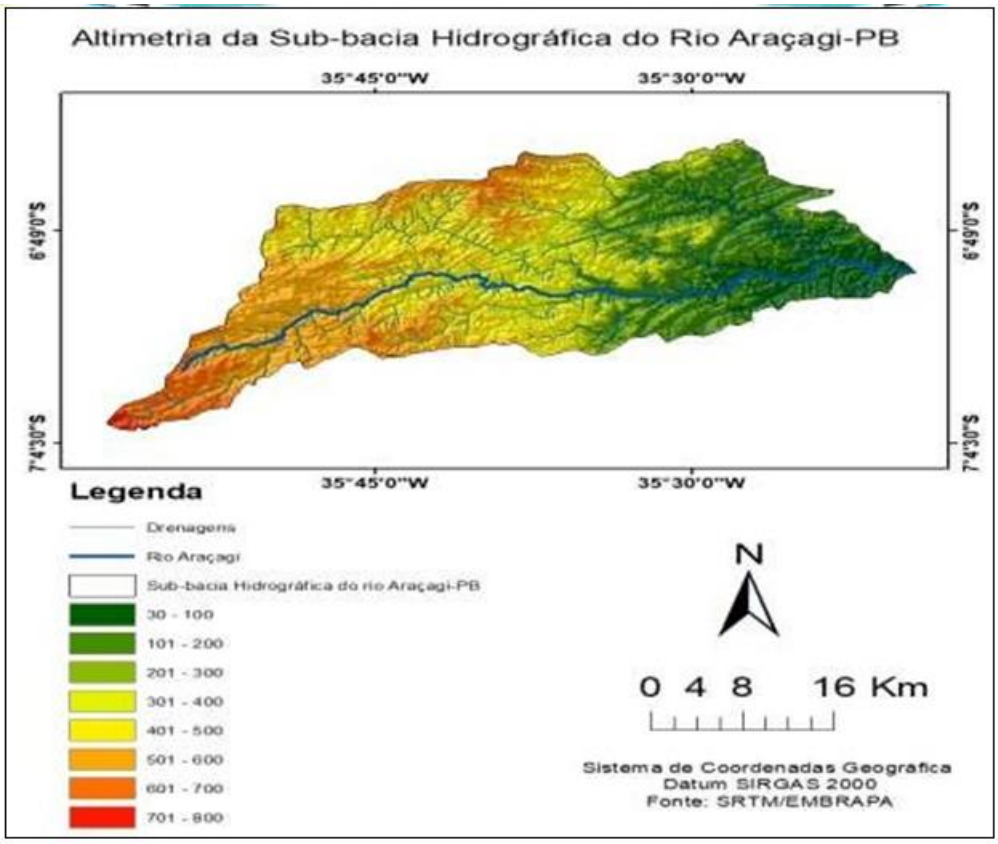
Essa caracterização do relevo da superfície terrestre na apresentação da altitude (Figura 3) com a altimetria da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB) com as elevações com variações entre 30 a 800 metros de altitude com o nível do mar. A distribuição das áreas do relevo terrestre compreendem as maiores elevações ao longo do alto curso do rio, de forma gradual até a Formação do Piemonte do Planalto do Borborema com o ambiente de sedimentação. A caracterização da configuração topográfica da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB), predominando um relevo compartimentação da Formação do Planalto do Borborema, destacando-se a distribuição de classes de valores maiores na porção central em forma de plano a ondulado, formando classes de intervalos de maiores elevação, auxiliando a aplicação da gestão e planejamento ambiental de precisão, através da análise espacial. Entretanto, encontra-se a compartimentação geomorfológica da Serra de Santana e de Cuíte associado ao relevo das Encostas Orientais do Planalto da Borborema (IBGE, 2009).

Figura 2: Visualização das Curvas de Nível da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB).



Fonte: PEREIRA, 2023.

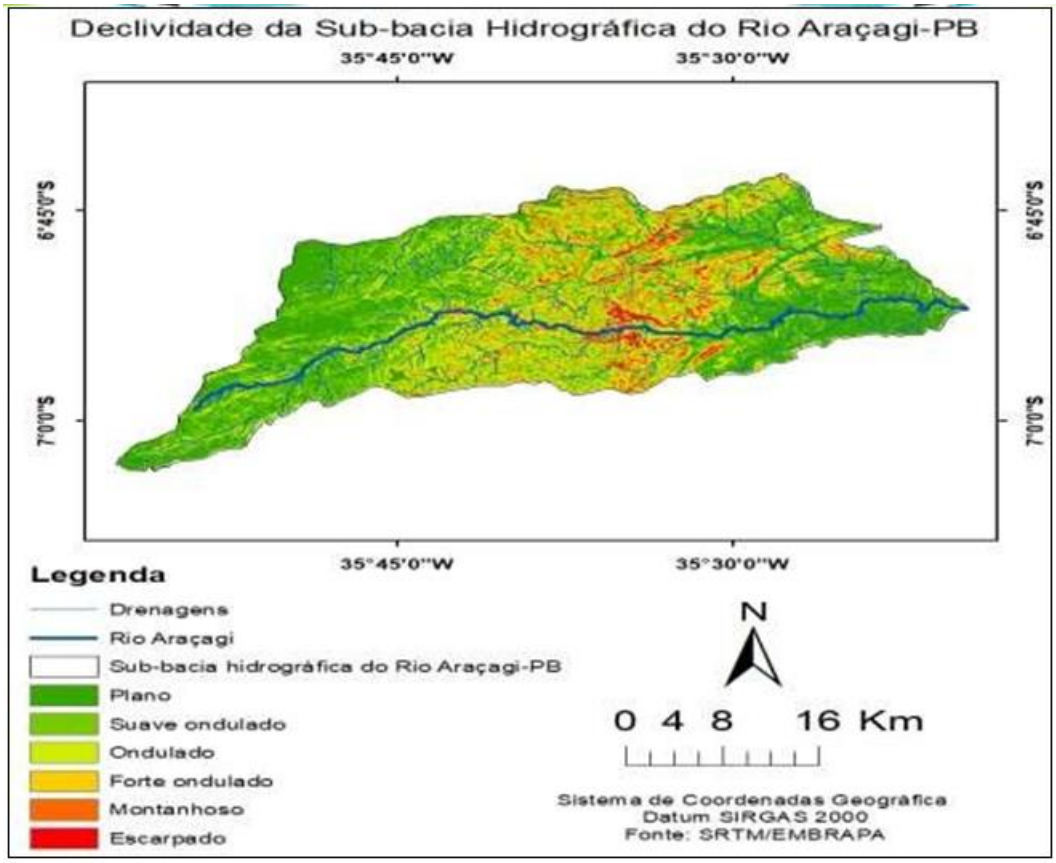
Figura 3: Visualização da Altimetria da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB).



Fonte: PEREIRA, 2023.

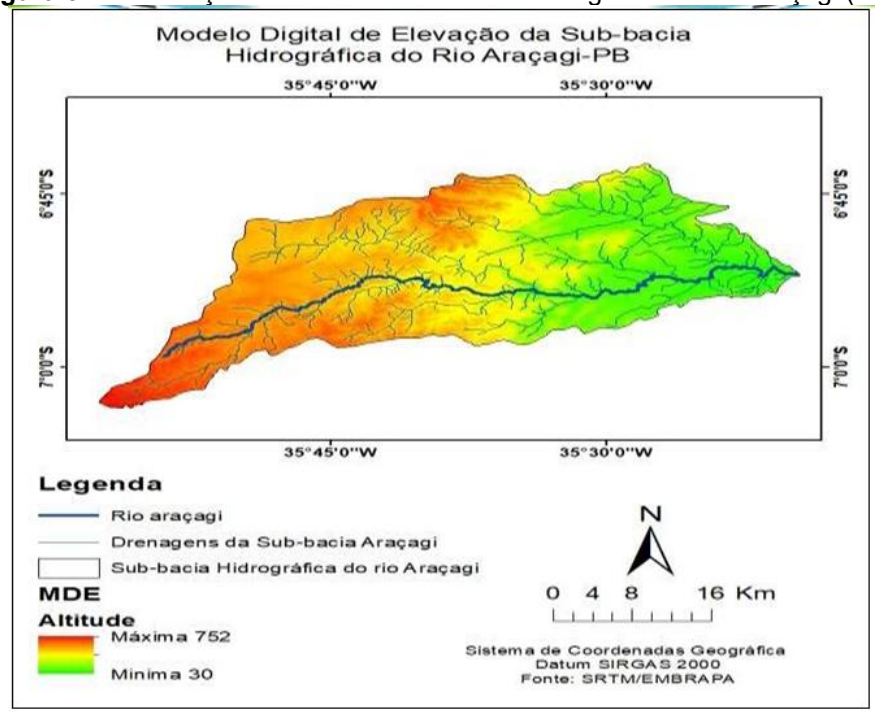
No entanto, a descrição da declividade da superfície terrestre da área (Figura 4), na sua caracterização da superfície terrestre no seu alto é médio do curso do rio Araçagi, a morfologia apresenta-se uma forte declividade de forma ondulada e na parte central com a características ambientais, e associado a Modelo Digital de Elevação (MDE) (Figura 5). É importante também destacar na superfície denominada de Pré-litorânea que se encontra em parte do médio e baixo curso iniciando desde o município de Cuitegi (PB) até o município de Araçagi (PB). Nessa superfície denominada de Pré-litorânea ocorre à predominância de depósitos aluviais, apresentando um gradiente do curso do rio com o transporte de materiais aluviais, vindo das encostas do Planalto do Borborema que por sua vez vem provocando, os processos erosivos, e consequentemente, o assoreamento do rio Araçagi até a Barragem Araçagi que foi construída no curso final da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB) (IBGE, 2009).

Figura 4: Visualização da Declividade da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB).



Fonte: PEREIRA, 2023.

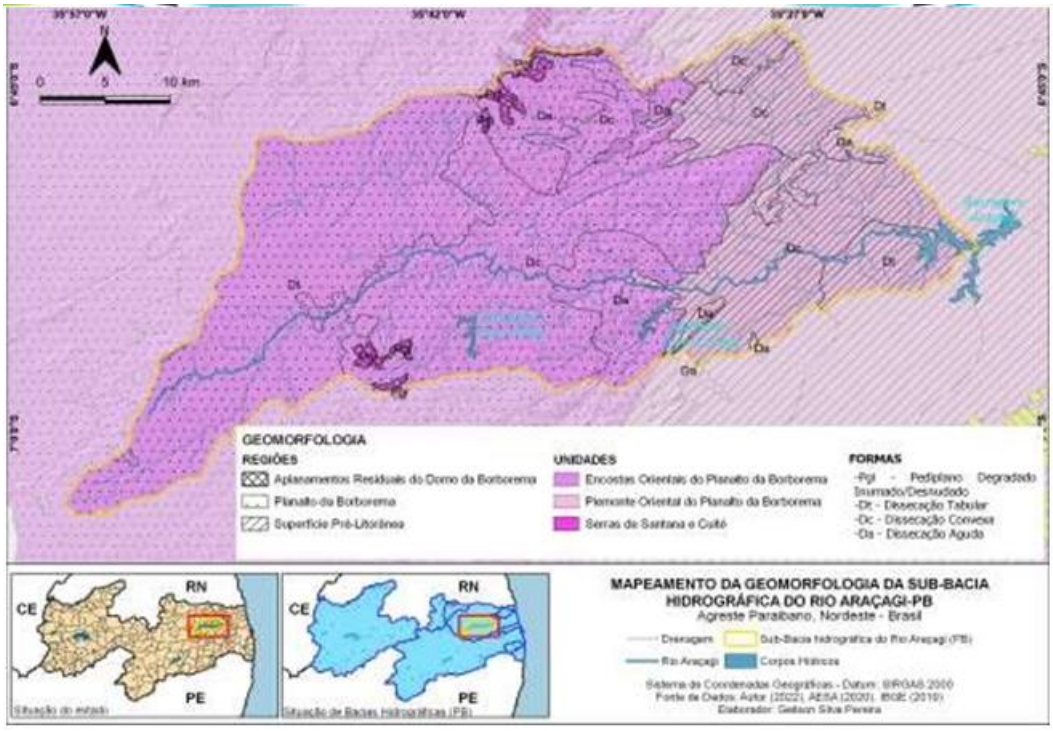
Figura 5: Visualização do MDE da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB).



Fonte: PEREIRA, 2023.

Sendo assim, a área geomorfologicamente da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB), compõem diversificados compartimentos geomorfológicos na área de estudo (Figura 6), destacando-se os seguintes ambientes como encostas orientais e o Piemonte Oriental do Planalto da Borborema, como também a compartimentação da Formação Serra de Santana e Cuíte, a apresentam-se a descrição das unidades geomorfológicas da área de estudo, a seguir:

Figura 6: Visualização da compartimentação geomorfológica da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB).

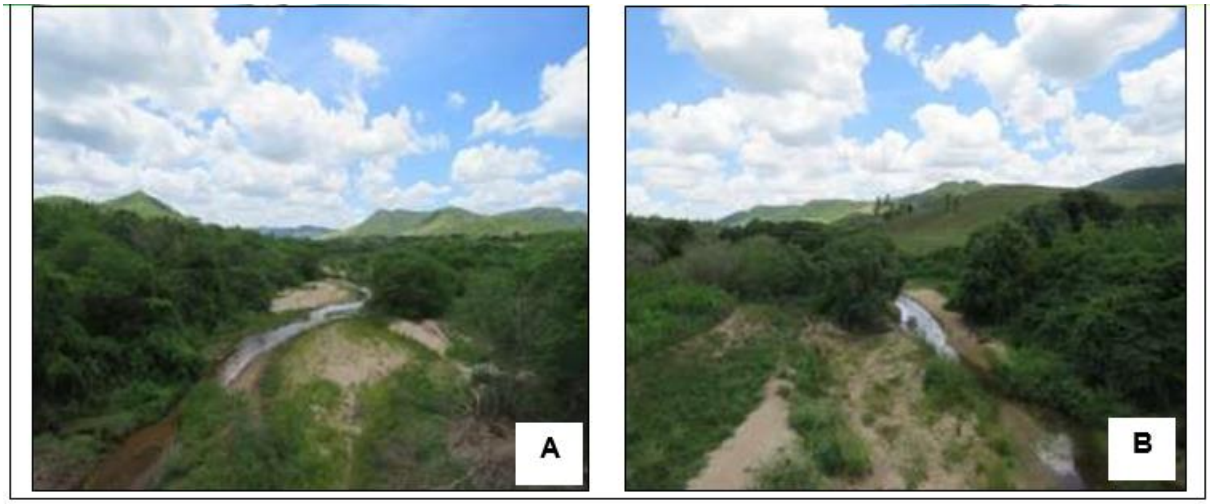


Fonte: PEREIRA, 2023.

Nessa caracterização geomorfológica do topo do Planalto da Borborema (Figura 7 A e B) podem variar entre 30 a 800 metros de altimetria, associado a curvas de níveis da representação da superfície terrestre, apresenta-se a encostas orientais da Formação do Planalto da Borborema situado no domínio morfoestrutural de cinturões móveis do Neoproterozóico encontra-se com a sua representação por relevos deste compartimento geomorfológico, apresentam a diferenciação pelo grau de dissecação no relevo, curvas de nível, altimetria, declividade, MDE e posição relativa. A Formação do Piemonte Oriental do Planalto da Borborema na sua superfície terrestre modelado de dissecação homogênea, possuir declividade fortemente acentuada, com densidade de drenagem hídrica, e na formação tabular e convexo, com densidade de drenagem muito baixa no seu ambiente (Figura 8 A e B) (IBGE, 2006), proporcionando nos locais de drenagem processos erosivos

intensos, ocorrendo uma variação do gradiente altimétrico na porção da borda da Formação do Planalto da Borborema e entre o sopé conhecido como Piemonte do Planalto da Borborema (CORRÊA, et, al,. 2010).

Figura 7 A e B: A – Vista da Encosta Oriental do Planalto da Borborema no município de Cuitegi (PB). B - Visualização do Piemonte Oriental do Planalto da Borborema no município de Guarabira (PB).



Fonte: SILVA, 2023.

Figura 8 A e B: A - Visualização do Ambiente de Formação da Planície Fluvial no Curso do rio Araçagi, em Cuitegi (PB). B Visualização do Ambiente de Formação da Planície Fluvial do rio Araçagi, em Guarabira (PB).

Fonte: SILVA, 2023.

No entanto, a compartimentação geomorfológica destaca-se a Formação da Serra de Santana e Cuíte, associado à Formação do Planalto da Borborema caracteriza-se como a formação de pediplanos degradados desnudados no seu entorno, apresenta-se escarpa

oriental são localizados em trechos em formato de platôs, ou seja, maciços e estruturados, em geral, mais resistentes, com remanescentes aplainados no período do Terciário. Essa formação pretérita da superfície terrestre cimeira com arenitos da Idade da Formação da Serra de Martins, com a variação de altitudes de 300 a 500 m, apresentando a sua delimitação com as formações de escarpas de processos erosivos em ambientes em processos de escarpados, sendo estas áreas onde ocorrem as maiores declividades do relevo, de desníveis e deposição de rampas de colúvio e talús na base da escarpa (MORAES NETO e ALKMIN, 2001).

Portanto, a aplicação do planejamento ambiental e ordenamento territorial da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB), de acordo com o mapeamento geomorfológico efetuou-se de forma objetiva em campo, na obtenção da conservação e preservação ambiental e na ocupação do solo. Sendo assim, a identificação e avaliação de unidades geomorfológicas são uma evolução continuada para a aplicação de ações de planejamento e na identificação de problemas ambientais, como também a apresentação de suas potencialidades e limitações espaciais no meio ambiente. Assim, a aplicação de programas de gestão, proteção, pesquisa e monitoramento ambiental, observando assim as alterações espaciais de formas naturais ou induzidas, evidenciando a garantia da funcionalidade e da sustentabilidade ambiental.

Considerações Finais

Diante do exposto acima, a identificação dos compartimentos geomorfológicos da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB) apresenta-se a Formação do Planalto da Borborema é de fundamental importância ambiental para a Geomorfologia regional e local, proporcionando assim a conservação e preservação do meio ambiente, tendo como base a aplicação da ferramenta de mapeamento geomorfológico para subsidiar o planejamento e gestão ambiental, integrando a compartimentação das unidades geomorfológicas, com características ambientais na relação entre a sociedade e a natureza.

Portanto, a elaboração do mapeamento geomorfológico da identificação e descrição do ambiente, mostra-se eficaz na descrição do relevo da Sub-bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB), permitindo assim uma melhor visualização da paisagem e delimitação das feições do relevo da superfície terrestre, objetivando uma riqueza melhor de detalhamento de caracterização ambiental de forma estática na representação da feição cartográfica da Sub-Bacia Hidrográfica do rio Araçagi (PB). Desse modo, a caracterização geomorfológica na área de estudo, tem como objetivo principal a descrição e as possíveis evoluções na paisagem e na superfície terrestre, resultando na aplicação do planejamento ambiental, com o monitoramento e ordenamento do território.

Referências Bibliográficas

AB'SÁBER, A, N. Um conceito de Geomorfologia serviço das pesquisas sobre o Quaternário. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1969.

ARGENTO, M. S. F. Mapeamento Geomorfológico: In: Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos. 2 ed. Bertrand Brasil. Rio de Janeiro, 1995.

ABREU, A.A. Análise geomorfológica: reflexão e aplicação. Tese de Livre-Docência - FFLCH-USP. São Paulo, 1982.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL: Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal: geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro: 1981

CASSETI, W. Geomorfologia. Goiânia: Editora UFG, 2005.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. Geomorfologia Ambiental. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006.

GOUDIE, A; VILES, H. The Earth Transformed: an introduction to human impacts on the environment. Oxford: Blackwell Publishers Ltd, 1997.

HART, M. G. Geomorphology Pure and Applied. In: Allen, G. e Unwin (Publishers), 1986.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico de Geomorfologia. 2ª ed. Rio de Janeiro, 2009.

MORAIS NETO, J. M; ALKMIM, F. F. A deformação das coberturas terciárias do Planalto da Borborema (PB- RN) e seu significado tectônico. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, v. 31, n. 1, p.95-106, 2001.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos Geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia/FFLCH/USP, n.º 6, 17-29, 1992.

Dinâmica das Coberturas Superficiais de Encosta no Maciço de Mata Grande/AL: Aspectos Estratigráficos e Sedimentológicos

Dynamics of Surface Coverings in the Mata Grande/AL Massive: Stratigraphic and Sedimentological Aspects

Mayara Marinho de Santana
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
https://orcid.org/0009-0008-9596-7156
mayara.santana@igdema.ufal.br

Alícia Thauane da Silva Santos
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
https://orcid.org/0000-0001-9807-6924
alicia.thauane98@gmail.com

Lais Susana de Souza Gois
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
https://orcid.org/0000-0002-4901-5639
laisgois15@gmail.com

Kleython de Araújo Monteiro
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
https://orcid.org/0000-0001-7121-475X
kleython.monteiro@igdema.ufal.br

Resumo: A análise das coberturas superficiais é uma ferramenta essencial no desenvolvimento de ações de ordenamento territorial, principalmente em ambientes com características peculiares, caso do Maciço de Mata Grande, localizado no Sertão do estado de Alagoas. Desse modo, a presente pesquisa visa analisar a referida área, utilizando aspectos oriundos da sedimentologia e estratigrafia, idas a campo e análises laboratoriais. Sendo assim, após a realização das etapas, observou-se que o Maciço de Mata Grande é um ambiente de acomodação de processos deposicionais, com a concentração de material com granulometria homogênea, com pouca presença de seixos e cascalhos. Ainda, com base nos resultados verificou-se que os materiais embora tenham passado longos períodos de alteração, ainda sofrem com o processo de intemperismo físico e químico, o qual são influenciados pelas dinâmicas superficiais (naturais e antrópicas) e pelas variações de energia (química e mecânica).

Palavras-chave: Sertão Alagoano. Granulometria. Estratigrafia.

Abstract: The analysis of surface cover is an essential tool in the development of land-use planning actions, especially in environments with peculiar characteristics, such as the Mata Grande Massif, located in the Sertão region of the state of Alagoas. This research aims to analyze this area, using aspects from sedimentology and stratigraphy, field trips and laboratory analyses. Thus, after carrying out the steps, it was observed that the Mata Grande Massif is an environment that accommodates depositional processes, with a concentration of material with homogeneous granulometry, with little presence of pebbles and gravel. Based on the results, it was also found that although the materials have undergone long periods of alteration, they still suffer from the process of physical and chemical weathering, which is influenced by surface dynamics (natural and man-made) and by variations in energy (chemical and mechanical).

Keywords: Sertão Alagoano. Granulometry. Stratigraphy.

Introdução

Os ambientes de sedimentação são resultados do acúmulo de partículas oriundas dos processos de erosão, transporte e deposição, sendo influenciados pelos agentes endógenos

e exógenos, como demostram as pesquisas de Alvarenga & Saes (1992); Figueiredo et.al (2014); e GOIS (2020).

Assim, a presente pesquisa visa realizar análises sedimentológica e estratigráfica com objetivo de compreensão sobre a dinâmica superficial existente em pontos específicos do Maciço de Mata Grande. A área de estudo está inserida no Sertão do estado de Alagoas e ocupa, aproximadamente, 11,56% da área do município de Mata Grande.

Desse modo, para conduzir a pesquisa, foi realizado um processo que envolver diversas etapas. Inicialmente, foi feita a extração dos fluxos de acumulação de sedimentos por meio de ferramentas digitais. Posteriormente, houve a definição dos pontos a serem visitados, seguida pela ida a campo com o propósito de verificar dados, registrar fotografias e coletar de materiais relevantes para o estudo. Após essa face, as amostras coletas foram submetidas a um tratamento específicos em laboratório, visando analisar detalhadamente suas características e propriedades.

É importante destacar que os estudos sedimentológicos e estratigráficos desempenham um papel crucial na identificação de áreas suscetíveis aos processos de transporte e deposição de sedimentos. Esses estudos são fundamentais no planejamento e na gestão de uso e ocupação do solo. Além disso, proporcionam resultados satisfatórios e representativos da realizada da paisagem analisada.

Metodologia

Identificação de Loci Deposicionais

No início, o foco foi nas atividades de análise de dados concentrando-se na identificação de áreas de deposição dentro do Maciço de Mata Grande. Para isso, o primeiro passo foi a determinar a direção do fluxo, utilizando o Modelo Digital de Terreno (MDE) gerado a partir de imagens do satélite ALOS PALSAR com resolução reamostrada de 12,5metros e do método de Krigagem que fazer interpolação entre os dados de altimetria (GOIS, 2020).

Através da Direção do Fluxo foram definidos os loci deposicionais, ou seja, os pontos que a serão visitados na etapa de campo. Sendo assim, estabeleceram-se dois pontos de de verificação de existência de loci deposicionais na área de estudo, os quais foram: O primeiro denominado de **Mata Grande 1 (MG1)** e o outro **Mata Grande 2 (MG2).**

Coleta dos Materiais - campo

No campo, após identificar locais específicos digitalmente, foi confirmada a presença de acúmulo de sedimentos para realização de coleta em um dos pontos. Inicialmente, realizou-se uma limpeza superficial no local designado para coleta, seguida pelo registro fotográfico e análise visual dos perfis. Em seguida, procedeu-se à coleta dos materiais. Para

isso, o perfil foi dividido em quadrículas de 10x10cm, demarcadas por barbante e pregos. Os materiais foram coletados e acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados com o ponto de coleta e lacrados com fita adesiva. Os pontos visitados foram:

Primeiro ponto – MG1: altitude de 538m. Localizado sob as Coordenadas Geográficas 9°08'44.0"S; 37°45'56.1"W.

Segundo ponto – MG2: altitude de 548m. Localizado sob as Coordenadas Geográficas 9°08'33.2"S; 37°45'47.7"W.

Análise Granulométrica - Laboratório

Após a limpeza e secagem dos materiais, foi realizado o peneiramento das amostras para determinar a distribuição percentual dos tamanhos dos grãos. As amostras foram divididas em categorias como cascalho, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina e lama, expostas no triangulo amostral.

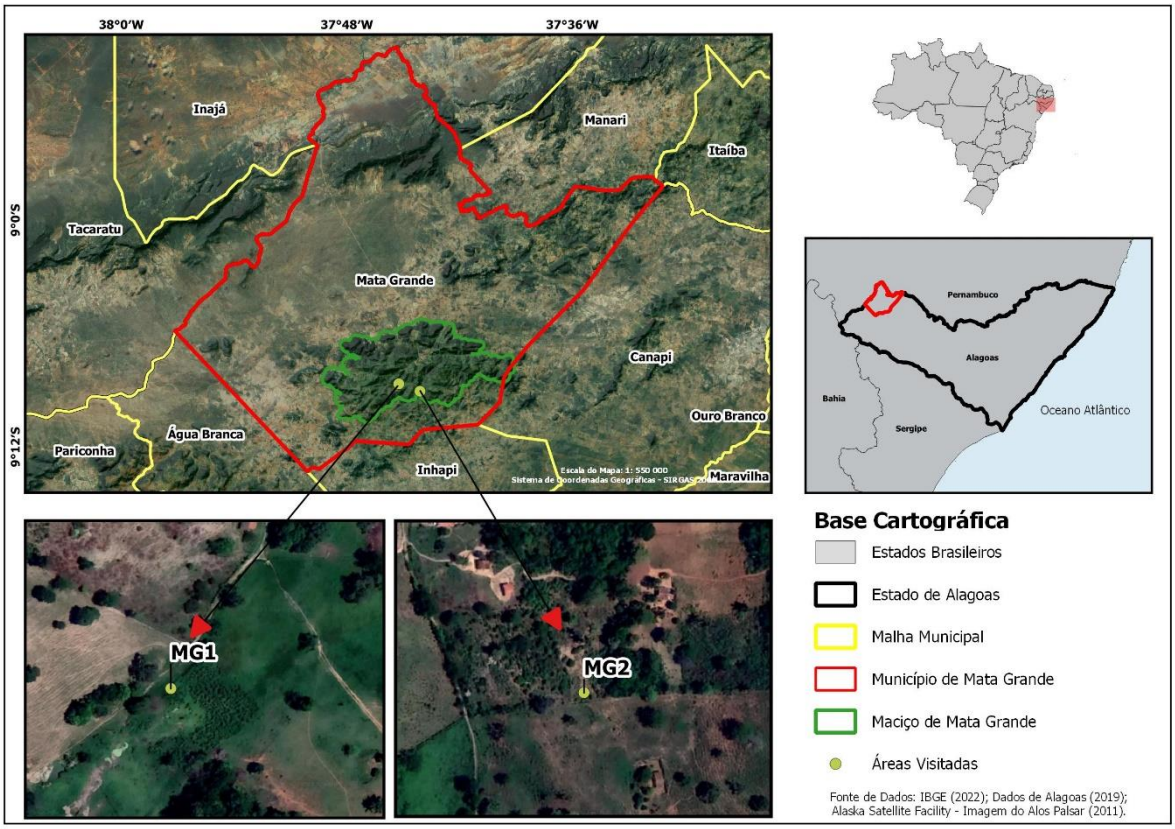
Assim, os resultados do peneiramento, representando os materiais retidos em cada peneira, foram registrados em uma planilha do Excel. Esses dados foram processados no software GRADISTAT versão 4.0, de 2000, uma ferramenta eficiente para calcular a distribuição de tamanhos de partículas a partir dos dados do peneiramento das amostras coletadas em campo.

Sendo é essencial para determinar as porcentagens de grãos, como areia, cascalho e lama, necessárias para a construção dos triângulos amostrais, sendo fundamental na análise de grãos mais grossos. No GRADISTAT, o parâmetro utilizado para realizar a análise das amostras foi o método de Folk e Ward (1957).

Caracterização da Área de Estudo

Mata Grande, um município localizado na região do Sertão Alagoano, possui uma extensão de cerca de 919,6km². Suas fronteiras se estendem ao Norte, limitando-se com os municípios de Manari e Inajá, em Pernambuco. Ao Sul, faz divisa com Inhapi e água Branca, ambos em Alagoas, enquanto a parte leste é demarcada por Canapi, também em Alagoas, e a porção Oeste é delimitada por Tacaratu, em Pernambuco. (Figura 1),

Figura 1: Localização da Área de Estudo

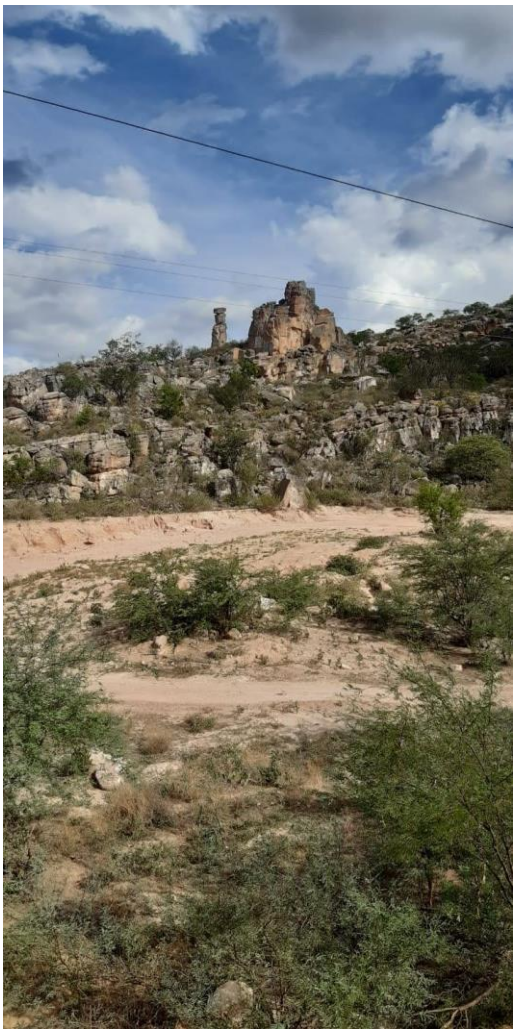


Elaborado por: Mayara Marinho de Santana

Conforme demostrado por Cavalcanti (2010), a maior parte do município de Mata Grande está localizada na depressão sertaneja meridional, exibindo uma paisagem composta por pedimentos, inselbergs, maciços e relevos residuais. Ainda, Mata Grande está inserida no clima semiárido, classificado segundo a classificação climática de Kôppen como Bsh.

Os aspectos vegetacionais o município está inserido no Bioma da Caatinga, e em relação às características geológicas da região são marcadas pela presença de formações do Neoproterozóico e do Mesoproterozóico. A pedologia do local é caracterizada, predominantemente, pelos neossolos e planossolos, conforme destacado por Gois (2020). Nas figuras 2 e 3 é possível observar as paisagens encontradas no supracitado município.

Figura 2 e 3: Paisagens encontradas no município de Mata Grande/AL



Fotos: Mayara Santana (2021)

Em relação ao Maciço, abrange uma área de aproximadamente 106,31km², representando cerca de 11,56% do território de Mata Grande. Elevando-se cerca de 800metros de altitude, essa elevação é predominante coberta por vegetação subcaducifólia e por cobertura pedológica dos argissolos e cambissolos.

É crucial destacar que esses tipos de solos demandam uma maior disponibilidade de água para o seu desenvolvimento, o que contrasta com as características observadas nas proximidades do maciço. Essas condições, principalmente em relação a climática, diferem das ideias paras o desenvolvimento desses solos, especialmente os argissolos.

Resultados e Discussões

Análise da Paisagem - Etapa de Campo

A fase de campo iniciou-se com a visita aos locais indicados como propícios para o acúmulo de sedimentos nas encostas. Durante essa etapa, foram visitados dois pontos MG1 e MG2. Ambos estão posicionados no sopé da encosta, apresentando uma inclinação suave e características naturais semelhantes. No entanto, suas divergências residem no uso da terra, representando um fator limitante na análise sedimentologias.

No primeiro (**Ponto MG1)** localizado sob as Coordenadas Geográficas 9°08'44.0"S; 37°45'56.1"W, possuindo uma altitude por volta de 538m, esta área apresenta considerável armazenamento de sedimentos tanto nas encostas quanto no canal, mostrando um potencial área de coleta, porém é desenvolvida nela uma atividade antrópica que impede a correta análise dos materiais (figura 4 e 5).

Figura 4 e 5: Imagens registrada no entorno do ponto MGT1

Fotos: Lais Gois (2021)

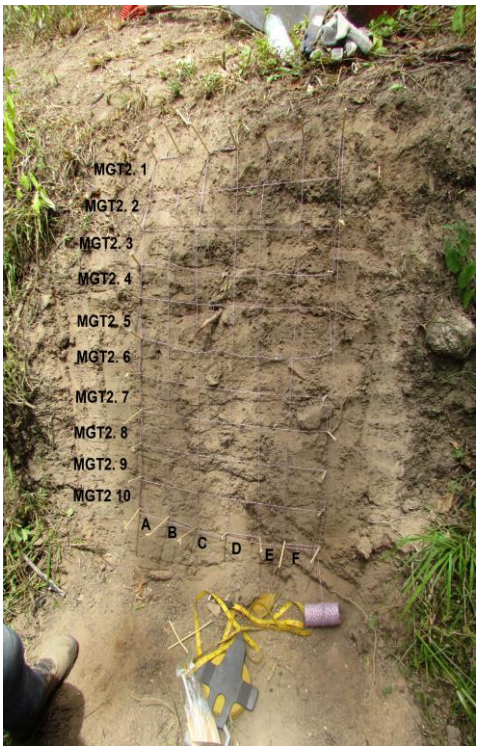
Ainda, notou-se que no entorno do ponto MG1 tinha ocorrido queimadas, abertura de estradas e estava ocorrendo o desenvolvimento de atividades agrícolas e de pastagem. Diante desse cenário, evidenciou-se que as referidas atividades interferiram na organização original dos depósitos, sua composição e compactação.

Sendo assim, apesar de digitalmente o ponto ter sido registrado como grande área de armazenamento, **não foi realizada a coleta de materiais,** devido que as amostras estariam contaminadas e os resultados não iriam fidedignos ao ambiente de sedimentação. Assim destaca-se que o referido perfil foi posto no presente trabalho para evidencia a importância de realização de campos para a aferição de dados.

Enquanto no segundo ponto **(Ponto MGT2),** localizado sob as coordenadas 9°08'33.2"S; 37°45'47.7"W com cerca de 548metros de altitude, o ponto Talhada está numa porção côncava da encosta, preenchido por depósitos das encostas a montante.

A medição do perfil foi de 1,5metros da base ao topo, onde foram desprezados os primeiros 50cm, sendo subdividido em 10 camadas vertical e em 6 horizontais do “A” ao “F”, resultando no total de 60 amostras. Ainda, A coloração do perfil é representada pela cor “marrom” que marca a concentração de matéria orgânica (Figura 6 e 7).

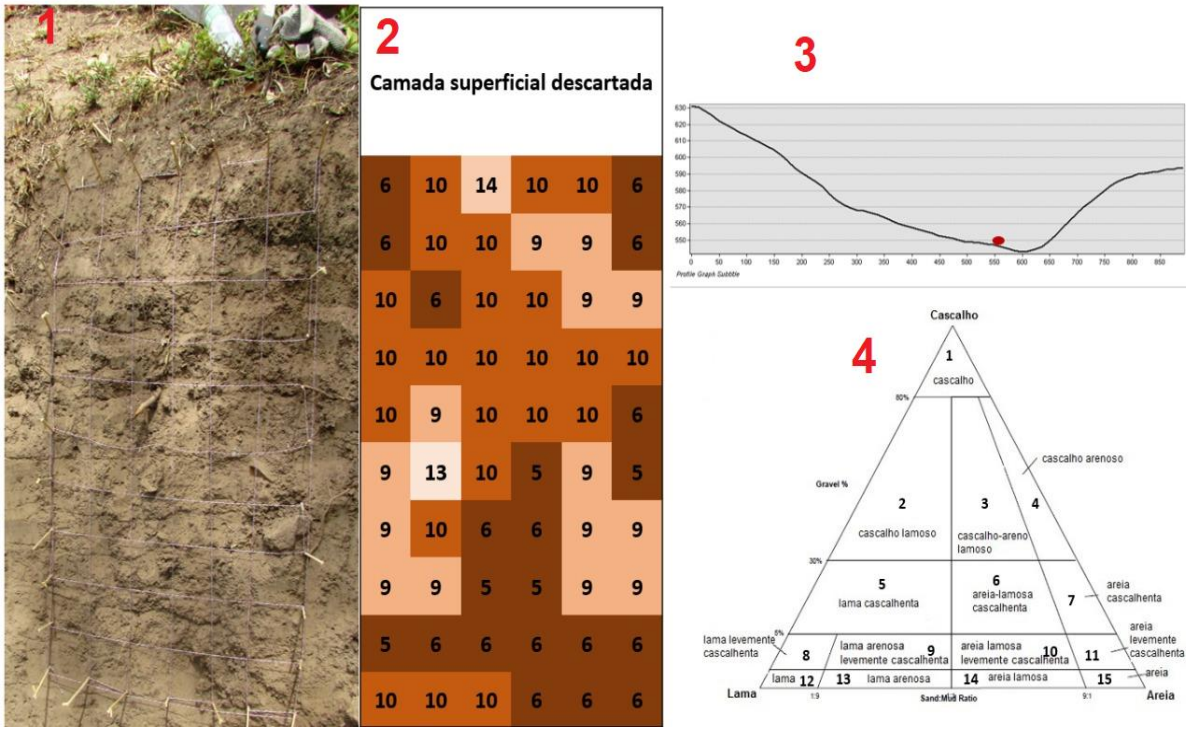
Figura 6 e 7: Perfil de Coleta



Fotos: Lais Gois (2021)

Sendo assim, a partir da análise granulométrica verificou-se que o perfil não apresenta grande variação no geral, porém é possível identificar algumas mudanças na continuidade lateral das camadas que indicam várias fontes de sedimentação além de uma única rampa, por exemplo, um complexo de rampas, bem como momentos diferentes de deposição e ainda migração dos materiais dentro do perfil, este último necessitando de mais análises para resultados mais precisos (Figura 8).

Figura 8: Distribuição das Amostras
Discrição: 1 = Perfil de Coleta; 2 = Distribuição das amostras no perfil; 3 = Perfil de Localização do ponto MGT2 no Terreno; 4 = Diagrama Triangular Textural.



Elaborado pelos: autores (2022)

Ainda na Figura 8, observa-se que nas duas camadas mais basais 10 e 9 apresentam uma sedimentação considerada grossa, mas com diferenças na quantidade de cascalho, fazendo com que a continuidade lateral exista em apenas uma delas, na outra a variação mostra que no momento da sedimentação houve um transporte de sedimentos generalizado na área.

Logo acima, nas camadas 8, 7 e 6 verifica-se há ocorrência de variação lateral bastante expressiva, nos extremos as amostras mostraram-se mais finas e no centro das camadas predomina um material mais rico em cascalho, sendo possível pressupor uma movimentação de material mais fino no próprio perfil.

Ainda, as camadas 5 e 4, apresentam certa homogeneidade, apenas com algumas variações pontuais indicando um input energético semelhantes para suas respectivas deposições. As amostras 3, 2 e 1 apresentaram bastantes diferenças em sua composição, se mostram relacionadas a várias fontes de sedimentos e ainda variações na energia para deposição, mostrando diferentes níveis de intemperismo nas encostas fornecedoras de material, como observados anteriormente na figura 8.

Considerações Finais

Perante ao exposto, a análise da cobertura superficial em pontos específicos do Maciço de Mata Grande, realizada por meio de análise sedimentológica e estratigráfica através de parâmetros granulométricos, obteve resultados satisfatórios. Esta pesquisa permitiu compreender os processos interligados com a sedimentação na área estudada, como também estabeleceu conexões interdisciplinar com os campos de conhecimentos da: pedologia, climatologia, geologia e hidrografia.

Assim, os resultados obtidos em campo indicaram que a proximidade de atividades humanas à área identificada como propícia de ocorrência de acúmulo de sedimento, como observado no ponto MG1, torna inviável a realização de coleta. É relevante ressaltar que, embora não tenha havido coleta nesse ponto específico, ele ressaltou a importância vital da realização de campo ao longo do desenvolvimento das pesquisas.

Em relação ao ponto MG2, as análises das amostras revelaram uma área com propensão ao processo deposicional, com pouca presença de grão mais grosseiros (seixos e cascalho). Ainda, os materiais analisados mostram uma distribuição granulométrica homogênea, indicando variações de energia no processo de sedimentação ao longo do tempo.

Em última análise, há uma suposição de que a sedimentação na área está sendo impactada por uma mudança de nível existente na encosta, assim como também as características físicas e naturais identificadas no maciço, principalmente, o controle estrutural e o regime hídrico.

Referências

AB'SÁBER, A. N. **Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida.** Estudos avançados, v. 13, p. 7-59, 1999.

ALVARENGA, C.J.S de; SAES, G. S. Estratigrafia e sedimentologia do Proterozóico Médio e Superior da região sudeste do Cráton Amazônico. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 22, n. 4, p. 493-499, 1992.

ANDRADE-LIMA, D. 1982. Present day forest refuges in Northeastern Brazil. Pp. 245-254, in: PRANCE, G.T. (ed.). **Biological Diversification in the Tropics**. Columbia University Press, New York.

BIGARELLA, J. J.; BECKER, R. D. International Symposium on the Quaternary. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, n.33, p. 1-37, 1975.

CAVALCANTI, L.C. **Geossistemas no estado de Alagoas: uma contribuição aos estudos da natureza em geografia.** Dissertação (Mestrado em Geografia). 2010. 134 f. Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Ciências Geográficas - Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2010.

CORREA, A. C. de B.; SILVA, D. G. **Análise geomorfológica e morfoestratigráfica dos modelados deposicionais da área de Conceição das Crioulas, Salgueiro–PE**: um subsídio para a reconstrução paleoambiental. Clio Arqueológica, v. 2, n. 19, p. 05-29, 2005.

FOLK, R. L. & WARD, W. **Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Research**, 27: 3-26, 1957.

FIGUEIREDO Jr., A.G., PACHECO, C.E.P., VASCONCELOS, S.C., SILVA, F.T. 2014. Geomorfologia e sedimentologia da plataforma continental. In: Kowsmann, R.O., editor. Geologia e Geomorfologia. Rio de Janeiro: **Elsevier**. Habitats, v. 1. p. 13-32.

GOIS, L.S.S. C**aracterização de materiais quaternários no ambiente de exceção em Mata Grande –AL.** 2020. 91 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

LINS, R. C. **Áreas de exceção do Agreste pernambucano.** Recife. Sudene. 1989.

MARTINS, T.S. **Análise da granulometria dos sedimentos carbonáticos do Recife de Fora, Porto Seguro, Estado da Bahia.** 2020. 91 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geologia) – , Instituto de Geociências, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Maceió, 2010.

Recuperação de Área Degradada com a utilização de Rip-Rap Vegetal

Recovery of Degraded Area with the use of Vegetal Rip-Rap

Gustavo Amorim Studart Gurgel
Universidade Estadual do Ceará – UECE
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4383-1448
gustavogurgel2012@gmail.com

Fábio Perdigão Vasconcelos
Universidade Estadual do Ceará – UECE
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0388-4628
fabio.perdigao@uece.br

Adely Perreira Silveira
Universidade Estadual do Ceará – UECE
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3709-0591
delysilveira@gmail.com

João Barros Gurgel Júnior
Geológica, Assessoria, Projetos e Construções Ltda.
ORCID: https://orcid.org/0009-0009-8884-7161
joaobarrosgurgel@gmail.com

José Lucas Marques Albuquerque
Universidade Estadual do Ceará - UECE
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-2363-3052
lucasmarques.lm922@gmail.com

Resumo: A Praia do Icaraí, localizada no município de Caucaia no Estado do Ceará, vem desde os anos 80 sofrendo com a erosão costeira. Foram mais de 300,0 metros de praia, estruturas urbanas e particulares que foram erodidas. No ano de 2021, a Prefeitura Municipal de Caucaia, apresentou a população um projeto de recuperação do litoral, no qual engloba a construção de 11 espigões de forma senoidal complementado por um aterro hidráulico, dos quais as três primeiras estruturas (enumeradas de 5, 6 e 7) já foram executadas e concluídas. Entre os espigões 5 e 4 a erosão formou escarpas em sedimentos do holoceno e nos sedimentos da Formação Barreiras (Falésias Vivas), para onde foi apresentado um projeto com muros geotêxtil para a reconfiguração da paisagem. Tendo em vista, que essas estruturas ao longo do litoral trariam impactos ambientais e visuais, sugerimos que na parte oeste do projeto houvesse a oportunidade da execução de manejo ambiental, através de técnicas de recuperação ambiental, com o uso de Rip-Rap Vegetal.

Palavras-chave: Erosão Costeira, Praia, Rip-Rap Vegetal, Muros de Contenção.

Abstract: Praia do Icaraí, located in the municipality of Caucaia in the State of Ceará, has been suffering from the coast since the 1980s. There were more than 300.0 meters of beach, urban and private structures that were eroded. In 2021, the Municipality of Caucaia, presented to the population a project to recover the coast, which includes the construction of 11 sine shaped spikes complemented by a hydraulic earthquake, in which the first three structures (numbered 5, 6 and 7) have already been executed and completed. Between spikes 5 and 6, escarpments were formed in Holocene sediments and in the sediments of the Barreiras Formation (Living Cliffs), where a project with geotextile walls was presented for the reconfiguration of the landscape. Bearing in mind that these structures along the coast would bring environmental and visual impacts, we suggest that in the western part of the project there be an opportunity to carry out environmental management, through environmental recovery techniques, with the use of Vegetal Rip-Rap.

Keywords: Coastal Erosion, Beach, Vegetal Rip-Rap, Retaining Walls.

Introdução

A Praia do Icaraí, localizada no município de Caucaia, no Estado do Ceará, vem sofrendo com a erosão costeira. Estima-se que mais de 300,0 metros de praia, estruturas urbanas e particulares, foram erodidas pelo avanço do mar e consequente recuo da linha de costa, se apresentando como uma praia refletiva. São observados grande número de seixos na pequena faixa de praia existente, indicando a alta energia incidente das ondas e correntes no local.

No ano de 2021, a Prefeitura Municipal de Caucaia, apresentou a população um projeto de recuperação do litoral, no qual engloba a construção de 11 espigões de forma senoidal complementado por um aterro hidráulico, dos quais as três primeiras estruturas (enumeradas de 5, 6 e 7) já foram executadas e concluídas.

Os resultados obtidos nas análises da estabilidade no plano e em perfil indicam que um esquema adequado de proteção da linha de costa pode ser criado, o qual consiste de estruturas costeiras, combinadas com engordamento artificial de praia.

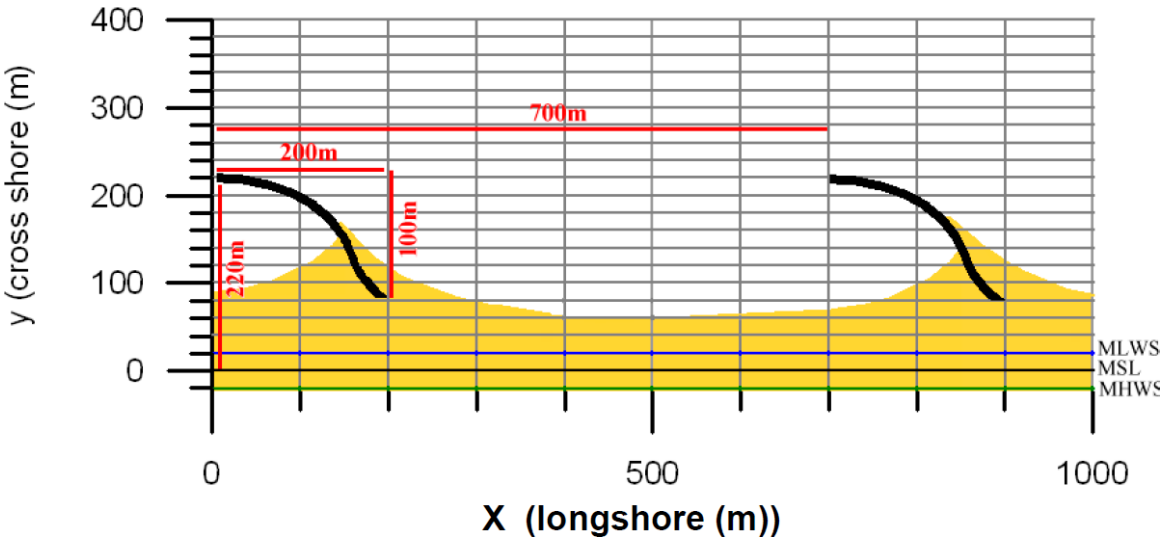
As estruturas costeiras são necessárias, para que seja atingida uma configuração de praia estável no plano, a qual seja capaz de absorver as variações sazonais naturais das direções de ondas. A construção de estruturas costeiras permite a criação de várias células de sedimentos menores, nas quais a linha de costa pode atingir uma orientação que esteja em equilíbrio dinâmico com as condições meteomarinhas prevalecentes.

O engordamento artificial de praia é necessário para absorver a mudança de curto prazo do perfil de praia e o recuo da linha de costa que ocorrem durante ressacas.

O esquema selecionado consiste de estruturas curvilíneas (signoidais), com um comprimento de 220m, medido a partir do nível médio d'água atual. O espaçamento longitudinal entre duas estruturas vizinhas é de 700m (Figura 1).

A Figura 1 mostra um trecho unitário do esquema de proteção da linha de costa recomendado.

Figura 1 – Trecho unitário do esquema de proteção da linha de costa, consistindo de estruturas costeiras curvilíneas, combinadas com engordamento artificial de praia.



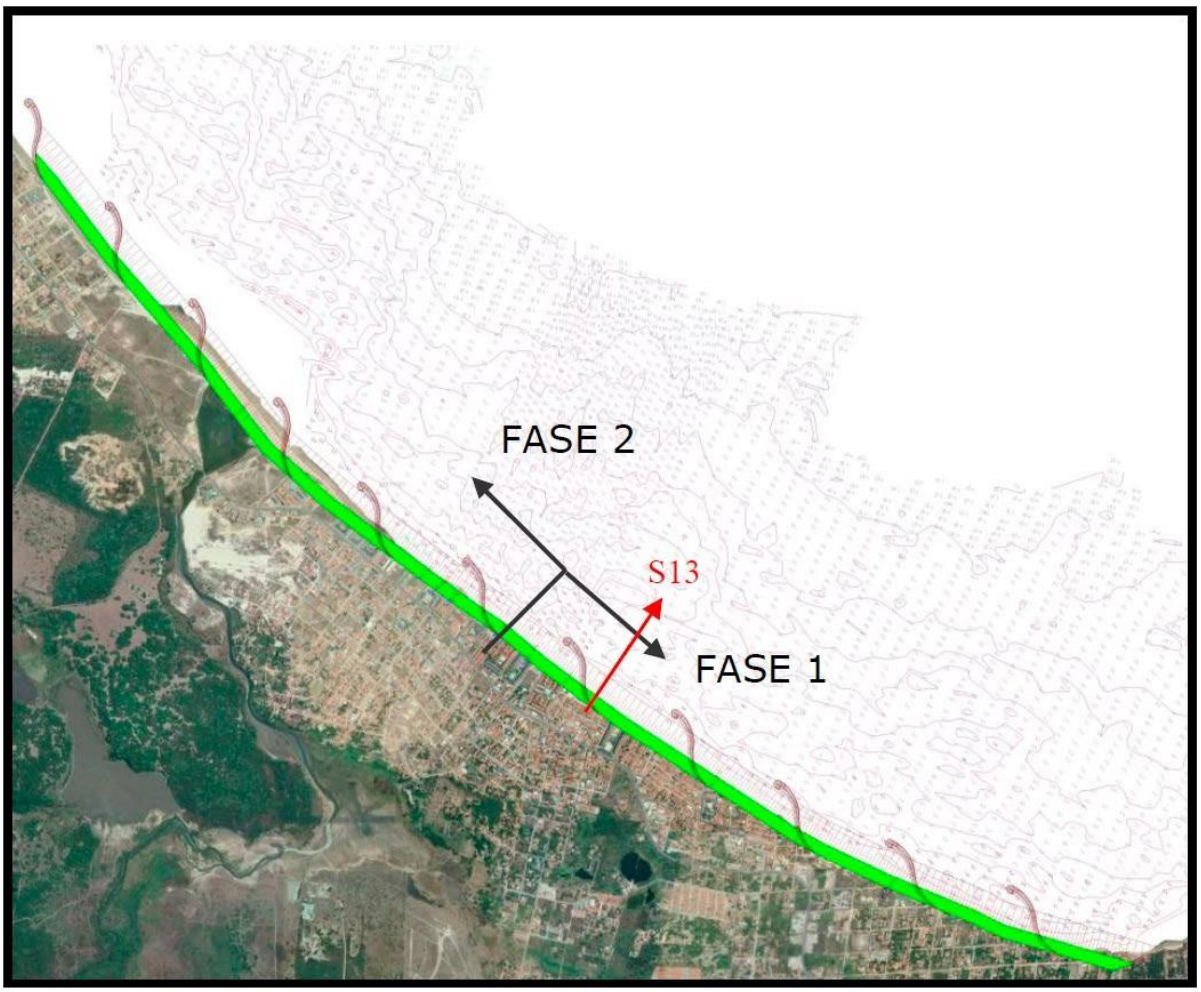
Fonte: Projeto de Recuperação do Litoral do Icaraí – Caucaia, INPH, 2021.

As estruturas costeiras têm uma forma curvilínea, que irá ajudar a evitar o risco de correntes transversais, que são perigosas para os banhistas e causam perda de sedimento para águas mais fundas. A forma e a curvatura das estruturas devem ser otimizadas, usando-se uma modelagem avançada 2D. Também em relação a deriva litorânea, as curvas foram projetadas para a passagem de parte dos sedimentos transportados pela deriva litorânea e a retenção de outra parte, assim, a estrutura poderia reter sedimentos tanto a barlamar, quanto a sotamar.

O arranjo preliminar foi planejado para ser executado em quatro fases: a primeira fase, com cerca de 2,1 km de extensão, será constituída por três estruturas costeiras. Estas estruturas estão localizadas na praia de Icaraí, sendo situada nos perfis de praia levantados pelo INPH. As estruturas são numeradas de 5, 6 e 7.

Entre os espigões 5 e 4, existe uma área instável devido a erosão costeira, onde as infraestruturas, residências estão consideradas em risco. Com isso o projeto também apresenta um muro de contenção para minimizar os efeitos da erosão nesta área de praia.

Figura 2 – Arranjo preliminar do novo esquema de proteção da linha de costa, mostrando as duas fases construtivas.



Fonte: Projeto de Recuperação do Litoral do Icaraí – Caucaia, INPH, 2021.

Em sua pior situação a contenção deverá manter a estabilidade de um desnível de aproximadamente 12,00 metros de altura, em uma seção de 18,00 metros de extensão, iniciando na zona de arrebentação da maré até a pista de tráfego.

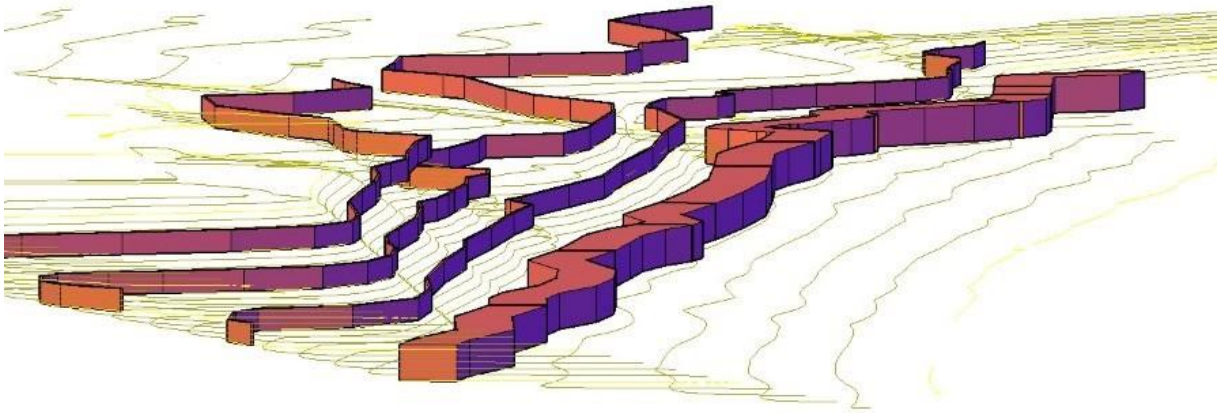
O nível máximo da maré é da ordem de 2,50 metros e trata-se de uma zona de fortes intervenções, devido as várias alterações do fluxo natural das águas do mar, por conta dos diversos quebra-mar executados ao longo do litoral cearense.

A solução sugerida foi no trecho inicial, zona de rebentação, a execução de um enrocamento longitudinal, com aplicação de pedras de grande porte (diâmetro variando de 0,30 metro a 1,00 metro) com o objetivo de garantir a estabilidade, visto que todas as tentativas anteriores de contenção foram destruídas pela maré.

Após o enrocamento serão executados muros de altura que podem variar de 1,50m a 3,00m, com utilização de geogrelhas em até cinco patamares escalonados, ao longo da

seção, do enrocamento até a pista e tráfico. Entre os muros com geogrelha e o aterro, será aplicado uma manta de geotêxtil para evitar a fuga do material de aterro.

Figura 3 – Arranjo preliminar do esquema de proteção entre os espigões 4 e 5, na Praia do Icaraí, Caucaia – CE.



Fonte: Projeto de Recuperação do Litoral do Icaraí – Caucaia, PMC, 2022.

Para garantir o confinamento do conjunto será executada parede em blocos de concreto. As malhas de geogrelha se conectarão a esta parede penetrando na argamassa existente entre os blocos. Parte dos blocos precisam ser preenchidos para receber armadura. Esta armadura é necessária para absorver os esforços horizontais provenientes do empuxo ativo provocado pelas camadas de aterro junto a parede. Este empuxo provoca esforços de tração nas faces dos blocos que serão absorvidas pelas armaduras verticais. Desta forma os esforços horizontais reagem sobre as geogrelhas conferindo ao conjunto um comportamento homogêneo como um bloco único de equilíbrio.

Deve ser realizado projeto de drenagem a ser incorporado a solução. A Sequência Executiva do muro deve ser:

a. Enrocamento conforme indicações em projeto.

b. Base em concreto do primeiro escalonamento;

c. Parede em blocos com preenchimento e armação dos blocos conforme indicações em projeto até o primeiro nível de geogrelha;

d. Execução do aterro compactado em camadas de 30cm até o primeiro nível de geogrelha. Este aterro deve ter compactação igual 95% da densidade seca ótima e ±2% de umidade ótima e peso específico mínimo igual 1600 Kgf/m³.

e. Posicionamento primeira camada geogrelha;

f. Execução parede em blocos até o nível da segunda camada de geogrelha;

g. Execução do aterro da segunda camada de reaterro compactado até o segundo nível de geogrelha, seguindo as especificações do item d.

h. Repetir o procedimento até a última camada de aterro do primeiro escalonamento;

i. Executar os demais níveis de escalonamento de forma idêntica ao primeiro.

Entre os muros de geogrelha e o aterro, será aplicado uma manta de geotêxtil para evitar a fuga do material de aterro. O comprimento mínimo de penetração no aterro/solo das mantas de geogrelha deve ser conforme indicação em projeto, não menos que 1,50m.

Figura 4 – Local da intervenção na Praia do Icaraí em Caucaia - CE.

Fonte: dos autores (2022).

Projeto de Recuperação com Rip-Rap Vegetal

O Projeto de Recuperação está relacionado ao planejamento da execução reparatória de áreas ou em passivos ambientais deixados, que deve seguir certas regras básicas de recomposição. O acompanhamento, a fiscalização e a avaliação dos resultados da implantação de medidas de recuperação ambiental deverão ser implementados de modo sistemático.

Para tanto, o Projeto de Recuperação tem por finalidade recompor áreas degradadas provenientes de intervenções antrópicas ou naturais, com o recuo de linha da costa, resultando em alterações de determinados ambientes, as quais são potencialmente geradoras de fenômenos indutores de impactos ambientais nas áreas de influência.

No caso específico, o projeto contempla a recuperação de área instável, com aparecimento de escarpas na Praia do Icaraí, em Caucaia, Ceará. Para tanto se utilizou o Projeto de Recuperação do Litoral de Caucaia, da Prefeitura Municipal, onde foi constatado

que parte da área, poderia ser contemplado com um projeto de manejo ambiental através da implantação de Rip-Rap Vegetal.

Com isso, foram elaboradas as medidas mitigadoras e de controle ambiental incluídas no cronograma de execução do projeto e que constituem os subsídios técnicos e científicos necessários à adequação ambiental da área enfocada.

Várias são as técnicas adotadas no sentido de atender as exigências para um melhor e efetivo controle ambiental. Tendo em vista que a área estudada sofre com os impactos da erosão costeira, desenvolvendo nessa área o chamado impacto de grande monta visual, devido aos cortes e saltos apresentados na zona de praia, o projeto propõe medidas visando à recuperação topográfica do terreno além de segurança ao seu uso futuro.

O principal problema na área está relacionado com o desfiguramento topográfico das escarpas produzidas pela erosão costeira. O projeto da área degradada preocupa-se principalmente com este ponto, onde se propõe a regularização topográfica da área, através das seguintes ações:

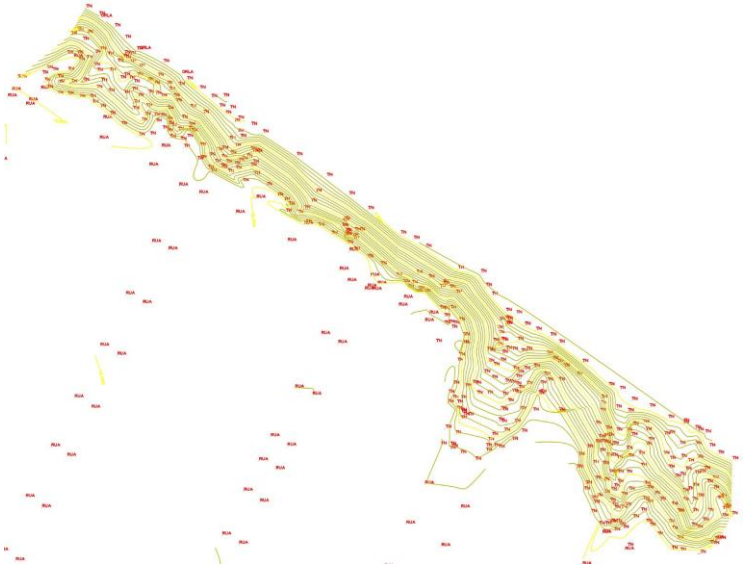
Realizar uma planialtimetria atual da área em estudo (áreas degradadas, Figura 5);

Estabelecer os limites altimétricos, e;

Proceder à recuperação da área, através da execução de uma nova morfologia do terreno com uso de revegetação deixando-a apta às novas utilizações.

Com a nova planialtimetria se estabeleceu os limites do projeto de contenção com Rip-Rap Vegetal. É importante frisar que a execução de um enrocamento longitudinal, com aplicação de pedras de grande porte no limite da praia ainda será mantida, para garantir o confinamento do conjunto de Rip-Rap Vegetal e a a estabilidade, uma vez que todas as tentativas, anteriores de contenção, foram destruídas pela maré.

Figura 5 – Nova planialtimetria da área de estudo, na Praia do Icaraí, Caucaia – CE.



Fonte: Arquivo dos autores, 2022.

A importância da revegetação na área degradada deverá evitar o surgimento de processos erosivos que causam uma redução da biodiversidade das espécies, além de instabilidade do solo, principalmente nas saias de talude, neste caso será realizado através de técnicas de Rip-Rap Vegetal, para promover a ampliação da cobertura vegetal nas áreas das bancadas, com o plantio de gramíneas e do enriquecimento de espécies nativas, combatendo os efeitos antrópicos do desmatamento que vem ocorrendo.

A recuperação destas áreas degradadas deve ser fundamentada em três preocupações principais:

1) Estabelecer as ações de recuperação, sempre atentando para o potencial de auto recuperação ainda existente nas próprias áreas degradadas, ou que possam ser fornecidas pelos ecossistemas do entorno, aspectos definidos pelo histórico de degradação da área e pelas características do local.

2) Devem resultar na formação da cobertura vegetal recompondo uma área com diversidade florestal, garantindo assim a perpetuação dessas iniciativas e, portanto, a restauração da diversidade local.

3) Todas as ações devem ser planejadas de forma a se constituir numa recuperação espontânea após o enriquecimento da área, incorporando o componente ambiental na estrutura de decisão desse empreendimento, inibindo assim que outras ações de degradação venham a surgir.

Figura 6 – Localização do Projeto de Recuperação, na Praia do Icaraí, Caucaia – CE.

Fonte: Arquivo dos autores, 2022.

Os objetivos específicos a serem empregados tem como diretrizes fundamentais gerar opções para:

- Proteger o solo contra a erosão superficial;
- Criar condições para germinação de sementes;
- Aumentar a capacidade de troca catiônica do solo;
- Reduzir a erodibilidade e incorporar matéria orgânica no solo;
- Utilizar elementos degradáveis e assimiláveis pelo meio ambiente;
- Ancorar sementes e fertilizantes naturais;
- Reduzir o escoamento superficial da água;
- Possibilitar a infiltração de água no solo;
- Permitir o plantio em épocas de estiagem;
- Incorporar e manter os nutrientes no solo;
- Melhorar imediatamente o aspecto visual das áreas degradadas;
- Proporcionar rapidez no processo de revegetação;
- Minimizar a erosão costeira e eólica.

O plano engloba a recuperação das áreas limítrofes das bancadas dos muros de contenção que se apresenta em condições críticas e de difícil manejo do solo.

A recuperação terá três etapas, a primeira com a reconformação do terreno, com a utilização de Rip-Rap Vegetal, para permitir uma declividade ideal para o acesso a berma da praia.

A segunda etapa será após a colocação dos Rip-Raps de ancoramento, quando serão colocados solo orgânico e sementes em sua última camada, para às ideais condições de fixação e desenvolvimento da cobertura vegetal.

A terceira etapa será o monitoramento dos Rip-Raps que serão colocados e a revegetação com gramíneas na zona de berma.

Talude em Rip-Rap Vegetal

O processo a ser utilizado no Projeto de Recuperação, se faz através de métodos de estruturas “Rip-Rap” Vegetal, ou Rip-Rap em Sacos de Terra para Proteção e Contenção de Taludes, onde se fará o Preparo e Substituição de Terra para Plantação (0,05m), com plantio de vegetação fixadora, utilizando-se sementes coletadas em viveiros naturais existentes na região.

A zona de encosta da praia que envolve os taludes mais acentuados sofre tanto com as precipitações pluviométricas como na ação antrópica. Logo, devido à instabilidade criada são favorecidos os processos de solapamento e voçorocamento, com avanço sazonal e

progressivo do mar durante as marés de maior alcance. Em consequência de tais fenômenos, os taludes continuarão a erodir caso não seja construído um sistema de proteção direta.

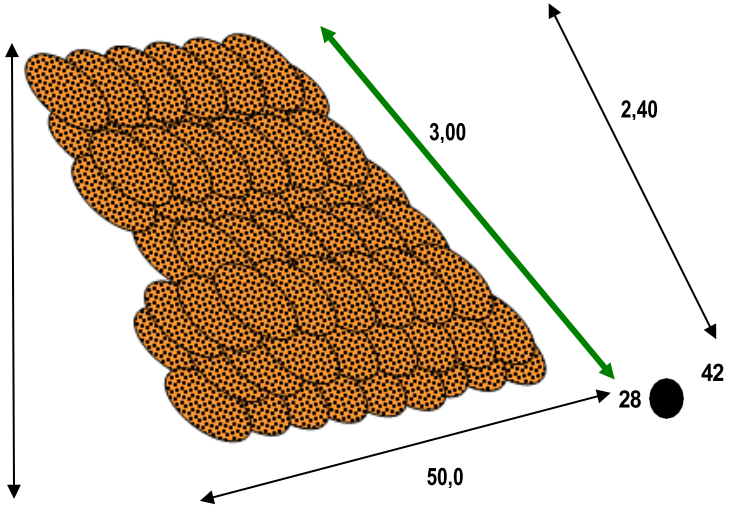
Segundo a tecnologia atual o “Rip-Rap” é o mais aconselhável tipo de proteção, pois apresenta melhor comportamento em situações de uso semelhantes. Embora consuma maior tempo para a sua implantação, devido ao seu comportamento na área em estudo, o “Rip-Rap” apresentará maior acomodação no terreno, quando do seu lançamento, onde sua superfície exercerá um excelente meio de dissipação das energias que se chocam com o talude, além disso, o gasto financeiro é de apenas 10% das contenções anteriormente propostas.

O “Rip-Rap” consistirá na ancoragem dos taludes existentes, com sacos de ráfia e de sisal, preenchidos com camadas de areia dimensionadas e solo orgânico com sementes de vegetação, como gramíneas e ciperáceas. No preparo da superfície do talude é lançado um filtro de areia com uma ou mais camadas, de modo que este atue como zona de transição granulométrica servindo de obstáculo à fuga dos materiais finos.

A espessura da camada de sacos de ráfia e de sisal (estopa) com semeadura, que constituirá o “Rip-Rap”, é em função do maior comprimento tomado, de um ponto qualquer do talude, medido sobre a área do mesmo, levando-se em consideração o potencial erosivo local. No caso deste “Rip-Rap” os sacos de sisal são arrumados, de modo a se construir uma camada bem definida, preenchendo-se os volumes com solo orgânico e sementes selecionadas de vegetação fixadora estabilizadora.

No desenho abaixo a base do “Rip-Rap” terá uma largura em torno de 50,00m na área Leste e de 12,00, na área oeste (caso necessite) definida por cálculo, onde os sacos de ráfia e de sisal (estopa) serão superpostos (arrumados e empilhados desde a base conforme a figura 7), e com isso haverá uma diminuição do ângulo de repouso, sendo aumentada a face de deslizamento e favorecendo a estabilização da encosta trabalhada.

Figura 7 – Detalhe do Croqui do Rip-Rap que será usado na área.



Fonte: Arquivo dos autores, 2022.

A espessura da camada de sacos de estopa com semeadura que se consistirá o “Rip-Rap Vegetal” é em função do maior comprimento tomado, de um ponto qualquer do talude, medido sobre a área do mesmo, levando-se em consideração a velocidade do vento na área de estudo. São mais ativos no período de estiagem quando ocorrem as maiores velocidades dos ventos (média superior a 8m/s) e os menores índices de precipitação pluviométrica, condições também mais favoráveis ao deslocamento das dunas móveis, notadamente no segundo semestre do ano.

Na área em estudo a velocidade do vento foi tomada usando um anemômetro digital ïnstrutherm, Modelo AD-155 e a direção do vento utilizando-se uma bússola Button, sendo o Vo (m/s) = 6,0, logo o cálculo da espessura (e) do “Rip-Rap”, se faz:

$e = 0{,}031 * (Vo)2 \rightarrow e(m) = 1{,}116$

O manejo ambiental desenvolvido exerce imediata proteção do talude, evitando os danos habitualmente causados pelos processos erosivos causados pelas chuvas, marés e ventos, que culminariam com o comprometimento da infraestrutura urbana e da drenagem implantada quando da execução do empreendimento.

Figura 8 – Utilização da primeira camada (sacos de ráfia) ancorados, empilhados e sobrepostos – Vila do Mar, Fortaleza - CE.

Fonte: Arquivo dos autores, 2010.

Proteção com Vegetação Fixadora

Nos lados Leste e Oeste da área estudada, que somam uma área total aproximada de 41.400 m2, observa-se uma redução do solo, através de sulcos e início de ravinamento, o que permite a implantação de uma camada protetora de vegetação, cujo arranjo será detalhado localmente durante o acompanhamento técnico de sua execução, tendo em vista evitar a deflação acelerada existente na superfície arenosa hoje exposta e favorecer o desenvolvimento da vegetação fixadora necessária à sua estabilização.

Figura 9 – Utilização da segunda camada (sacos de sisal - estopas) com sementes de vegetação nativas da região – Vila do Mar, Fortaleza - CE.

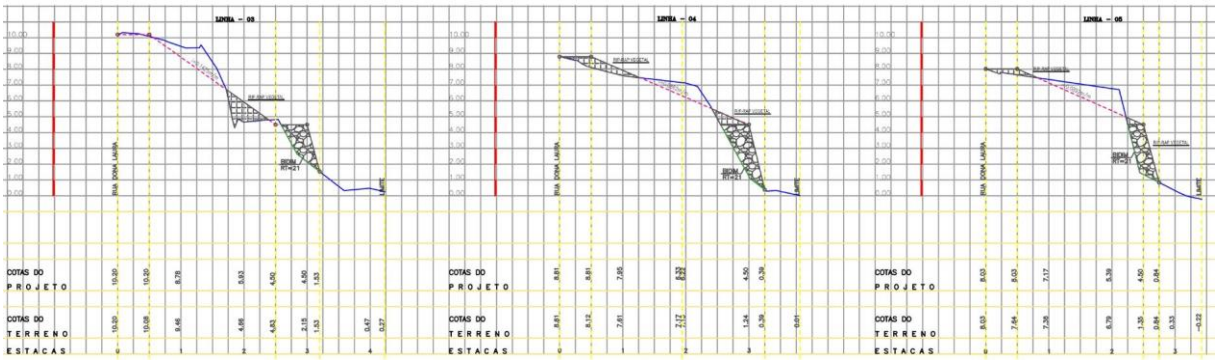
Fonte: Arquivo dos autores, 2010.

Como forma de melhor adaptação e desenvolvimento da vegetação, utilizar o cultivo de espécies nativas da região, com propriedades fixadoras tais como: o sistema radicular adaptado à busca de água a maior profundidade; sistema foliar com superfície de exposição a luz solar reduzida; sistema de propagação de fácil dispersão favorecendo a persistência das espécies no talude.

Dessas espécies, citamos principalmente a grama esmeralda (Zoysia japônica), o Cyperus sp. (capim de duna) e Paspalum maritimum (capim-gengibre), que devem ser semeados via bancos de sementes existentes.

Por sua vez, a Ipomoea pescaprae (salsa de praia), que possui a propriedade de resistência ao soterramento, deve ser cultivada via rama (muda), a qual deve ser plantada ao longo de toda a área.

Figura 10 – Projeto de Recuperação utilizando a metodologia de Rip Rap Vegetal.



Fonte: dos autores, 2010.

Considerações Finais

Como forma de promover a caracterização ambiental da área controlando os impactos adversos da erosão costeira, desenvolveu-se vasta pesquisa bibliográfica e visitas em campo com equipe multidisciplinar. Para se tecer tais considerações realizou-se o Projeto de Recuperação, que contemplou as informações da implantação do muro de arrimo em área de escarpas, além das suas áreas lindeiras que apresentam degradação ambiental.

Neste tipo de projeto, a implementação das obras de engenharia está associada à geração de uma série de impactos adversos sobre o meio ambiente, contudo, na sua maioria são de caráter local e podem ser mitigados e monitorados através da incorporação das medidas de recuperação e controle ambiental por parte do empreendedor. É importante frisar que houve mudanças no layout original do projeto de contenção, visando diminuir os impactos visuais que seriam de grande monta com a construção da parede em blocos de concreto e das malhas de geogrelha existentes entre os blocos.

Com base nos estudos e análises realizadas, e, uma vez diagnosticada a condição atual do ambiente que perfaz a área de influência do litoral da Praia do Icarai, em Caucaia - CE, foram identificados e avaliados os possíveis métodos adequados à recuperação e estabilização dos taludes que estão sofrendo erosão costeira, sem outros danos decorrentes. A execução dos trabalhos de estabilização dos taludes, através da utilização de “Rip-Rap” vegetal, consolidada pelo cultivo de vegetação nativa adequada, foi planejada e dimensionada

de forma a se obterem resultados urgentes e definitivos, tendo em vista a manutenção da qualidade ambiental e a otimização da urbanização a ser futuramente implantada nesta área da Praia do Icaraí.

Optou-se por reduzir o ângulo da parte frontal do talude existente na faixa de praia nas laterais do terreno, favorecendo a execução da recomposição dessa parte do talude com o “Rip-Rap” Vegetal, que proporcionará uma cobertura vegetal fixadora a partir da semeadura de espécies adequadas resistentes.

Portanto pouco modificando a morfologia local, contudo serão feitas medidas compensatórias e de controle ambiental a fim de promover a estabilização das áreas que passaram por intervenções nessa fase do projeto.

A atividade de engenharia deverá ser a mais discreta possível, essencialmente através de trabalhos manuais, com a finalidade de evitar a aceleração dos processos erosivos à medida que tais atividades forem sendo executadas, o que poderá ser monitorado pelos técnicos ambientais responsáveis.

Toda área correspondente ao empreendimento, constitui o resultado da pretérita erosão costeira que hoje resultou numa ampla e instável escarpa, à semelhança de vários setores já urbanizados na região da Praia do Icaraí, em Caucaia, Estado do Ceará.

Referências

ALBINO, J.; GIRARDI, G.; NASCIMENTO, K. A. do. Espírito Santo in: Erosão e progradação do litoral brasileiro. MUEHE, D. (org.). Programa de Geologia e Geofísica Marinha. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, 2006.

ALBUQUERUE, Dayse M. C. de – Meio Ambiente, Legislação Básica. Fortaleza, 1987, 299p.

BENEDET, L. et al. Predicting the effect of beach nourishment and cross-shore sediment variation on beach morphodynamic assessment. Coastal Engineering, v.51, p.839-861, 2004.

BENEDET, L. Processes controlling beach nourishment performance at Delray Beach. 2016. 189f. Tese – Delft University of Technology, 2016.

BRUUN, P. Coastal Erosion and the Development of Beach Profiles. Technical Memorandum N° 44, Beach Erosion Board, 1954.

Seal-level rise as a cause of shore erosion. Journal of the Waterways and Harbors Division, v.88, p. 117-130, 1962.

CASTRO, J.W.A.; GURGEL JR, J.B.; MEIRELES, A.J.A.; GURGEL, G. A. S.; FRANKLIN, P.T. A Influência dos Processos Litorâneos na identificação de áreas de riscos costeiro nas praias da margem oeste do rio Ceará. In: 37º Congresso Brasileiro de Geologia, 1992, São Paulo. Anais do 37º Congresso Brasileiro de Geologia.

CHIOSSI, Nivaldo José, Geologia aplicada à engenharia. Universidade de São Paulo, Escola Politécnica, Grêmio Politécnico – DLP, São Paulo: USP, 1975.

DEAN, R.G. 1987. Coastal Sediment Processes: Toward Engineering Solutions. Proc. Coastal Sediments ´87, ASCE, New York, N.Y. 1 – 24.

DEAN, R.G. Beach nourishment: Theory and practice. Singapura: World Scientific Publishing Co Pte Ltd., 2002. 324p.ERGIN, A.; WILLIAMS A. T.; MICALEFF, A. Coastal scenery:

Appreciation and evaluation. Journal of Coastal Research, 22(4): 958-964, 2006. DOI: 10.2112/04-0351.1.

GEOLOGICA, Assessoria e Construções Ltda – Projeto de Estabilização de Taludes, Via Coletora G, Loteamento Porto das Dunas 4º Etapa – D, 2002.

GEOLÓGICA. Relatório de Impacto Ambiental – RIMA da obra de Proteção/Recuperação do aterro da Praia de Iracema. Trecho 1 da Rua João Cordeiro até a Ponte Metálica. 2008. 287p.

GURGEL, G. A. S. – Plano de Controle Ambiental – PCA do loteamento Porto das Dunas IV Etapa D. sob solicitação, 2.000.

GURGEL, G. A. S.; PEQUENO, A. M. C. Estudo dos Impactos Ambientais no Complexo Litorâneo Barra do Ceará. In: Simpósio de Geologia do Nordeste, 1989, Iparana. Anais do Simpósio de Geologia do Nordeste.

GURGEL JR, J.B.; CASTRO, J.W A de; GURGEL, G.A.S - Abordagem Geológica Ambiental em uma área submetida a processos erosivos costeiros na praia do Pecém - São Gonçalo do Amarante, Ceará - Brasil. IV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, São Paulo, 1993.

GURGEL JR, J.B.; GURGEL, G.A.S. - Plano de Sustentabilidade do Projeto de Recuperação e Estabilização da Praia e Encostas, do Programa de Proteção Ambiental, do Projeto Aldeia da Praia, Secretaria Municipal de Turismo de Fortaleza – SETFOR, na Cidade de Fortaleza/CE, 2014.

GURGEL JR, J.B.; GURGEL, G.A.S - Projeto de Recuperação da Praia e Encostas do Vila do Mar - Secretaria de Turismo de Fortaleza – SETFOR, Fortaleza/CE, 2016.

IBAMA – Manual de Recuperação de Áreas Degradadas para a Mineração. Técnicas de Revegetação. Brasília, 1990.

MOURA, M. R. Dinâmica costeira e vulnerabilidade à erosão do litoral dos municípios de Caucaia e Aquiraz. Tese de doutorado – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Programa de Pós-graduação em Geografia. Fortaleza, 2012. 210 f: il. color., enc. 30cm.

SOUZA, C. R. G. A erosão nas praias do estado de São Paulo: Causas, consequências, indicadores de monitoramento e risco. In: BONONI, V. L. R.;

SOUZA, M. J. N. O Litoral Leste do Estado do Ceará: potencialidades e limitações de uso dos recursos naturais das unidades geoambientais. In: Zenilde Baima Amora. (Org.). O Ceará: enfoques geográficos. 1ed.Fortaleza: FUNECE, 1999, v. p. 11-24.

VASCONCELOS, R. G. F. Estudo do fenômeno da erosão marinha na praia de Icaraí no município de Caucaia - Ceará. 2010. 61 f. Monografia (Especialização em Segurança Pública e Defesa Civil) – Faculdade Metropolitana da Grande Fortaleza - FAMETRO, Fortaleza - CE.

VASCONCELOS, Fábio Perdigão. Gestão Integrada da Zona Costeira: Ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral. Fortaleza: Premius, 2005. 87 p.

WITHERINGTON, B. E. & MARTIN, R. E. 1996. Understanding, assessing, and resolving light-pollution problems on sea turtle nesting beaches. Florida Marine Research Institute Technical Report TR-2. 73 p.

WHITE, G. F. Natural Hazards Management in the Coastal Zone. Shore e Beach, 1978.

Aplicação de Clustergramas no estudo geomorfológico de sub bacias hidrográficas do Rio Preto, região oeste da Bahia

Applying Clustergrams in the Geomorphological study of Rio Preto sub basins, western region of Bahia

André de Oliveira Souza
Universidade Federal do Oeste da Bahia
Programa de Pós Graduação em Geografia UFSCar, Sorocaba
http://orcid.org/0000 0002 4937 0470
andreos@ufob.edu.br

Artur Magalhães de Brito
Universidade Federal do Oeste da Bahia
artur.b7623@ufob.edu.br

Resumo: As características morfométricas de sub bacias integrantes da Bacia Hidrográfica do Rio Preto (BHRP), localizada no extremo oeste do estado da Bahia, podem constituir se como assinaturas geomorfológicas que, quando agrupadas hierarquicamente, revelam sobreposições de dinâmicas convergentes divergentes e autogênicas. Deste modo, o objetivo principal deste estudo foi agrupar sub bacias da BHRP considerado similaridades/diferenças morfométricas e, com base nisso, propor uma compartimentação preliminar da bacia hidrográfica do Rio Preto sob a perspectiva geomorfológica. Nós mensuramos 07 propriedades geomorfológicas (área, perímetro, índice de compacidade, Integral Hipsométrica, comprimento dos canais fluviais e comprimento média das encostas) de 377 sub bacias com áreas maiores do que 1km² e, a partir dos dados gerados, aplicamos análise de cluster (clustergrama) para identificar agrupamentos entre as sub bacias considerando diferentes níveis hierárquicos. Nossos resultados mostraram que o clustergrama é uma ferramenta metodológica eficaz para a identificação e compartimentação geomorfológica da área estudada em diferentes níveis hierárquicos, indicando o agrupamento dos dados em 02 principais Grupos (Grupo I e II) que apresentaram correspondências com fatores estruturais e alta complexidade quanto aos processos morfoesculturadores e dinâmicas geomorfológicas ocorridas na bacia hidrográfica do Rio Preto. Além disso, foi possível discutir a importância de fatores autogênicos nas diferenciações das respostas das sub bacias relacionadas à BHRP a fatores alogênicos, indicando que a auto organização dos atributos internos e limiares de equilíbrio de cada um dos sistemas resultam em heterogeneidades espaciais das sensitividades aos inputs alogênicos e, portanto, na evolução da BHRP.

Palavras-chave: Geomorfologia; Geomorfometria; Análises de Cluster; autogênese alogênese..

Abstract: The morphometric features of sub basins that integrate the Rio Preto Watershed (RPW), located in the western region of the Bahia state, Brazil, can be used as geomorphological signatures and when hierarchically grouped, reveal overlays of convergent divergent and autogenic dynamics. Therefore, the main objective of this study was to group RPW sub basins based on morphometric similarities/differences and to propose a preliminary geomorphological compartmentalization of the Rio Preto Watershed. We measured seven geomorphological properties (area, perimeter, Gravelius's shape index, Hypsometric Integral index, length of river channels, and average length of slopes) of 377 sub basins with areas larger than 1 km². Using the generated data, we applied cluster analysis (clustergram) to identify groupings among the sub basins considering different hierarchical levels. Our results demonstrated that the clustergram was a powerful methodological tool for the identification and geomorphological compartmentalization of the studied area at the various hierarchical levels. These results indicated the grouping of data into two main Groups (Group I and II), which are associated with structural attributes exhibiting high complexity regarding morpho sculptural processes and geomorphological dynamics within the Rio Preto Watershed. Furthermore, it was possible to discuss the

importance of autogenic factors in differentiating the responses of sub basins related to the RPW from allogenic factors. This suggests that the self organization of internal attributes and equilibrium thresholds within each system lead to spatial heterogeneities in sensitivities to allogenic inputs and, consequently, in the evolution of the Rio Preto Watershed.

Keywords: Geomorphology; Geomorphometry; Cluster Analysis; autogenic allogenic..

Introdução

As formas de relevo são resultantes de complexos processos relacionados às interações entre múltiplos atributos físico naturais, tornando os sistemas geomorfológicos complexos, caóticos e de comportamento não linear (Phillips, 2011; 2014; Hugget, 2016). Nesta perspectiva, Phillips (2014) sugeriu que a evolução das formas de relevo está diretamente associada às instabilidades dinâmicas resultantes de mudanças entre modos de evolução convergentes (estável) e divergentes (instáveis). De acordo com este autor, o desenvolvimento convergente é frequentemente considerado como uma condição de estado estacionário, sendo associado ao decréscimo da amplitude das variações, aumento da isotropia e progressão no sentido de maior uniformidade espacial (e.g. processo de intemperismo que resulta na suavização da rugosidade). Por outro lado, o desenvolvimento divergente envolve um incremento na amplitude média da variação, exagero de diferenças e aumento da variabilidade espacial (e.g. dissecação de superfícies inicialmente mais uniformes, diversificação de solos). Consequentemente, os comportamentos dos sistemas geomorfológicos podem ser interpretados como propriedades emergentes, as quais são resultantes de dois princípios básicos: gradientes de seleção e limiares mediados por modulação (threshold mediated modulation). O primeiro está intrinsecamente relacionado às características geomorfológicas associadas ao gradiente de fluxo que persiste e aumenta em relação a outras características e padrões, enquanto o segundo pode ser definido como os limiares inerentes ao desenvolvimento do sistema, o qual geralmente resulta em comportamentos oscilatórios em torno de qualquer padrão.

Nesta perspectiva, a evolução destes sistemas também são, sobretudo, respostas das organizações autogênicas e não determinadas por fatores alogênicos (Phillips, 2011). Consequentemente, as sensitividades fluviais aos fatores alogênicos emergem das complexas interações entre atributos internos e limiares de equilíbrio (Phillips, 2011; Fryirs, 2017) e podem ser expressas como a probabilidade de que uma dada interferência nos controle de um sistema produzirá uma resposta sensível, reconhecível e persistente. E dessa forma, envolve dois importantes aspectos: (I) a propensão para a mudança e (II) a capacidade do sistema para absorver essa mudança (Brunsden e Thornes, 1979; Downs e Gregory, 1993). Não obstante, pesquisas prévias mostraram a importância das escalas espaciais e temporais nos estudos geomorfológicos (Schumm e Licthy, 1965; Penteado, 1980;

Phillips,1988; Boer, 1992). Schumm e Licthy (1965) afirmaram que as relações entre variáveis são uma função da escala espacial e temporais, e variáveis que são interdependentes em uma determinada escala podem ser independentes em outra. Phillips (1988) também sugere que muitas das variáveis nos sistemas geomórficos variam em escalas espaciais drasticamente diferentes, de modo que bacias grandes e pequenas claramente exibem comportamentos diferentes.

Com base nessas discussões, nosso estudo realizado sobre a Geomorfologia da bacia hidrográfica do Rio Preto (BHRP), afluente do Rio Grande no oeste da Bahia; considerou que os diferentes limiares de equilíbrio e gradientes de seleção se expressam geomorfologicamente na paisagem por meio de diferenciações e similaridades morfométricas em relação às diferentes sub bacias da BHRP, compondo mosaicos de “complexos geomorfológicos” que se inter relacionam por meio de trocas de energia, matéria e informação.

Neste sentido, a BHRP apresenta uma área extensa e complexas configurações de sua rede de drenagem, aspectos que contribuem com questionamentos sobre a sobreposição espacial e temporal de dinâmicas e processos geomorfológicos convergentes/divergentes. Neste sentido, entender como essas diferenças e similaridades contribuem com a dinâmica da bacia hidrográfica em sua totalidade, torna se essencial para análises geomorfológicas e desenvolvimento de modelos que abarquem a complexidade da bacia, sobretudo no que tangem as distintas sensibilidades e propensões às efetivas transformações. Consequentemente, mensurações de diferentes aspectos geomorfológicos por meio de índices morfométricos e a espacialização desses valores são ferramentas importantes para estudos geomorfológicos contemporâneos. Assim, os índices morfométricos não devem representar apenas conjuntos de procedimentos quantitativos com a finalidade de mensuração de formas geomórficas, mas serem analisados de modo que possibilitem realizar correlações espaciais entre diferentes atributos quantitativos de uma determinada área estudada abordando diferentes contextos escalares.

A partir dessas considerações, a hipótese desse trabalho considera que os atributos geomorfológicos das sub bacias da BHRP podem constituir se como assinaturas geomorfológicas, as quais quando agrupadas hierarquicamente por meio de diferenciações e similaridades, revelam heterogeneidades/homogeneidades espaciais associadas às sobreposições de dinâmicas convergentes divergentes e autogênicas. Assim, neste trabalho foram mensuradas propriedades geomorfológicas de sub-sistemas da BHRP usando índices areais (i.e. área, perímetro, índice de circularidade, Integral Hipsométrica) e lineares (i.e. comprimento dos canais fluviais, comprimento e forma média das encostas). O objetivo principal deste estudo foi identificar e agrupar as sub-bacias considerado

similaridades/diferenças e, com base nisso, propor uma compartimentação preliminar da bacia hidrográfica do Rio Preto sob a perspectiva geomorfológica.

Caracterização da área de estudos

A bacia hidrográfica do Rio Preto localiza se no noroeste do estado da Bahia, na fronteira com o estado do Tocantins a oeste e com o estado do Piauí ao norte (Figura 1). Compreende parte setentrional da Bacia do Rio Grande, sendo um dos maiores contribuintes da margem esquerda da Bacia do Rio Grande, principal contribuinte da margem esquerda da bacia hidrográfica do Rio São Francisco. O Rio Preto drena os municípios baianos de Formosa do Rio Preto, Santa Rita de Cassia, Mansidão, Riachão das Neves e Cotegipe, desaguando no Rio Grande próximo a serra do Boqueirão, no município de Mansidão.

No âmbito geológico, bacia hidrográfica do Rio Preto foi desenvolvida no Cráton do São Francisco (Andrade Filho et al., 1994) e drena uma área com o predomínio de rochas sedimentares no alto curso, bem como ígneas e metamórficas aflorantes em relevos mais dissecados no baixo curso da bacia (CPRM, 2020). Em relação às litologias sedimentares, estas estão associadas ao Gr. Urucuia, o qual pode ser dividido em duas principais formações: Posse e Serra das Araras (CAMPOS, 1997). Ambas as formações foram depositadas basicamente por ação de leques aluviais, relacionadas à sedimentação fluvial em amplas planícies e por ação eólica (CAMPOS, 1997; CAMPOS, 2007; GASPAR, 2006; SGARBI, 2000). Segundo Campos (1997), a Fm. Posse é composta por arenitos finos e médios, com bom amadurecimento textural e mineralógico, normalmente possuindo um bom selecionamento. Por outro lado, a Fm. Serra das Araras é composta por arenitos, argilitos e conglomerados com aspecto vermelhado. Tais arenitos se caracterizam por serem polimodais e silicificados, demonstrando intensa cimentação por sílica e óxidos de ferro, o que muda a estrutura da rocha, fazendo com que se assemelhe a um silexito (CAMPOS, 1997).

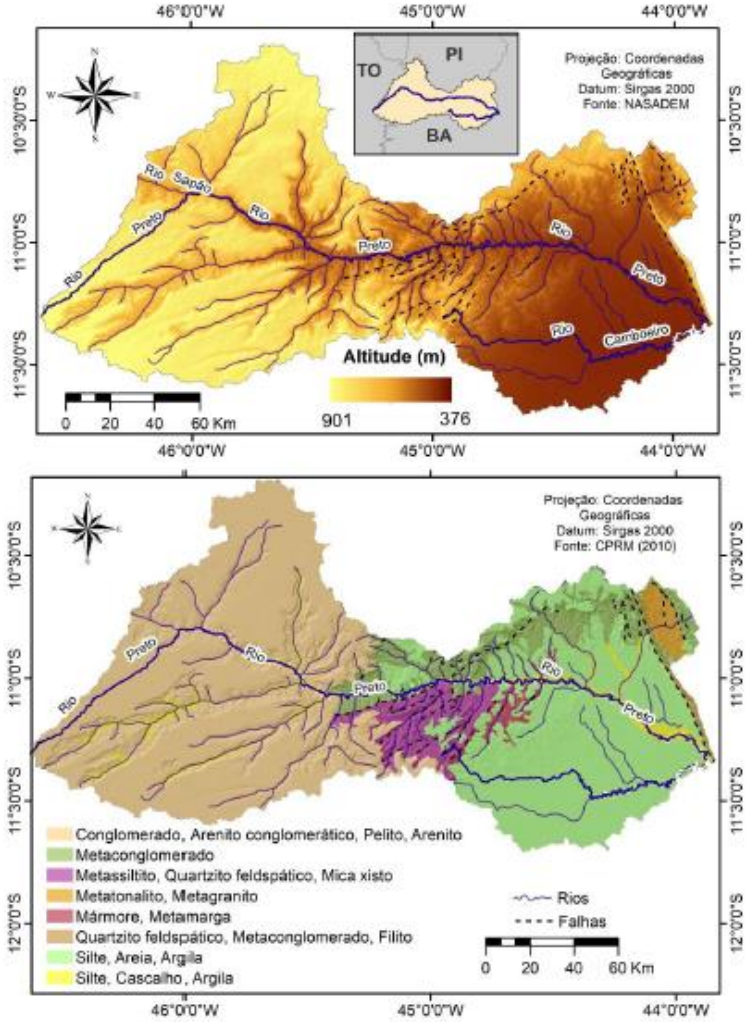


Figura 1: Localização e Geologia na Bacia Hidrográfica do Rio Preto. Elaboração: Autores, (2022)

No contexto das litologias cristalinas, são encontradas litologias pertencentes à Fm Serra da Mamona (metassiltitos esverdeados, metacalcarios negros, metamargas e ardósias micáceas), Fm. Canabravinha (quartizitos piritosos de cor branco amarelada, metamarga, sericita xisto, metassiliticos micaceos e metadiamictitos), Gr. Rio Preto (metassedimentos psamíticos e pelitícos, quartizitos micáceos, mocaxistos, filitos e pequenos corpos anfibolíticos), Fm. Sítio Novo (basicamente silicásticos e pelitos), Corpo Granitóide Mansidão que forma o substrato do município homônimo, e constitui se como o mais expressivos do granitóides na região com dimensões aproximadas de de 55 km de comprimento por 13 km de largura (Costa e Silva, 1980; Egydio Silva, 1987; Egydio da Silva et al., 1989; Mascarenhas e Garcia, 1989; SILVA, et al., 1990; Danderfer e Dardene, 2002; Uhlein et al., 2004; Caxito, 2010).

Além dessas litologias, coberturas detrito lateríticas ferruginosas recobrem uma parte considerável da bacia do Rio Preto. De acordo com Arcanjo e Filho (1999), estas coberturas

são provenientes de alteração pedogênica de rochas sedimentares e metamórficas, além de atuarem como um escudo protegendo a superfície da ação erosiva. Finalmente, são observados depósitos aluvionares preenchendo os fundos de vales.

No oeste do estado da Bahia o clima é classificado como Tropical com inverno seco do tipo Aw (GASPAR, 2006). Na bacia do Rio Preto os índices pluviométricos oscilam entre 800 e 1600 mm anuais, concentrando se nos meses de novembro a março (GASPAR, 2006). Neste sentido, na bacia do rio Preto o clima pode ser considerado semi umido com variação de 4 a 5 meses seca (SHR, 2003). O clima semiúmido se faz presente no limite do oeste do estado da Bahia, ao longo da cabeceiras de drenagem das sub bacias do afluentes da margem esquerda do Rio São Francisco, Corrente e Grande, compreendendo uma faixa vertical delimitada ocidentalmente pelos estados de Goiás e Tocantins (PERH BA, 1993).

Por outro lado, nas proximidades da foz, o domínio climático semi árido ocupa cerca de 0,25% da área da bacia, com um período de seca de 6 meses por estar inserido em uma área de transição entre o clima tropical e semiárido, ocorrendo um decréscimo de precipitação e um moderado déficit de água (SHR, 2003). Ocorrem dois períodos sazonais bem estabelecidos no transcorrer do ano, um úmido e quente, de novembro a abril, e outro seco, de julho a setembro (PDRH BA, 1993).

Método e Metodologia

O suporte teórico dessa pesquisa está pautado na Teoria dos Sistemas Gerais, sobretudo, a partir da concepção de que os sistemas ambientais são complexos e não lineares. Um sistema não linear pode exibir sensibilidade às condições iniciais, onde pequenas alterações nos parâmetros iniciais podem levar a alternâncias desproporcionalmente altas no resultado (Brundsen e Thornes, 1979; Phillips, 1992; Phillips, 2011). Neste sentido, Phillips (2011) demonstrou que os estados e comportamentos dos sistemas geomorfológicos, frequentemente interpretados como tendências ao estabelecimento de manutenção do steady state, são emergentes de dois princípios simples: a seleção de gradientes (características geomorfológicas associadas ao gradiente de fluxo que persiste e aumenta em relação a outras características e padrões) e as modulações mediadas por limiares (limiares inerentes ao desenvolvimento do sistema, o qual geralmente apresenta comportamentos oscilatórios em torno de qualquer padrão). Assim, as características emergentes das relações entre os dois princípios mencionados pelo autor, resulta em “Pseudo equilíbrios” (Phillips, 2011) frequentemente interpretados como o estabelecimento de um novo steady state equilibrium; quando, na verdade, refletem comportamentos oscilatórios em torno de qualquer padrão.

Delimitação de sub-bacias e Índices Morfométricos

Neste estudo, nós aplicamos 7 (sete) índices morfométricos em 377 sub bacias com área >1 km² e que deságuam diretamente no rio Preto. Essas bacias foram delimitadas usando um NasaDEM pré processado com a exclusão de pixels espúrios e o TopoToolbox (Schwanghart e Kuhn, 2010). A seleção por bacias não menores do que 01 km² evitou que os valores abrangessem apenas áreas correspondentes a um pixel com 30m de resolução espacial (30x30=900m²).

As mensurações da Área (A), Perímetro (P), Densidade de Drenagem (Dd), índice de forma de Gravelius (Gi) e comprimento total dos rios (Sl) (Horton, 1932; 1945), foram realizadas usando o software ArcGis 10. Para a obtenção do comprimento médio da encosta (Hl), assumiu se o valor inverso das densidades de drenagem (Horton, 1932, 1945; Schumm, 1956; Tucker et al., 2001; Grieve et al., 2015), enquanto os valores da Integral Hipsométrica (Hi) foram obtidos usando a extensão CalHypso (Pérez Peña et al., 2009). Finalmente, uma matriz 377x7 abrangendo 2.639 dados sobre as características morfométricas das sub bacias do Rio Preto foi criada e exportada para o software MatLab para a elaboração de clustergramas.

Clustergrama:

Utilizamos o algoritmo Clustergram disponível no software MatLab para elaborar os gráficos. Segundo Schonlau (2002; 2004), o clustergrama é uma representação gráfica semelhante ao dendrograma que permite analisar como os membros dos clusters se atribuem aos clusters, à medida que o número de clusters aumenta. O referido autor apontou que este ggráfico é útil na análise exploratória para algoritmos de agrupamento não hierárquicos, como k means, e para algoritmos de agrupamento hierárquico quando o número de observações é grande o suficiente para tornar os dendrogramas impraticáveis.

Em nosso estudo, este método permitiu investigar o agrupamento entre 377 sub-bacias do rio Preto considerando os 2.639 dados morfométricos. Adicionalmente, utilizando o método do clustergram foi possível avaliar quais variáveis geomorfológicas (índices morfométricos) são mais expressivas em um conjunto de observações (sub-bacias). Esta abordagem permite agrupar sub-bacias por similaridades/diferenciações e traçar correlações em sua morfodinâmica. Os parâmetros utilizados na análise dos clustergrams estão na Tabela 1.

Parameter	Method	Description
RowPDist	Euclidean (default)	Distance metric to pass to the pdist function to calculate the pairwise distances between rows, specified as a character vector or cell array.
ColumnPDist		
Linkage	Ward	Linkage method passed to the linkage function to create the hierarchical cluster tree for rows and columns, specified as a character vector or two-element cell array of character vectors.
Standardize	Column	Dimension for standardizing data values, specified as a character vector, string, or positive integer.
Script	cluster_3=clustergram(data1,'Standardize','column') set(cluster_3,'Linkage','ward')	

Tabela 1: Parâmetros, variáveis e *script* utilizado na elaboração dos clustergramas.

Os parâmetros “RowPDist” e “ColumnPdist” estão associados às distâncias entre os pares de observações. Em nosso estudo foi utilizado o método euclidiano, o qual é consistente com a raiz quadrada da soma das diferenças quadradas. O parâmetro “Linkage” é a distância entre dois clusters e usamos a função “Ward” (Ward, 1963). Este método utiliza o aumento da soma total dos quadrados dentro do cluster para unir dois clusters, resultando na minimização e maximização das diferenciações dentro do cluster e entre os clusters, respectivamente (Ward, 1963). O parâmetro “Standardize” transformou os valores das colunas em z scores para padronizar a variância, bem como a padronização das diferentes unidades de medida associadas aos índices morfométricos. Finalmente, os gradientes de cor no mapa de calor variam de verde mais frio para 3 SD abaixo da média a um vermelho mais quente para valor +3 SD acima da média.

Resultados e Discussões

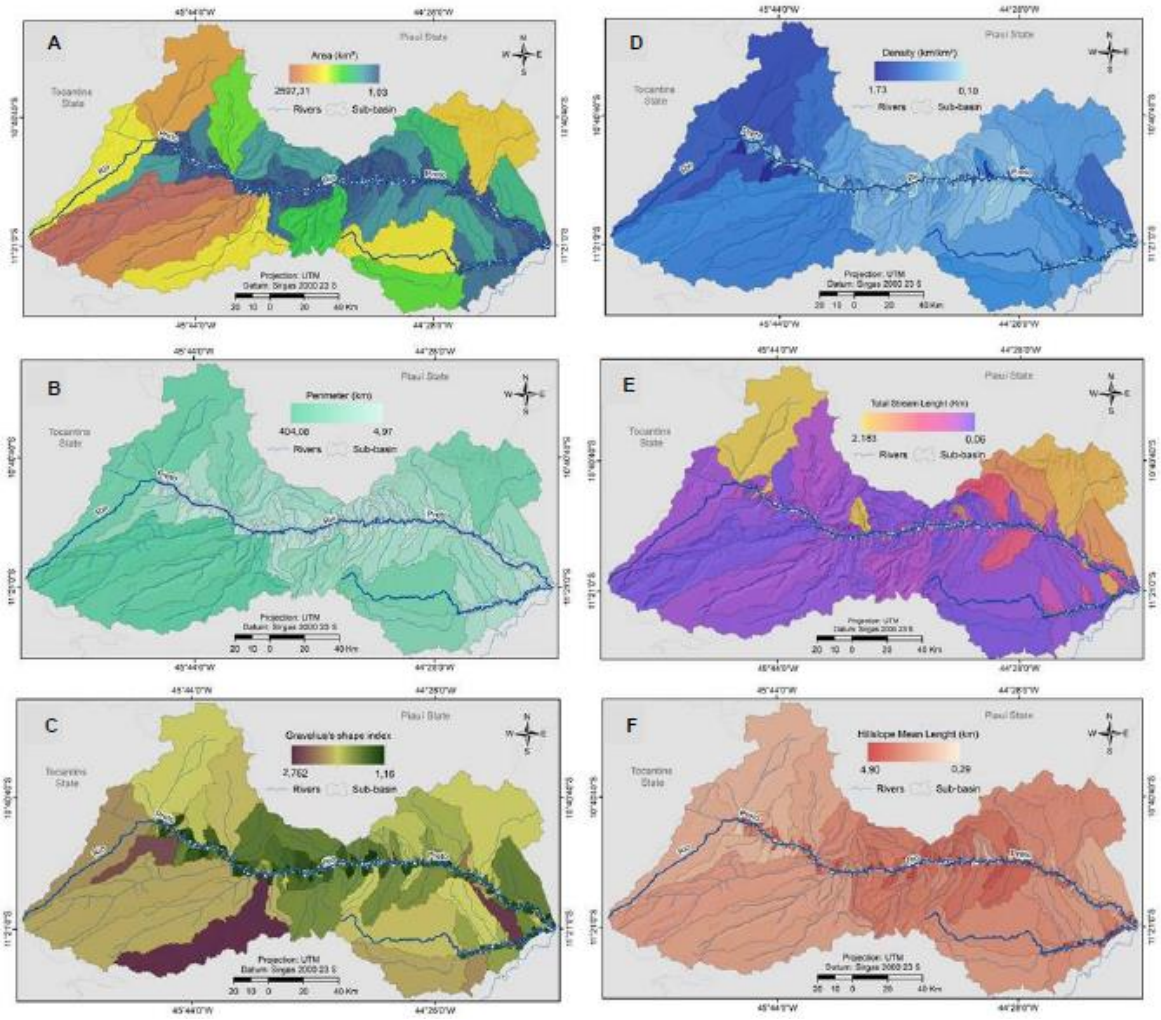
4.1. Índices Morfométricos

Os cálculos das áreas (A) indicaram valores entre 2,597 km² a 1,03 km², espacializados por diferentes setores na bacia hidrográfica do rio Preto (BHRP) (Figura 2A). As sub bacias com menores áreas estão inseridas majoritariamente na média e baixa bacia, embora algumas sub bacias com altos valores de área contrastem com o padrão identificado nesses setores. Esses valores contrastantes associam se a sub bacias de rios que fluem parao Rio Camboeiro, localizado na margem direita do BHRP, enquanto o valor alto

contrastante na margem esquerda da BHRP se relaciona com a uma sub bacia na qual seu rio superimpõe a litologias Pré Cambrianas associadas ao Gr. Rio Preto e ao Granitóide Mansidão. Por outro lado, as sub bacias que apresentaram maiores áreas estão localizadas na alta BHRP, onde foram identificados elbows e wind gaps sugerindo captura fluvial do Rio Sapão provável antigo curso do Rio Preto por afluentes do sistema Tocantins Araguaia e, consequentemente, rearranjos da rede de drenagem.

Os valores do Perímetro (P) variaram de 404,08 km a 4,97 km (Figura 2B) e as sub-bacias com maiores valores estão predominantemente na margem direita do rio Preto, enquanto os menores valores ocorrem predominantemente nos setores da média e baixa BHRP. Deste modo, é possível afirmar que os maiores valores no alto curso principalmente na margem direita e os menores nos setores de média e baixa bacia.

Figure 2: Resultados do índice hipsométrico aplicado na BHRP. A) Area. B) Perimeter. C) Gravelius's shape index (GI). D) Densidade. E) Comprimento total dos rios. F) Comprimento médio das encostas.



Em relação ao Gravelius's Shape Index (GI) (Figura 2C), os valores variaram de 1,16 a 2,752 e indicaram que há uma maior concentração na média BHRP de sub bacias com tendência a morfologia circular, enquanto que no alto curso predominam sub sistemas com morfologias mais alongadas, bem como valores intermediários no baixo curso. Essas características morfológicas apresentam correlações espaciais com os valores da Densidade de Drenagem (Dd), os quais variaram de 0.10 a 1.73 km/km² e podem ser agrupadas em quatro grandes regiões da BHRP (Figura 2D). Assim, os maiores valores de Dd (~1,73 km/km²) estão em setores da alta BHRP e podem ser subdivididos em dois grupos: o primeiro abrangendo a porção central e margem esquerda da alta BHRP, enquanto o segundo abrange as sub bacias da margem direita da alta BHRP. Nos setores da média BHRP, os valores de Dd foram próximos a 0,10 km/km² e correspondem aos valores mais baixos encontrados na área. Na bacia inferior ocorrem valores intermediários entre os encontrados nos setores superior e médio da bacia, bem como algumas sub bacias com valores que ultrapassam o padrão identificado para a área.

Com relação ao índice de comprimento total dos rios (SI), os resultados mostraram que predominam valores próximos do mínimo apontado na Figura 2E, apesar de que valores mais altos foram identificados em associação a uma sub bacia localizada na margem esquerda do setor da alta BHRP, provavelmente refletindo uma maior quantidade de canais de baixa ordem (1ª e 2ª ordem). Neste sentido, observou se que os comprimentos médios das encostas (Hl) variaram entre 0,29 e 4,90 km (Figura 2F) e aparentemente apresentam sobreposições espaciais com o SI e com Dd, este como consequência do cálculo do HI considerar os valores inversos de Dd.

Em relação à Integral Hipsométrica (HI), nossos resultados mostraram que os maiores valores ocorrem em setores da alta BHRP (Figura 3). Os valores intermediários estão na margem média e esquerda dos setores da baixa BHRP, indicando uma paisagem mais jovem do que o setor superior da bacia hidrográfica. Em contraste, os menores valores de Hi (~0,085) aparecem nas sub bacias localizadas predominantemente no baixo curso do rio Preto, em associação com a sub bacia do Rio Camboeiro.

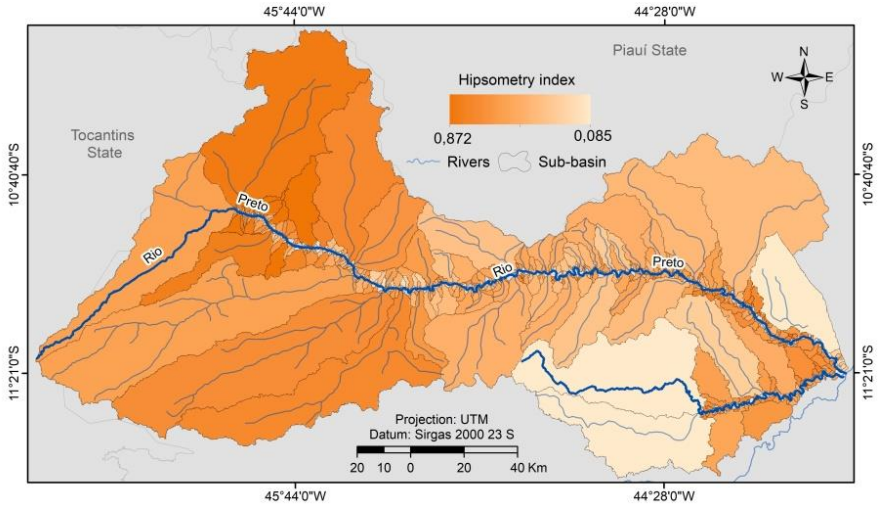


Figure 3: Resultado do índice hispométrico aplicado à BHRP

4.2. Agrupamentos geomorfológicos

Os resultados das análises morfométrica foram agrupados em 2 maiores conjuntos: Grupo I (Agr. 375) e Grupo II (Agr. 369), os quais são compostos por 368 e 9 nódulos respectivamente (Figura 4). O Grupo I pode ser subdividido entre dois subgrupos, nomeados como Sub Grupo I (Agr. 374) e Sub Grupo II (Agr. 373) que são compostos, respectivamente, de 154 e 214 nódulos. Identificou se que entre os Sub grupo I e Sub
Grupo II, seus respectivos agrupamentos resultaram principalmente dos distanciamentos dos valores médios do z scores (cor preta) referentes aos índices calculados, de modo que é possível observar que os valores concernentes ao Sub grupo II estão predominantemente mais próximos do extremo positivo (0 a 3), enquanto os valores referentes ao Sub Grupo I estão predominantemente próximos ao extremo negativo (0 a 3). Além disso, o Sub Grupo I foi subdividido em duas unidades (Unidade I e Unidade II), de modo que a Unidade I também pode ser subdividida entre Sub Unidade I e Sub Unidade II. Neste sentido, o clustergrama (Figura 4) mostrou que as diferenciações entre os diferentes níveis hierárquicos dos agrupamentos resultaram principalmente das variâncias entre os valores z scores concernentes aos índices Hi, Gi, Dd, P, HI, enquanto o índice SI apresentou pouca variância entre as áreas estudadas (predominância da cor preta).

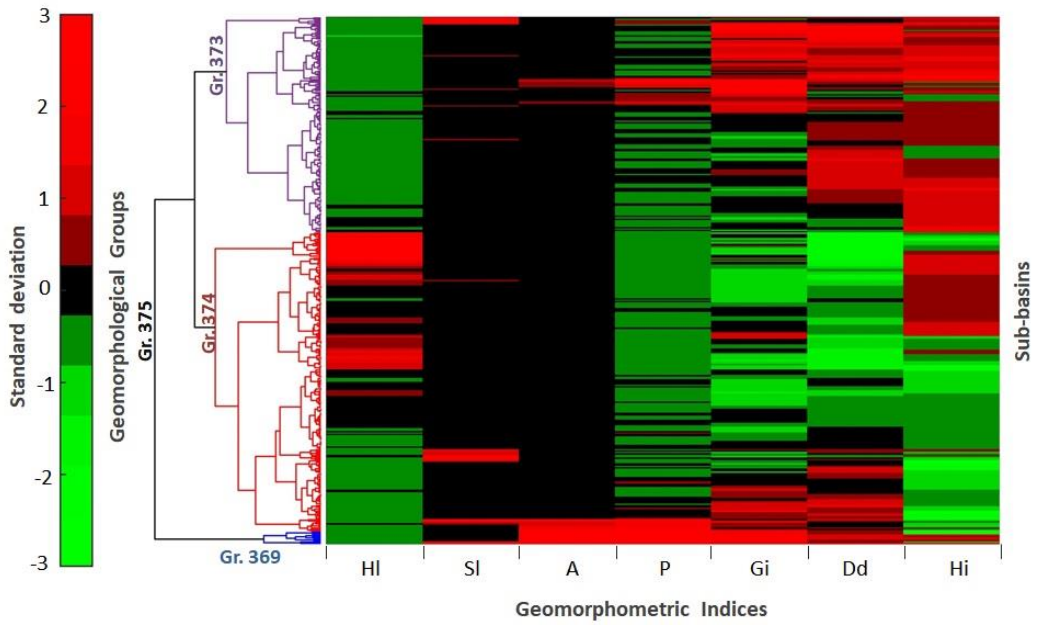


Figura 4: Clustergrama resultante do agrupamento dos valores de índices morfométricos.

Observou se que os valores de área foram relevantes para a diferenciação entre os dois principais grupos (Grupo I e Grupo II), enquanto os valores de HI foram relevantes para as diferenciações internas do Grupo I e, consequentemente, para sua subdivisão entre o Subgrupo I e Subgrupo II. Observa se, neste sentido, que os valores para esse índice assumem direções divergentes (diferença entre as cores vermelhas e verdes) e sugerem que a distribuição hipsométrica constitui se como aspecto geomorfológico importante e, provavelmente, indicando diferentes fases de evolução do relevo (Strahler, 1952). Com base nisso, é salutar mencionar que a Integral Hipsométrica descreve a distribuição da elevação de uma determinada área de uma paisagem, onde valores altos do índice (>0,5) geralmente sugerem uma paisagem mais jovem, resultante da tectônica ou incisão recente em uma superfície geomórfica jovem. Por outro lado, os valores baixos (<0,4) estão relacionados a paisagens mais antigas, mais erodidas e menos impactadas pela tectônica ativa recente. Em contraste com os dados referentes ao agrupamento do Grupo I, o índice SI exerceu importante função no arranjo interno do agrupamento Grupo II (Agr. 369), de modo que foi possível identificar duas subdivisões composta por 07 e 02 nódulos, as quais não foram indicadas na Figura 6 devido a sua discreta representação espacial.

Deste modo, considerando os resultados da análise por clustergrama, procedeu se à espacialização dos diferentes níveis hierárquicos dos agrupamentos com o objetivo de interpretar, mesmo que preliminarmente, a compartimentação geomorfológica da bacia e os

possíveis processos geomorfológicos que a induziram, conforme as características geomorfológicas expressas por diferentes índices (Figura 5).

O Grupo I é o mais expressivo na BHRP, de modo que o Grupo II está restrito a poucas sub bacias localizadas majoritariamente em setores da baixa BHRP e, notadamente abrangendo um afluente do Rio Camboeiro, um importante rio intermitente que compõem a área de estudos. Nesta perspectiva, a Unidade I também é pouco expressiva e restringe se à um afluente no alto curso do rio Preto, enquanto a Unidade II e, principalmente a Subunidade 1 são espacialmente mais expressivas na área.

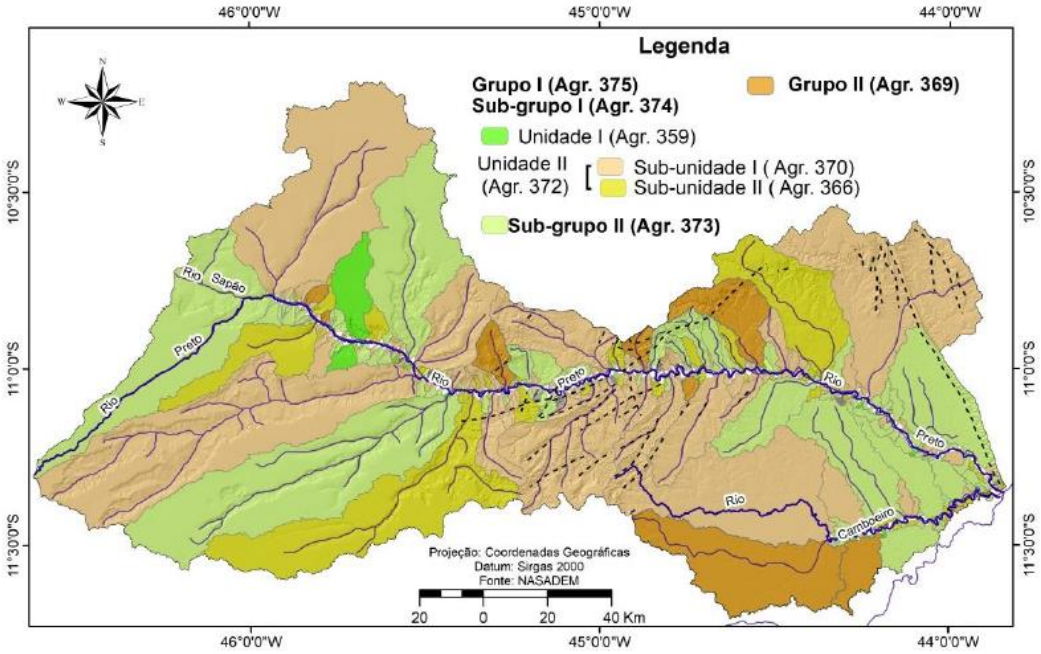


Figura 5: Espacialização dos agrupamentos na Bacia Hidrográfica do Rio Preto.

A Subunidade I é predominante na média bacia, onde ocorrem afloramentos concernentes às litologias metamórficas da Fm. Canabravinha e Gr. Rio Preto (Costa e Silva, 1980; Egydio Silva, 1987; Egydio da Silva et al., 1989; Mascarenhas e Garcia, 1989; SILVA, et al., 1990; Danderfer e Dardene, 2002; Uhlein et al., 2004; Caxito, 2010; CPRM, 2020). Em associação à essas litologias, ocorrem nesse setor da bacia conjuntos de falhas com movimentos compressionais associados à Faixa Móvel Rio Preto, as quais induziram a movimentos verticais criando setores rebaixados onde se desenvolveu a planície fluvial do Rio Preto nas imediações do município de Santa Rita, bem como setores elevados que atuam na paisagem como divisores de água e limite estadual entre Bahia e Piauí, conhecido regionalmente como Serra da Tabatinga ou Chapada da Limpesa.

Considerando os valores dos índices morfométricos, é possível que nos setores de média bacia tenham ocorrido rearranjos da rede de drenagem em decorrência de reativações dessas falhas ao longo do Quaternário, uma vez que os dados mostraram que neste setor

ocorrem “sub bacias jovens”. Em estudos recentes, Brito e Souza (2021) argumentaram que alguns dos knickpoints encontrados nos perfis longitudinais referentes aos rios que compõem o alto curso da BHRP, provavelmente têm suas gêneses relacionadas à migração para montante de ondas erosivas iniciadas no médio curso o Rio Preto. Do mesmo modo, estudos desenvolvidos por Santos e Castro (2016) apontaram que a reativação de antigas falhas e o contexto litológico são importantes fatores para a origem e desenvolvimento do sistema lacustre encontrados no baixo curso do Rio Preto.

Deste modo, é provável que a Subunidade I esteja associada a setores da BHRP onde o relevo foi rejuvenescido ao longo do Quaternário, seja em decorrência da influência estrutural ou da captura fluvial do Rio Sapão, onde é possível observar feições geomorfológicas associadas a esse processo, como elbow e wind gap. Sobre essa questão, nota se que um dos sistemas afluentes da margem esquerda no alto curso do Rio Preto, o qual deságua no Rio Preto nas proximidades do elbow, também foi classificado dentro da Subunidade I, sugerindo que aquele sistema fluvial também foi rejuvenescido.

Não obstante, as sub bacias pertencentes ao Subgrupo II também apresentaram valores dos índices sugerindo que também são paisagens relativamente rejuvenescidas. No baixo curso são identificados depósitos detríticos lateríticos e extensa planície aluvial, onde se desenvolveram sistemas flúvio lacustres estudados por Santos e Castro (2016), os quais sugerem que o potencial rejuvenescimento daquele setor da BHRP está mais associado a deposições das coberturas detríticas retrabalhadas do topo da Serra da Tabatinha/Chapada da Limpesa. Esta afirmação pode ser suportada quando considerada as características morfométricas de sub-bacias localizadas nas encostas deste relevo elevado, as quais indicam a atuação de intenso processo degradacional e, portanto, de remobilizações de coberturas superficiais que são transportadas até o baixo curso do Rio Preto.

Por fim, é interessante notar que os resultados dos agrupamentos hierárquicos baseados nos índices morfométricos aplicados às sub-bacias relacionadas à BHRP, também indicam diferentes respostas a um mesmo estressor. Quanto a essa questão, nós temos considerado a importância de fatores autogênicos sobre as dinâmicas geomorfológicas refletidas nos Grupos, Subgrupos, Unidades e Subunidades, de modo que a auto-organização dos atributos internos e limiares de equilíbrio dos sistemas analisados refletiram em heterogeneidades espaciais das sensitividades aos inputs alogênicos (Phillips, 2011; Fryirs, 2017). Essa questão explicaria, por exemplo, a razão de sub-bacias localizadas em mesmo contexto litológico terem respondido diferentemente a um mesmo input resultante de capturas e possíveis reativações das estruturas Pré-Cambrianas; ou ainda, as descontinuidades espaciais dos diferentes níveis hierárquicos de agrupamentos identificados na BHRP.

Considerações Finais

Os resultados mostraram que a análise de parâmetros morfométricos utilizando o clustergrama, apresentou se como ferramenta metodológica eficaz para a identificação e compartimentação geomorfológica da área estudada em diferentes níveis hierárquicos. Neste sentido, a regionalização com base na quantificação de diferentes aspectos geomorfológicos mostraram correspondências processuais e indicaram alta complexidade quanto aos processos morfoesculturadores e dinâmicas geomorfológicas ocorridas na bacia hidrográfica do Rio Preto.

Assim, verificou se que ás diferentes dimensões de área foram relevantes para a diferenciação entre o Grupo I e Grupo II, enquanto os valores de HI foram relevantes para as diferenciações internas do Grupo I. Com base nisso, aparentemente os agrupamentos também refletem setores da BHRP que ocorreram rejuvenescimentos em detrimento de áreas mais antigas e, portanto, as diferentes compartimentações podem representar complexas cronologias. Nesta perspectiva, foi identificado preliminarmente que reativações de falhamentos associados à Faixa Rio Preto e a captura fluvial ocorrida no alto curso do Rio Preto, constituem como os principais processos que atuaram na conformação geomorfológica da área ao longo do Quaternário, refletindo em diferentes agrupamentos mostrados pelo clustergrama. Contudo, eventuais correspondências geocronológicas entre esses dois processos ainda precisam ser melhores investigadas.

Os resultados também possibilitaram discutir sobre a importância de fatores autogênicos nas diferenciações das respostas das sub bacias relacionadas à BHRP a fatores alogênicos, indicando que a auto organização dos atributos internos e limiares de equilíbrio de cada um dos sistemas resultam em heterogeneidades espaciais das sensitividades aos inputs alogênicos e, portanto, na evolução da BHRP. Finalmente, menciona se que os resultados apresentados são preliminares e investigações complementares estão em desenvolvimento.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Universidade Federal do Oeste da Bahia pela infraestrutura, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pelos suportes financeiros por meio de Bolsa de Iniciação Científica e recursos provenientes do Edital 01/2022 (Termo de Outorga: PET0007/2023), respectivamente.

Referências

ALVES, R.R et al. Fragilidade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Preto Oeste da Bahia. In: MONDARDO M.L; A.L.L da. (orgs). Espaços Agrário e Meio Ambiente: Bahia, Bahias. Rio de Janeiro: Editora Ponto da Cultura Ltda. 2011, p. 204 222.

ANDRADE FILHO, Edgard L. de; NEVES, João Pedreira das; GUIMARAES, Jose Torres. Santa Rita de Cássia, Folha SC. 23 ZC, Formosa do Rio Preto, Folha SC. 23 YD. 1994.

ARCANJO, J. B. A. et al. Carta Geológica Folhas SC 23 Z A Curimatá. CPRM. 1999

BAHIA, Secretaria de Recursos Hídricos, saneamento e habitação. Coordenação de recursos hídricos. Plano diretor de recursos hídricos: bacia do rio grande Salvador: HIGESA, 1993.

BAHIA. Governo do estado da Bahia. Superintendência de Recursos Hídricos (SRH). SIG Bahia. Salvador, 2003.

BIGARELLA, J. J. Estrutura e origem das paisagens tropicais e subtropicais. Vol.3. 2ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2007. 555p.

BOER, D. H. Hierarchies and spatial scale in process geomorphology: a review. Geomorphology, v. 4, n. 5, p. 303 318, 1992.

BRASIL. Empresa Brasileira de Agropecuária, 2011. Disponível em <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_95_10112005101956.html>. Acesso em: 10/12/2022

BRUNSDEN, D.; THORNES, J. B. Landscape Sensitivity and Change. Transactions of the Institute of British Geographers, v. 4, p. 463 484, 1979.

CAMPOS, J. E. G. et al. Estratigrafia e sedimentação da bacia Sanfranciscana: uma revisão. In: Revista Brasileira de Geologia, Curitiba: SBG, v. 27, n. 3, p. 269 282. set/1997.

CAMPOS, J. E. G. et al. Origem e Evolução Tectônica da Bacia Sanfranciscana. In: Revista Brasileira de Geociências, Curitiba: SBG, vol.27, n.3, p. 283 294. set/2007.

COSTA, L. A. M e SILVA, W.G. 1980. Projeto Santo Onofre, mapeamento geológico. Rio de Janeiro, TRISERVICE, convênio DNPM/CPRM, 374P. (Relatório Final integrado, V.1)

DANDERFER, A; DARDENNE, M. A. Tectonoestratigrafia da Bacia Espinhaço na porção centro norte do Cráton do São Francisco: registro de uma evolução poliistórica descontínua. Revista Brasileira de geociências, v. 32, n. 4, p. 449 460, 2002.

DOWNS, P. W.; GREGORY, K. J. The sensivity of river channels in the landscape system. In: Landscape sensivity. p.15 30, 1993.

EGYDIO SILVA M. 1987. O sistema de dobramentos Rio Preto e suas relações com o Cráton São Francisco. Tese de doutorado, IGC Universidade de São Paulo, São Paulo, 95 p.

FRYIRS, K. A. River sensitivity: a lost foundation concept in fluvial geomorphology. Earth, Surface, Processes and Landforms, v. 42, p. 55 70, 2017.

GASPAR, M. T. P. Sistema aquífero Urucuia: caracterização regional e propostas de gestão. 158f. Tese (Doutorado em Geologia) Instituto de Geociências, UNB/Brasília, 2006.

GASPAR, M.T.P. Sistema Aquífero Urucuia: Caracterização regional e propostas de gestão. Tese (Doutorado em Geociências) Instituto de Geociências da Universidade de Brasília, 2006.

GRIEVE, S.W; MUDD, S.M; HURST, M.D. 2016. How long is a hillslope?. Earth Surface Processes and Landforms, 41(8), 1039 1054. DOI: 10.1002/esp.3884

HORTON, R. E. Drainage basin characteristics. Transactions, American Geophysical Union 13: 350, 1932.

HORTON RE. Erosional Development of Streams and Their Drainage Basins: Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology. Geological Society of America Bulletin, 56, 275 370, 1945.

HUGGETT, R. Fundamentals of geomorphology. Routledge, 2ª ed., 483 p., 2016.

MASCARENHAS, J.F.; GARCIA, F.W. Mapa Geocronológico do Estado da Bahia. Texto explicativo. Salvador: SME/SGM, 1989. 189 p. 1 mapa esc. 1:100.000.

Pérez Peña JV, Azañón JM, Azor A. 2009. CalHypso: An ArcGIS extension to calculate hypsometric curves and their statistical moments. Applications to drainage basin analysis in SE Spain. Computers & Geosciences, 35(6), 1214 1223.

PHILLIPS, J.D. The role of spatial scale in geomorphic systems. Geographical Analysis, v. 20, n. 4, p. 308 317, 1988.

PHILLIPS, J.D. Emergence and pseudo equilibrium in geomorphology. Geomorphology 132: 319 326. 2011.

PHILLIPS, Jonathan D. Thresholds, mode switching, and emergent equilibrium in geomorphic systems. Earth Surface Processes and Landforms, v. 39, n. 1, p. 71 79, 2014.

SCHUMM SA. 1956. Evolution of drainage systems and slopes in badlands at Perth Amboy, New Jersey. Geological Society of America Bulletin 67: 597 646.

SCHUMM, S.A.; LICHTY, R.W. Time, space, and causality in geomorphology. American journal of science, v. 263, n. 2, p. 110 119, 1965.

Schwanghart W, Kuhn NJ. 2010. TopoToolbox: A set of Matlab functions for topographic analysis. Environmental Modelling & Software, 25(6), 770 781.

SGARBI, G. N. C. The Cretaceous Sanfranciscan basin, eastern plateau of Brazil. In: Revista Brasileira de Geociências, Curitiba: SBG. v. 30, n. 3. p. 450 452. set/2000.

SILVA, M.E.; KARMANN, I; TROMPETTE, R. O Sistema de Dobramentos Rio Preto Borda Noroeste do Cráton do São Francisco. In: Congresso Brasileiro de Geologia, 36, 1990 Natal. Anais... Salvador: SBG 1990, v.6 p.2658 2671.

TSCHIEDEL, M. W. Aplicação de Estudo Geofísico como Contribuição ao Conhecimento da Tectônica da Sub bacia Urucuia. Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília UNB, Brasília, 2004

TUCKER, G.E; CATANI, F; RINALDO, A; BRAS, R.L. Statistical analysis of drainage density from digital terrain data. Geomorphology 36: 187 202, 2001.

UHLEIN, Alexandre et al. Glaciação neoproterozóicas sobre o cráton do São Francisco e faixas dobradas adjacentes. Geologia do continente sul americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida, p. 30 553, 2004.

Análise morfopedológica da Sub- Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim: Inter-relação entre Relevo e Solos na Avaliação da Fragilidade Ambiental
Morphopedological Analysis in the Camurupim River Watershed: Interplay between Landforms and Soils in Assessing Environmental Fragility

Roneide dos Santos Sousa
Universidade Federal do Piauí
https://orcid.org/0000-0002-6850-573X
roneidesousa@gmail.com

Glairton Cardoso Rocha
Instituto Federal do Piauí
https://orcid.org/0000-0002-1706-7338
glairtongeo@ifpi.edu.br

Resumo: A pesquisa teve como objetivo realizar uma análise morfopedológica na Sub-Bacia Hidrográfica do rio Camurupim (BHRC), a partir da relação complexa e interdependente entre as formas de relevo e os tipos de solos. Através da avaliação da fragilidade ambiental, o estudo buscou identificar as interações entre esses elementos naturais, que exercem influência direta na sustentabilidade e resiliência da bacia. A metodologia baseou-se na adaptação do método estabelecido por Ross (1994), revisão de literatura, atividade de campo e análise espacial. Foram produzidos mapas temáticos de relevo a partir dos Geomorphons e dos tipos de solos da BHRC. Como resultados obteve-se para a variável relevo as classes baixa (8,6%), média (74,83%), alta (11,29%) e muito alta (5,28%) e para a variável solos as classes alta (28,37%) e muito alta (71,63%), a análise integrada dos elementos geoambientais permitiu concluir a alta fragilidade morfopedológica da BHRC para as intervenções antrópicas e a alta susceptibilidade aos processos erosivos. A análise revelou, ainda, áreas vulneráveis, como planícies de inundação, que requerem manejo e uso adequado e a importância da cobertura florestal na redução da suscetibilidade à erosão. O estudo ressalta a necessidade de planejamento sustentável para preservar ecossistemas e recursos naturais presentes na bacia.

Palavras-chave: Fragilidade. Relevo. Solos. Bacia Hidrográfica. Análise integrada.

Abstract: The aim of this research was to conduct a morphopedological analysis in the Camurupim River Sub-Watershed (BHRC), focusing on the intricate and interdependent relationship between landforms and soil types. Through the assessment of environmental fragility, the study aimed to identify the interactions between these natural elements, which have a direct influence on the sustainability and resilience of the watershed. The methodology was based on the adaptation of the method established by Ross (1994), literature review, fieldwork, and spatial analysis. Thematic maps of landforms based on Geomorphons and soil types in the BHRC were produced. The results showed that for the landforms variable, the classes were low (8.6%), medium (74.83%), high (11.29%), and very high (5.28%), and for the soil variable, the classes were high (28.37%) and very high (71.63%). The integrated analysis of geo-environmental elements led to the conclusion of the high morphopedological fragility of the BHRC concerning anthropic interventions and a high susceptibility to erosive processes. The analysis further revealed vulnerable areas, such as floodplains, requiring proper management and use, and highlighted the significance of forest cover in reducing susceptibility to erosion. The study underscores the need for sustainable planning to preserve ecosystems and natural resources within the watershed..

Keywords: Fragility. Relief. Soils. Watershed. Integrated analysis.

Introdução

A exploração dos recursos naturais, sobretudo por motivação econômica, vem comprometendo a estabilidade dos ambientes naturais e, consequentemente, degradando os

solos (SANTOS; MARCHIORO, 2020). O conhecimento das classes de fragilidade dos ambientes e sua associação com as intervenções humanas contribui para prever cenários de impactos ambientais, devido ao uso inadequado da terra. Entender a dinâmica das paisagens em bacias hidrográficas, principalmente no que se refere à suscetibilidade aos processos erosivos e à degradação dos solos em face dos usos da terra, é de suma importância para a gestão dos recursos naturais.

Dentre as unidades de paisagem, têm-se as formas de relevo, que representam a expressão espacial da superfície terrestre, configurando-se como o palco onde o homem constrói sua história no processo de ocupação do espaço geográfico, influenciando suas ações diretamente na estrutura e no funcionamento dos sistemas ambientais. Correspondem a um dos componentes do meio natural, no qual apresentam uma diversidade de formas dinâmicas que se manifestam ao longo do tempo e do espaço em função das trocas de energia e matéria com os demais elementos da paisagem. Já os solos são importantes recursos naturais, caracterizados como sistemas abertos que, ao longo dos séculos, vêm sendo explorados e degradados em virtude da introdução de atividades econômicas que não consideram a capacidade de suporte desse sistema ambiental, levando a estados críticos de degradação.

O conceito de Fragilidade Ambiental foi definido por Ross (1994), com base na Ecodinâmica de Tricart (1977), nos quais estabeleceu uma metodologia para a determinação das paisagens naturais e antropizadas. Essa metodologia pode ser potencial quando leva em consideração apenas as unidades naturais, e emergente quando considera a proteção dos solos por meio da cobertura vegetal e as atividades humanas no recorte analisado. As classes, na medida em que apresentam maior ou menor fragilidade, irão variar de muito baixa a muito alta, segundo Ross (1994).

A fragilidade ambiental representa a vulnerabilidade do ambiente ao sofrer intervenções, englobando processos erosivos, assoreamentos e inundações. As condições de estabilidade/equilíbrio do sistema podem ser rompidas a partir da alteração de um dos componentes ambientais, gerando instabilidade e resultando na fragilização do sistema (SPORL, 2007).

Os diferentes usos da terra, bem como as características genéticas dos sistemas naturais impostas nesses ambientes, resultam em diferentes níveis de fragilidade (ROSS, 1994). Este termo pode ser entendido como a suscetibilidade do sistema a sofrer intervenções ou ser alterado, podendo ter como indutores tanto processos naturais quanto ações antrópicas.

Gouveia e Ross (2019) fizeram uso de parâmetros morfológicos (elementos de formas de relevo) extraídos automaticamente do MDE (Geomorphons), como um dos critérios

geoambientais na determinação da fragilidade ambiental. Segundo os autores, a inserção de parâmetros morfológicos permite determinar e delimitar os níveis de fragilidade de forma precisa e detalhada para esse critério ambiental, evitando que áreas de planícies fluviais sejam classificadas sem restrições do meio físico à ocupação.

A pesquisa teve como objetivo realizar uma análise morfopedológica na Sub-Bacia Hidrográfica do rio Camurupim (BHRC), a partir da relação complexa e interdependente entre as formas de relevo e os tipos de solos. Através da avaliação da fragilidade ambiental, o estudo buscou identificar as interações entre esses elementos naturais, que exercem influência direta na sustentabilidade e resiliência da bacia.

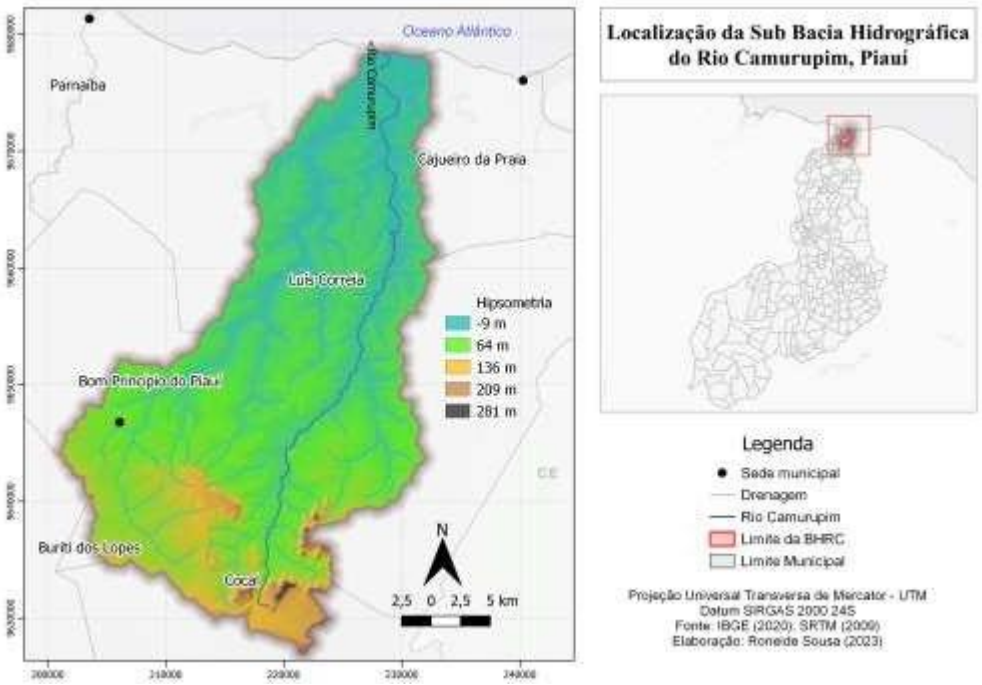
Material e Métodos

Área de Estudo

A área de estudo trata-se da Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim (BHRC), localizada na região litorânea do Baixo Curso do Rio Parnaíba. Esta bacia é uma das seis Sub-Bacia costeiras do litoral piauiense (LIMA, 2020). Ela abrange aproximadamente 830 km² de área e compreende parcialmente os territórios dos municípios de Luís Correia, Cajueiro da Praia, Bom Princípio do Piauí e Cocal (Figura 1). O objetivo deste estudo foi analisar a fragilidade morfopedológica da Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim, localizada no norte do estado do Piauí.

Em relação as formas de uso e ocupação da BHRC, a mesma no seu médio e alto curso é predominantemente rural, embora a sede municipal de Bom Princípio do Piauí, esteja localizada na área da Sub-Bacia, com população total estimada de 5.670 habitantes (IBGE, 2021). Entre as principais atividades econômicas, destacam-se a agropecuária, que engloba tanto a agricultura de subsistência quanto a criação de bovinos, caprinos e suínos. No baixo curso, predominam atividades relacionadas à pesca, à produção de camarão (carcinicultura) e ao turismo. A BHRC está parcialmente inserida na unidade de conservação Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba (BRASIL, 1996), que possui a característica de uso sustentável dos recursos naturais (ICMBIO, 2020).

Figura 1- Localização geográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim (BHRC).



Fonte: Organizado pelos autores (2023).

Procedimentos metodológicos

A pesquisa é fundamentada na abordagem geossistêmica, que concebe os elementos naturais da paisagem como sistemas abertos, dinâmicos e interdependentes. Os procedimentos foram conduzidos em três etapas: revisão bibliográfica, trabalho de campo e uso de técnicas de geoprocessamento. As bases de dados (vetoriais e matriciais) foram obtidas gratuitamente em sites oficiais e posteriormente organizadas em ambiente SIG. Foi utilizado o software de geoprocessamento QGIS 3.22, definindo-se o sistema de coordenadas como Universal Transversa de Mercator (UTM) e Datum SIRGAS 2000 com Fuso 24S. Em seguida, foram elaborados os mapas temáticos referentes à BHRC, incluindo o mapa de localização (IBGE, 2020), mapa de relevo (TOPODATA, 2008) e mapa de solos (IBGE, 2019).

Padrões das formas de relevo - Geomorphons

Para a classificação automatizada do relevo da BHRC, utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) do TOPODATA com resolução espacial de 30m, obtido na Divisão de Sensoriamento Remoto do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) (DSR, 2023).

No programa SAGA GIS, empregou-se o módulo Terrain Analyses, Ligthting, Visibility, Geomorphos, para realizar a classificação automatizada do relevo. Esse procedimento é semelhante ao realizado por Amorim e Capoane (2022) para a bacia hidrográfica do córrego Lajeado, em Campo Grande (MS). O módulo do SAGA GIS delineou

10 unidades de relevo, baseando-se em um algoritmo de reconhecimento de padrões que utiliza um raio de busca de vizinhança local a partir de um ponto focal central (JASIEWICZA; STEPINSKI, 2013). A atribuição dos pesos para a fragilidade ambiental da variável relevo foi adaptada de Gouveia e Ross (2019).

Fragilidade para a variável Solos

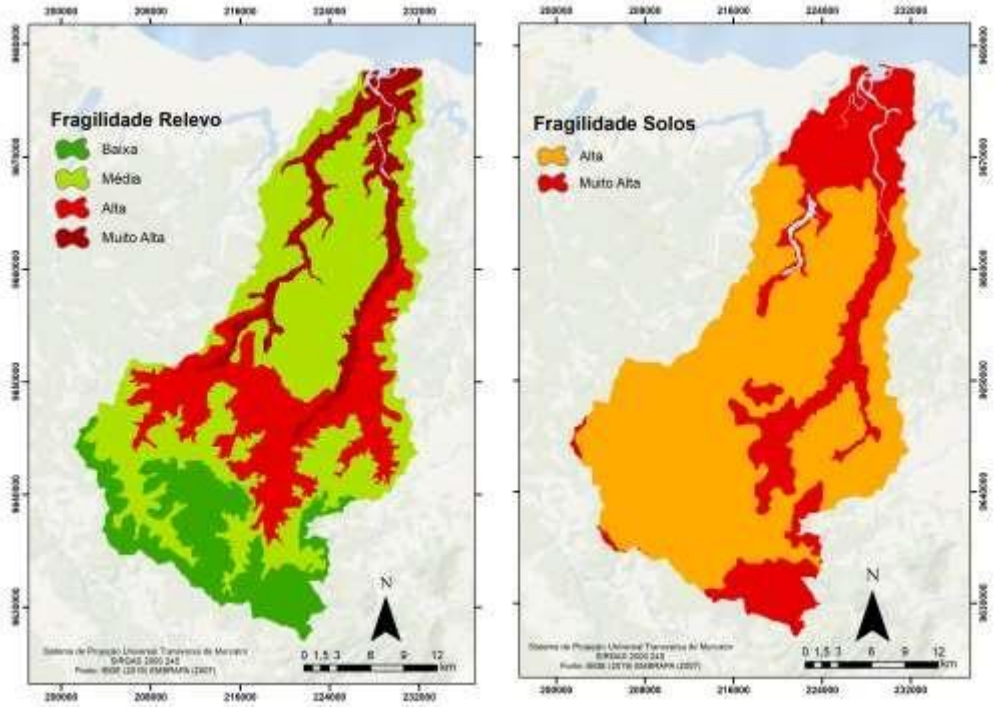
Os critérios empregados para a variável solo consideraram características como textura, estrutura, plasticidade, grau de coesão das partículas, profundidade e espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais. De acordo com Ross e Fierz (2017), essas características estão relacionadas ao relevo, à litologia e ao clima, que são fatores impulsionadores da pedogênese e determinantes das propriedades físicas e químicas dos solos.

A análise da fragilidade ambiental é crucial nesse contexto, pois a suscetibilidade do solo varia conforme sua natureza pedológica, que influencia diretamente suas características físicas, químicas e biológicas. Além disso, o solo é um componente físico diretamente sujeito à ação erosiva e degradativa. A atribuição dos pesos para a variável solos foi baseada em Ross (1994) e na literatura especializada.

Fragilidade morfopedológica da Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim (BHRC)

Na avaliação da fragilidade morfopedológica da BHRC, foram utilizadas informações relacionadas às características das formas de relevo e dos solos, levando em consideração o grau de sensibilidade de cada um desses atributos. Para isso, foi estabelecida uma hierarquia das classes dos atributos de cada camada de informação com base no grau de fragilidade. Para cada classe, atribuiu-se um índice numérico de 1 a 5, variando de "Muito Baixa" a "Muito Alta". Essa atribuição foi feita por meio de uma avaliação qualitativa, em que o valor numérico está diretamente relacionado ao nível de influência. Em outras palavras, quanto maior o índice, menor o grau de proteção contra processos erosivos, conforme descrito por Ross (1994). Importante destacar que as classes de fragilidade foram validadas por meio de observações de campo. A Figura 2 apresenta a distribuição espacial das classes de fragilidade de acordo com os critérios de relevo e solos para a área da BHRC.

Figura 2- Fragilidade morfopedológica da BHRC.



Fonte: Sousa (2023).

As formas de relevo foram determinadas utilizando parâmetros morfológicos (elementos das formas do relevo - 5º táxon) por meio da classificação automatizada (Geomorphons). Na área da BHRC, obtiveram-se classes que variaram de Baixa a Muito Alta em relação às formas de relevo. A classe "Baixa" (8,6%) englobou os Geomorphons 2 (topos), 3 (cristas), 4 (ressalto) e 5 (cristas secundárias), abrangendo serras baixas e mesas com topos planos e cobertura vegetal significativa, o que atenua os processos erosivos. A classe "Média" (74,83%) foi atribuída ao Geomorphons 6 (vertentes convexas e planas convexas e encostas), abrangendo áreas de relevo suavemente ondulado dos tabuleiros litorâneos. A classe "Alta" (11,295%) refere-se ao Geomorphons 1 (plano), correspondente a superfícies planas dissecadas. A classe "Muito Alta" (5,28%) foi atribuída aos Geomorphons 7 (fossos), 8 (vales) e 9 (vertentes côncavas e planas côncavas - bases de encostas), representando a planície fluviomarinha, planícies de inundação dos rios Cardoso/Camurupim e seus afluentes.

No critério de solos, as classes foram ponderadas como "Alta" (28,37%) e "Muito Alta" (71,63%) em relação aos processos erosivos. Para caracterizar as unidades de solo, considerou-se pesquisas e levantamentos realizados na área de estudo. A classe "Muito Alta" foi atribuída aos NEOSSOLOS LITÓLICOS, NEOSSOLO QUARTZARÊNICO, PLANOSSOLOS HÁPLICOS e GLEISSOLOS SÁLICOS, enquanto a classe "Alta" abrangeu os ARGISSOLOS AMARELOS e ARGISSOLOS VERMELHO-AMARELOS. Os pesos foram determinados com base nas características naturais, como inundação, capacidade de

retenção de água, escoamento superficial e coesão entre as partículas, bem como nas interações com a paisagem.

Na análise do critério relevo, as áreas da planície fluviomarinha e as planícies de inundação dos rios Cardoso/Camurupim e seus afluentes foram classificadas como "Muito Alta". Conforme Gouveia e Ross (2019), as planícies de inundação possuem fragilidade alta e muito alta devido à instabilidade do terreno em relação aos riscos de inundação.

O relevo nesse setor é pouco dissecado, correspondendo a plano e suave ondulado, identificados pelos Geomorphons "plano" (1), "fossos" (7) e "vales" (8). As áreas planas caracterizam um relevo pouco acidentado na sub-bacia hidrográfica, especialmente no baixo curso. Esse padrão prevalece na planície costeira, composta por depósitos sedimentares quaternários associados a variações relativas do nível do mar, e também na planície de inundação. Os vales e fossos estão relacionados aos canais de drenagem mais encaixados no relevo e aos processos fluviais. Os parâmetros morfológicos permitiram identificar as áreas de planície, evitando a classificação errônea dessas áreas como sem restrições do meio físico, como destacado por Gouveia e Ross (2019).

A predominância do relevo plano a suave ondulado na BHRC (Figura 3) favorece o desenvolvimento de atividades agropecuárias, principalmente culturas de subsistência, com destaque para a mandioca, milho e feijão (IBGE, 2021).

Figura 3- Área na localidade rural Campos em Luís Correia (PI), com a presença de relevo plano, solo exposto e ao fundo serras baixas vegetadas.

Fonte: Sousa (2022).

Os solos na porção classificada como "Muito Alta" incluem GLEISSOLOS, PLANOSSOLOS E NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS. Cabral e Valladares (2015) afirmam

que, mesmo situados em relevo plano, esses solos apresentam alta suscetibilidade aos processos erosivos devido ao seu gradiente textural. Gouveia e Ross (2019) e Souza et al. (2020) também categorizaram essas classes de solos como tendo níveis de fragilidade "Alta" e "Muito Alta".

Os GLEISSOLOS SÁLICOS Sódicos são encontrados na área da planície fluviomarinha dos rios Cardoso/Camurupim. Embora estejam em relevo plano, esses solos não são adequados para agricultura devido ao lençol freático elevado e risco frequente de inundação ou alagamento. A alta concentração de sais solúveis no solo e a proximidade com o mar tornam a dessalinização inviável, tornando-os mais adequados para preservação ambiental (EMBRAPA, 2013). Devido à conexão direta com os cursos d'água, essas áreas são vulneráveis e requerem manejo cuidadoso para evitar a poluição e a retirada excessiva de água do sistema (CABRAL; VALLADARES; AQUINO, 2020). A atividade de carcinicultura, que ocorre nas proximidades dos ecossistemas de mangue, causa impactos significativos, como aterramento e desmatamento do mangue e lançamento de efluentes (FERNANDES et al., 2018).

Os PLANOSSOLOS HÁPLICOS, situados em relevo plano, apresentam alta fragilidade. Esses solos possuem minerais que geram diferenças texturais acentuadas entre o horizonte B plânico e o horizonte superior. Eles geralmente têm drenagem imperfeita e permeabilidade muito lenta, o que pode levar ao lençol freático suspenso episodicamente. A susceptibilidade à erosão é significativa devido ao gradiente textural acentuado, menor retenção de água e nutrientes, menor agregação e resistência reduzida aos processos erosivos (CABRAL; VALLADARES, 2015). Esses solos podem ser adequados para culturas adaptadas a excesso de umidade.

Os NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS, presentes em relevo plano a suavemente ondulado, são encontrados nas planícies de deflação eólica e tabuleiros costeiros. Eles possuem baixa fertilidade e retenção natural de água, alta taxa de infiltração e permeabilidade. Embora apresentem alta permeabilidade, eles têm baixa aptidão agrícola e podem resultar em baixas produtividades. Algumas culturas, como coqueiros e cajueiros, se adaptam a esses solos. Na área de estudo, eles têm sido usados como pastagens, empréstimos de material e ocupados de maneira desordenada.

O alto curso da bacia, recebeu níveis de fragilidade "Alta" e "Muito Alta", a declividade é suavemente ondulada a escarpada, com a presença de serras baixas e extensos vales fluviais. Essa área é caracterizada pelos Geomorphons "morros com vertentes côncavas e plano-côncavas - bases das encostas" (9) e "escavados" (10). Os solos nessa área são NEOSSOLOS LITÓLICOS e ARGISSOLOS AMARELOS e VERMELHO-AMARELOS. A

manutenção da cobertura florestal é destacada como importante para a redução da suscetibilidade à erosão dos solos (VALLE et al., 2016).

O baixo curso da BHRC apresenta uma série de impactos socioambientais, incluindo mineração, aquicultura, desmatamento, aterros inadequados, caça e pesca ilegais, uso agrícola acima da capacidade de suporte do solo, entre outros. Essas atividades contribuem para a degradação ambiental, incluindo a do solo (VALLADARES et al., 2019). Mudanças futuras no uso da terra podem intensificar esses impactos, aumentando os processos físicos e reduzindo a cobertura vegetal.

Ao integrar esses resultados, ficou evidente que as áreas onde as classes de fragilidade de relevo e solos são mais elevadas correspondem a locais de maior risco ambiental. Nas áreas de relevo mais íngreme e com solos mais susceptíveis, os impactos das atividades humanas, como agricultura inadequada e desmatamento, podem ter efeitos mais intensos na degradação do solo e na ocorrência de processos erosivos. Por outro lado, as áreas de relevo mais plano, embora possuam menor fragilidade em termos de erosão, podem ser mais vulneráveis a inundações, especialmente nas planícies de inundação.

Portanto, os resultados desta pesquisa ressaltam a necessidade de um planejamento cuidadoso e sustentável para a gestão da Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim, levando em consideração as interações entre relevo, solos e atividades humanas. Isso é essencial para a preservação dos recursos naturais, a redução de impactos ambientais negativos e a promoção da resiliência do ecossistema local.

Considerações Finais

A unidade espacial das bacias hidrográficas é muito dinâmica e complexa, visto que cada elemento físico-natural que a compõe possui potencialidades e fragilidades diante das intervenções antrópicas. Por se tratar de uma sub-bacia hidrográfica costeira, parte de seus componentes ambientais apresenta-se naturalmente frágil, demandando atenção contínua em relação às formas de ocupação humana, especialmente nas planícies de deflação eólica, onde o lençol freático é extremamente raso, representando risco de contaminação.

A análise da fragilidade morfopedológica da Sub-Bacia Hidrográfica do Rio Camurupim (BHRC) revelou uma complexa interação entre as formas de relevo e os tipos de solos presentes na área. A abordagem geossistêmica empregada nesta pesquisa permitiu compreender as dinâmicas interdependentes entre os elementos naturais da paisagem, enfatizando sua sensibilidade aos processos erosivos e à degradação ambiental.

A partir da classificação automatizada das formas de relevo utilizando parâmetros morfológicos, foi possível identificar diferentes níveis de fragilidade, desde áreas de baixa susceptibilidade, como serras baixas e mesas com cobertura vegetal, até áreas de alta

fragilidade, como planícies fluviais e de inundação. No que diz respeito aos solos, classificados como "Muito Alta" englobam GLEISSOLOS, PLANOSSOLOS E NEOSSOLOS QUARTZARÊNICOS. Ficou evidente que mesmo solos localizados em áreas de relevo plano podem ser altamente susceptíveis aos processos erosivos devido a suas características texturais e à influência da água, com potenciais impactos negativos na sua capacidade agrícola e ambiental.

As áreas de planície fluviomarinha e planícies de inundação receberam níveis de fragilidade "Muito Alta", principalmente devido à instabilidade do terreno associada aos riscos de inundação. Essas regiões, por estarem em contato direto com os cursos d'água, são particularmente vulneráveis a impactos ambientais, como poluição e remoção excessiva de água, requerendo um manejo cuidadoso para preservar sua integridade.

Em contraste, o alto curso da bacia apresenta uma topografia suave ondulada a escarpada, com serras baixas e vales fluviais extensos. Aqui, os solos também apresentaram fragilidade "Alta" e "Muito Alta". A importância da manutenção da cobertura florestal foi destacada como uma medida crucial para reduzir a suscetibilidade à erosão.

Por fim, a pesquisa reforça a importância da compreensão da fragilidade morfopedológica em bacias hidrográficas para a gestão sustentável dos recursos naturais. As informações obtidas são essenciais para orientar o planejamento territorial e a tomada de decisões, visando minimizar os impactos ambientais e promover o uso adequado dos solos e das formas de relevo. O estudo também destaca a necessidade de práticas de manejo e conservação em áreas sensíveis, especialmente as associadas a planícies de inundação e relevo plano, a fim de garantir a preservação dos ecossistemas e a sustentabilidade das atividades humanas na região.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”.

Referências

AMORIM, A. E. S; CAPOANE, V. Classificação automatizada do relevo utilizando a ferramenta Geomorphons: estudo de caso para o município de Campo Grande – MS. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 15, n. 2, p. 750-766, 2022.

BRASIL. Decreto de 28 de agosto de 1996. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba, nos Estados do Piauí, Maranhão, e Ceará, e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/DNN/Anterior%20a%202000/1996/Dnn4368.html

CABRAL, L. J. R. S.; VALLADARES, G. Potencialidade agrícola dos solos litorâneos do estado do Piauí. Anais XXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2015.

CABRAL, L. J. R. S.; VALLADARES, G. S.; AQUINO, R. P. Caracterização pedológica da planície costeira do estado do Piauí. Geografia: Publicações Avulsas. Universidade Federal do Piauí, Teresina, v. 2, n. 1, p. 82-104, jan./jun. 2020.

EMBRAPA - Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2013. Disponível em: https://www.embrapa.br/solos/sibcs. Acesso em: 1 jan. 2023.

FERNANDES, R. T. V. et al. Impacto da carcinicultura no manguezal do rio das Conchas, Porto do Mangue, Rio Grande do Norte. Revista Sociedade e Natureza, Uberlândia, MG, v. 30, n. 3, p. 64-84, 2018.

GOUVEIA, I. C. M.C; ROSS, J. L. S. Fragilidade Ambiental: uma proposta de aplicação de Geomorphons para a variável relevo. Revista do Depatamento de Geografia. Vol 37. (2019)

IBGE. Banco de informações ambientais - Geomorfologia. Disponível em: https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home. Acesso em: 1 jan. 2023.

IBGE. Banco de informações ambientais - Solos. Disponível em: https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/home. Acesso em: 1 jan. 2023.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Delta do Parnaíba. Brasília (DF). Agosto de 2020. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/marinho/lista-de-ucs/apa-delta-do-parnaiba/arquivos/plano_de_manejo_da_apa_delta_do_parnaiba.pdf. Acesso em 1 de jan. 2023.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. Divisão de Geração de Imagens – DGI. Imagens de satélites. Disponível em: http://www.dgi.inpe.br/CDSR/. Acesso em: 12 maç. 2023.

JASIEWICZ, J.; STEPINSKI, T. F. Geomorphons - a pattern recognition approach to classification and mapping of lanforms. Geomorphology, n. 182, p. 147-156, 2013.

LIMA, I. M. M. F. Levantamento de dados dos municípios por sub-bacia hidrográfica do rio Parnaíba e do litoral do Piauí. Relatório final – resumo projeto de pesquisa, 2020.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo, n. 8, 1994. https://doi.org/10.7154/rdg.1994.0008.0006

ROSS, J. L. S; FIERZ, M. S. M. Geomorfologia aplicada ao planejamento territorial: potencialidades e fragilidades. In. Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano. São Paulo: Centro Paula Souza, 2017.

SANTOS, J. R. U; MARCHIORO, E. Análise empírica da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Duas Boas, Espirito Santos, Brasil. Revista do Departamento de Geografia. V 39 (2020)

SPÖRL, C. Metodologia para elaboração de modelos de fragilidade ambiental utilizando redes neurais, Tese (Doutorado em Geografia), Universidade de São Paulo, 2007.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro, IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

VALLADARES et. al. Risco de salinização das terras do delta do Parnaíba (PI). Anais Saindo da Zona de Conforto: A Interdisciplinaridade das Zonas Costeiras - Tomo VIII da Rede BRASPOR, 2019.

Compreensão do Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental, através de ferramentas de Sensoriamento Remoto

Understanding the Center of Endemism Belém, Eastern Amazon, through Remote Sensing tools

Edilane Medeiros Santos
Universidade Estadual do Maranhão
0009-0007-2454-8117
edilanesantos@aluno.uema.br

Nicollas Silva Mendes
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0002-0909-992X
nicollasmendes@aluno.uema.br

Pedro Lucas Coêlho de Oliveira
Universidade Estadual do Maranhão
0009-0000-3476-8278
pedrooliveira9@aluno.uema.br

Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0001-9850-4167
luizjorgedias@hotmail.com

Resumo: A Amazônia é conhecida como a maior floresta tropical do Globo, tendo cerca de 60% da sua área pertencente ao território brasileiro. Embora tenha grande riqueza de biodiversidade, ela sofre com constantes pressões em seus territórios como o desmatamento, queimadas e retiradas da sua cobertura vegetal nativa. A vista disso, como métodos para auxiliar no monitoramento e mapeamento da área o sensoriamento remoto e o geoprocessamento são ferramentas utilizadas para identificar e auxiliar no planejamento de ações a fim de diminuir os impactos ocasionados por ações deliberadas no meio ambiente como solo, vegetação e consequente perda da biodiversidade. Nesse intuito, a pesquisa busca através da revisão bibliográfica e cartográfica elencar os conceitos e verificar por meio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada o estado de saúde da vegetação e da atividade fotossintética do Centro de Endemismo Belém.

Palavras-chave: Biodiversidade. Cobertura Vegetal. Índices de Vegetação.

Abstract: The Amazon is known worldwide as the largest tropical forest, with about 60% of its area belonging to the Brazilian territory. Although it has a great wealth of biodiversity, it suffers from constant pressure in its territories such as deforestation, fires and removal of its native vegetation cover. In view of this, as methods to assist in the monitoring and mapping of the area, remote sensing and geoprocessing are tools used to identify and assist in the planning of actions in order to reduce the impacts caused by deliberate actions in the environment such as soil, vegetation and consequent biodiversity loss. To this end, the research seeks, through a bibliographical and cartographic review, to list the concepts and verify, through the Vegetation Index by Normalized Difference, the state of health of the vegetation and photosynthetic activity of the Belém Endemism Center.

Keywords: Biodiversity. Vegetal Cover. Vegetation Indexes.

Introdução

Com o alto crescimento tecnológico intensificado nos últimos anos, o uso de plataformas orbitais e aéreas demonstra a sua eficácia especialmente, pois auxilia no estudo

a respeito da superfície terrestre assim como nas atividades de detecção e monitoramento de mudanças relacionadas ao meio ambiente. Somado a isso, as técnicas de geoprocessamento e de Sensoriamento Remoto são aplicadas largamente devido a sua alta capacidade de reunir dados de alto padrão para atividades voltadas para analisar, mapear e detectar as alterações no ambiente, potencializando estudos de uso e cobertura da terra, de aptidão dos solos e das diferentes formas de vegetação, por exemplo.

E estudo sobre a dinâmica da vegetação por uso do Sensoriamento Remoto, Novo (2010) apresenta uma série de variáveis sendo levadas em consideração a escala do trabalho, o ambiente em que se encontram as plantas, a época do ano, às condições de iluminação e disponibilidade hídrica assim como os tipos e parâmetros das imagens utilizadas no processo. Além disso, Ribeiro et al. (2016) indicam que é primordial que ocorra a avaliação das condições espaciais da cobertura vegetal em uma determinada região geográfica, tendo em vista a sua capacidade multiespectral como também a precisão.

Assim, é prudente avaliar a Amazônia e suas biorregiões, como os centros de endemismo, com o auxílio de técnicas de sensoriamento remoto. Dessa feita, adotou-se o Centro de Endemismo Belém (CEB), a menor de todas as áreas de ocorrência de endemismos do bioma Amazônia, como território de trabalho. Dispondo de 247.635,44 km^2, é a região amazônica mais impactada pelas ações humanas cumulativas e, por isso, reflete diretamente na cobertura da terra as pressões que nela são materializadas, sobretudo em função do avanço da fronteira agrícola de grãos, da fronteira da pecuária de gado de corte e da ampliação dos núcleos urbanos.

Sob esta perspectiva, a pesquisa tem como objetivo estabelecer o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index)* para o CEB, como subsídio ao planejamento de ações para o reconhecimento dos padrões de cobertura da terra e dos ambientes naturais e a eles associados, como também empregam de modo específico os objetivos a serem analisados como mapear a cobertura vegetal da terra do CEB, por intermédio do índice de vegetação específico, para os anos de 1987, 2000 e 2020; e também identificar e quantificar através do estudo os ritmos de perda da cobertura vegetal do CEB para os anos em análise.

Metodologia

Para fins analíticos e comparativos, objetivou-se metodologicamente compreender a dinâmica do CEB através dos índices de vegetação, algo estratégico para identificar as tipologias de uso da terra presentes na área em estudo. Foram adotadas técnicas de sensoriamento remoto, especificamente relacionadas aos índices de vegetação, que possibilitam a análise da cobertura vegetal da terra por meio do monitoramento e mapeamento

das regiões que integralizam o CEB. Em razão disso, foram adotados para os procedimentos metodológicos pautados no levantamento bibliográfico e levantamento cartográfico, cujo aporte teórico e técnico direcionou ao conhecimento acerca da temática da pesquisa.

Consoante a isso, o levantamento cartográfico deu-se no decorrer da classificação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI–*(Normalized Difference Vegetation Index*) para determinar e analisar os padrões de cobertura da Terra no qual foram elaborados procedimentos e técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento no *software* QGIS versão 3.26. Assim, a base teórico-metodológica foi pautada no uso de imagens de Satélite do LANDSAT TM – 5 (*Thematic Mapper*), para o ano de 1987.

Já para o ano de 2000 foi adotada a base de dados do Satélite LANDSAT – 7 ETM + (*Enhaced Thematic Mapper Plus*), já para o ano de 2020, foram adotados produtos do Satélite LANDSAT OLI – 8 (*Operational Terra Imager*). As imagens estão disponíveis no site do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e no USGS - Serviço Geológico dos Estados Unidos. A partir dos *downloads* dos dados, com a criação do moisaco das bandas 3 e 4 (1987 e 2000) e bandas 4 e 5 (2020), o processamento foi realizado no *Software* QGIS 3.26.

O NDVI é expresso pela razão entre a diferença da medida da reflectância nos canais do infravermelho próximo e vermelho, obtido através de dados de satélites no qual seu cálculo é indicado pela fórmula:

$$NDVI = \frac{(NIR-RED)}{(NIR+RED)}$$

Onde:

NIR: Se refere à luz refletida na faixa infravermelho

RED: Indica a luz refletida na faixa vermelho

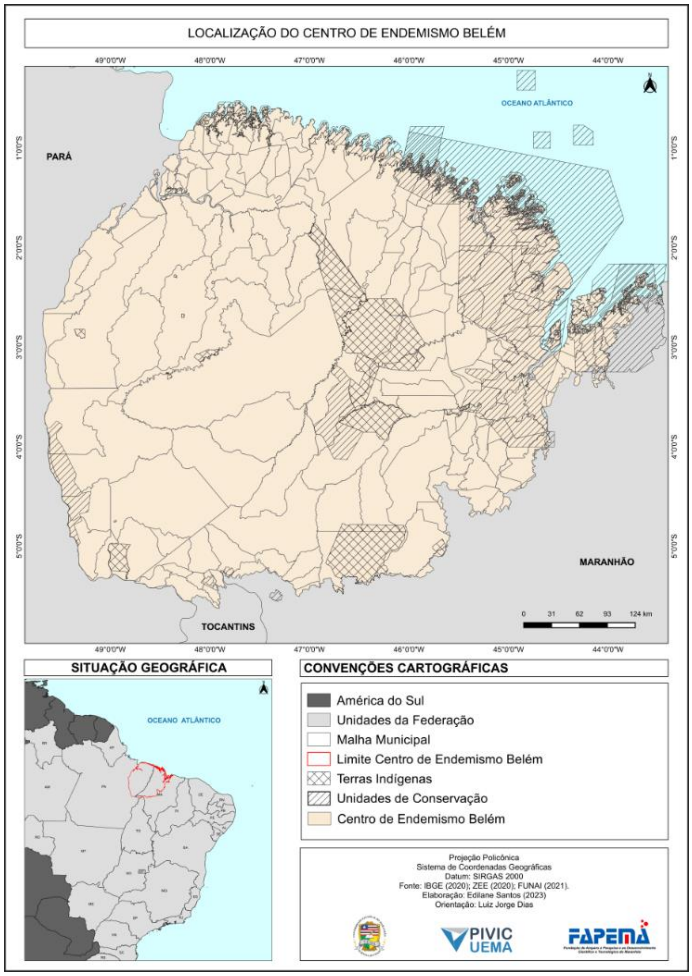
Com a aplicação da fórmula do NDVI, entende-se que a densidade da vegetação em um determinado ponto da imagem é igual à diferença na intensidade da luz refletida na faixa vermelho e do infravermelho próximo dividida pela soma dessas intensidades. Como resultado desse processamento dará valores referentes à cobertura vegetal presente que variam de -1 a 1 no qual quanto mais próximo de - 1 indica a ocorrência de solo totalmente exposto e comprometido com corpos d'água, estruturas artificiais, rochas e nuvens etc., entretanto, quanto mais próximo de 1 aponta para uma vegetação sadia com presença de alta cobertura vegetal, produzindo assim atividade clorofiliana.

Referencial Teórico

Localização e Situação Geográfica

O Centro de Endemismo Belém é uma região biogeográfica que está localizada entre os Estados do Pará, Maranhão e Tocantins conforme exemplifica a figura 1. Conta com um quantitativo de 5,88% do total de 4,2 milhões de Km² da Amazônia Brasileira no qual corresponde a 247.635,44 km^2 de extensão (Figura 01). O CEB é composto por vegetação do tipo floresta ombrófila densa, mista, aberta e também remanescente em suas áreas (Almeida et al., 2013).

Figura 01: Localização e situação geográfica do Centro de Endemismo Belém.



Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

Centro de Endemismos

Importante é frisar que existem dois conceitos sobre territórios dentro da Biogeografia que abordam os endemismos. O primeiro é o de áreas de endemismo, que dizem respeito a processos ecológicos entre os elementos que compõem a biodiversidade regional. O outro é o de Centros de Endemismos, que, objetivamente, trabalham com as áreas de endemismo e suas relações diretas com os elementos da geodiversidade regional, construindo, assim, uma identificação biogeográfica unitária e de escala e abrangência regional. Dessa forma, optou-

se nesse trabalho pelo segundo conceito, tendo em vista ser este um produto de pesquisas geográficas.

De modo evidente, as áreas de endemismo são cruciais por serem consideradas como as menores unidades geográficas, isto é, auxiliam na análise da biogeografia histórica, além da formulação de hipóteses para entender os processos em torno da formação da biota regional (SILVA, 2011). Esses territórios também abrigam conjuntos de espécies únicas e imprescindíveis para o meio ambiente como um todo. A vista disso, essa área também pode ser conceituada como uma região que inclui um número de endemismo maior que o esperado, quando comparado com regiões adjacentes (CRISP et al., 2001; LAFFAN et al., 2003).

Apesar dos centros de endemismo da Amazônia terem em comum um grande número de características ecológicas, suas biotas foram se agrupando de forma independente, ou seja, não podem ser consideradas como uma única região em nenhum tipo de planejamento para conservação (SILVA et al., 2005). Logo, visando compreender a dinâmica que envolve as áreas de endemismo, Carvalho (2009) reflete que a conservação das espécies se baseia fortemente no conceito de endemismo e também no número de espécies existentes. Dessa forma, as análises para identificar esses polígonos de ocorrências de biotas endêmicas podem auxiliar em medidas de proteção frente às perdas de biodiversidade, alteração de hábitats e de conexão de paisagens remanescentes.

Simultaneamente, na região Amazônica atualmente são reconhecidos oito centros de endemismo classificadas como: Guiana, Imeri, Napo, Inambari, Rondônia, Tapajós, Xingu e Belém. Essas áreas foram limitadas por abrangerem os principais rios da região amazônica (SILVA et al., 2005). O Centro de Endemismo Guiana é o maior em abrangência territorial. Diamentralmente oposto, mas não menos importante em termos de composição de sua biodiversidade, o Centro de Endemismo Belém é o menor dentre todos.

Consequentemente em razão da degradação existente o CEB demanda atenção, pois apresenta em si um histórico de ocupação territorial antigo (ALMEIDA et al., 2010). Uma vez que ele tem grande importância para a regionalização biogeográfica e para a estratégia de conservação atualmente em curso no Leste da Amazônia (SILVA, 2011), há que ser reforçada a perspectiva de que essa região é um mosaico de distintas áreas de endemismos separadas pelos principais rios, cada uma com suas próprias biotas e relações evolutivas conforme indica Silva et al. (2005).

A Importância dos Índices de Vegetação para a Amazônia

Ponzoni et al., (2012) evidenciam que diversos índices de vegetação têm sido propostos na literatura, cada qual com a finalidade de explorar as propriedades espectrais da vegetação, com ênfase nas regiões do visível e do infravermelho próximo. Tais índices são

relacionados a parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, biomassa e índice da área foliar (IAF), além de porcentagem de cobertura verde e teor de clorofila (JIANG et al., 2008). Sua determinação tem sido abordada em estudos espaciais e temporais sobre a atividade de detecção de mudanças ambientais, cujo foco principal é voltado para entender as modificações que ocorrem na paisagem ao longo do tempo. Dessa maneira, busca quantificar e qualificar o nível de degradação através da aplicação dos índices de vegetação para as áreas de risco suscetíveis à desertificação.

Os índices de vegetação firmaram-se no pressuposto de que a energia refletida no vermelho e infravermelho próximo é diretamente relacionada à atividade fotossintética da vegetação. Com efeito, as faixas do vermelho e do infravermelho próximo são mais aplicadas, por conterem mais de 90% da variação da resposta espectral da vegetação. Tais índices minimizam a variação causada por fatores externos à vegetação e servem como indicadores do crescimento e vigor da vegetação, mostrando-se adequados para o monitoramento de mudanças fenológicas nas formações vegetais e áreas agrícolas no Brasil como evidencia Fontana et al., (2007).

Com foco na detecção de mudanças relacionadas ao ambiente, o índice de vegetação é uma ferramenta necessária para o monitoramento, pois pode realizar o acompanhamento de fenômenos, como desmatamentos, modificações no uso do solo (substituição de matas nativas por agricultura), queimadas etc. Todavia, como meio para minimizar a variabilidade ocasionada por fatores externos a reflectância espectral tem sido transformado e combinado em vários índices de vegetação (PONZONI, 2001).

Partindo disso, na visão de Silva et al. (2019) os índices de vegetação têm como principal característica a capacidade de realçar o verde das imagens, aumentando assim o contraste entre a vegetação e o solo, melhorando o aspecto visível da vegetação presente na área.

Assim dentre os diversos índices de vegetação encontrados na literatura, destacam-se o Índice de Vegetação da Razão Simples (*SR – Simple Ratio*), o Índice de Vegetação Ajustado para o Solo (SAVI – *Soil-Adjusted Vegetation Index*), o Índice de Vegetação Melhorado (*EVI – Enhanced Vegetation Index*) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*NDVI – Normalized Difference Vegetation Index*), sendo este, um dos mais aplicados para a análise da saúde e integridade da vegetação.

Apesar de toda a riqueza e grande relevância na área econômica, social e ambiental em seu território, a região amazônica sofre com constantes pressões e ameaças de seus recursos com altas atividades de exploração, desmatamentos, queimadas, agriculturas desenfreadas que resultam na retirada da cobertura vegetal para áreas de plantios e da acelerada expansão urbana (GONÇALVES, 2012).

O CEB é o centro de endemismo amazônico que mais sofre com as alterações em suas estruturas ecológicas e econômicas. Como resultado, observa-se uma crescente modificação da vegetação natural e de seus remanescentes. Nesse cenário, tem-se a necessidade de realizar mapeamentos das suas respectivas áreas para controlar e amenizar as consequências de ações para a natureza e sociedade. Uma das alternativas é a utilização de índices de vegetação aplicados a técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento para análise da integridade e saúde da vegetação, a fim de obter dados para o planejamento de ações de preservação.

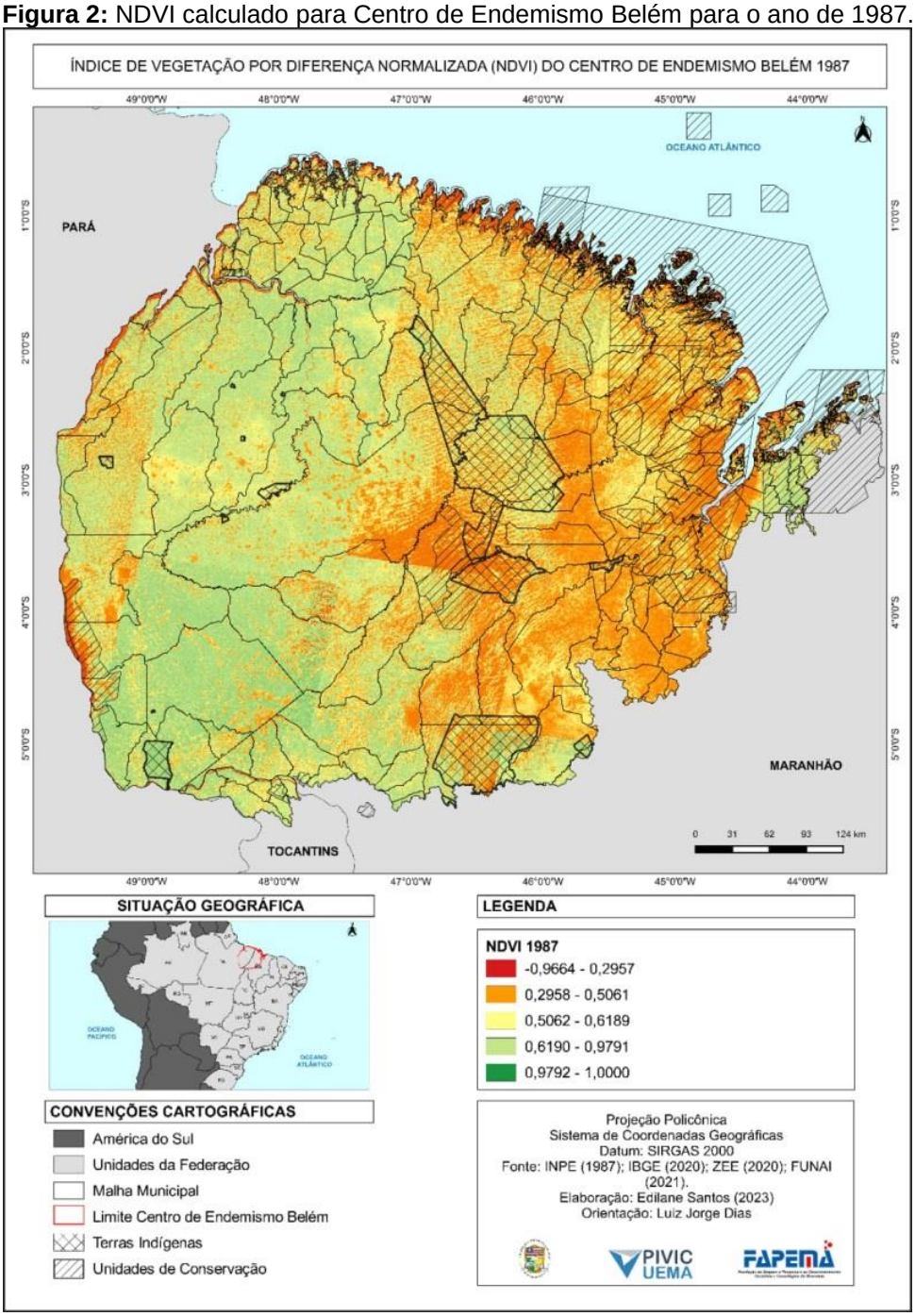
O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*) foi proposto na década de 1970 por Rouse et al. (s/d apud PONZONI et al., 2012). As abordagens relativas à evolução temporal do NDVI têm sido úteis para detectar atividades sazonais e fenológicas, duração do período de crescimento, pico verde, mudanças fisiológicas das folhas e períodos de senescência.

O NDVI, portanto, é amplamente utilizado até os dias atuais, com destaque para diversas abordagens em estudo climáticos, culturas agrícolas e florestais. Leva-se em consideração nesse índice em relação a sua interpretação fatores limitantes como ponto de saturação (manifestam de formas diferenciadas nas faixas espectrais do vermelho e infravermelho próximo); a interferência atmosférica (diferenciadas nas duas faixas); o posicionamento do centro e também a largura de cada banda (vermelho e infravermelho próximo).

Resultados e Discussões

Foram adotadas cinco classes para o cálculo de distribuição de classes de NDVI para Centro de Endemismo Belém. Para o ano de 1987 (Figura 2), os com valores variaram dentro dos limites de -0,9664 a 0,9792. A maior incidência de vegetação densa, considerada saudável, encontrava-se na região noroeste do CEB, especificamente no Estado do Pará. Todavia, nota-se que as áreas ao centro do território analisado têm grande perda de atividade fotossintética, ou que provém em grande parte da perda da cobertura vegetal nas regiões próximas às divisas entre os Estados do Pará e do Maranhão, que à época já se encontrava em franco processo de expansão do desmatamento. Isso reflete na diminuição da vegetação em estágio médio de desenvolvimento fotossintéticos, que apresentava valores entre 0,2958 e 0,5061.

Figura 2: NDVI calculado para Centro de Endemismo Belém para o ano de 1987.



Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

Na porção Oeste do Estado do Maranhão, especialmente na área de influência da Reserva Biológica do Gurupi e de territórios indígenas contíguos, têm-se a ocorrência de índices que variam de baixos a intermediários (-0,9664 a 0,6189). Contudo, estes foram assim definidos em processamento computacional devido à alta cobertura de nuvens.

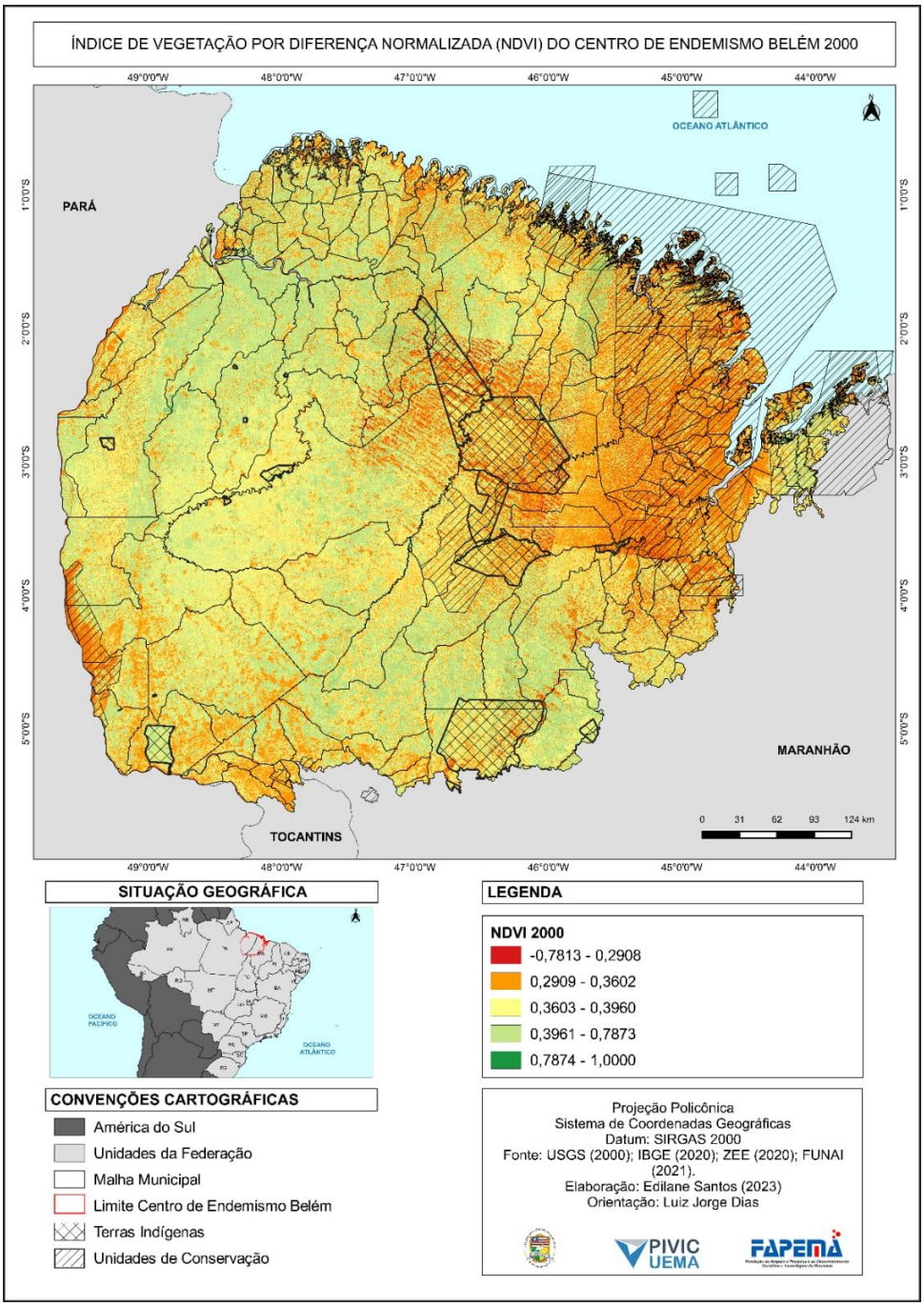
É imperativo informar que um dos fatores que podem ser considerados para o CEB como de perda de atividade fotossintética é que o quantitativo de chuvas para o ano de 1987, ano de incidência de *El Niño* moderado a forte, foi abaixo do que previam as normais

climatológicas. Isso é corroborado pelo fato de haver nesse ano aproximadamente 49,5% do território com algum nível de deficiência na saúde da vegetação, possivelmente relacionados ao aumento da temperatura e da devastação florestal, acompanhada por déficits hídricos regionais vinculados à escassez de chuvas.

Já no NDVI do ano 2000 (Figura 03), o CEB apresenta incidência de formações vegetais intermediárias a densas na porção Noroeste, com valores que variam de 0,3961 a 0,7873. Entretanto, o padrão de degradação existente na região central do CEB entre os Estados do Maranhão e do Pará apresenta índices que variam de 0,2909 a 0,3960, demonstrando capacidade fotossintética submetida a estressores, possivelmente ligados às pressões antropogênicas em curso naquele momento. Tal qual nas imagens de 1987, a cobertura de nuvens nessa porção territorial é deveras significativa, o que foi capaz de indicar possibilidades de interferência no resultado do mapeamento.

Em contrapartida, próximo a Reserva Biológica do Gurupi no Estado do Maranhão tem a ocorrência de índices baixos a intermediários (-0,7813 a 0,2909) como também apresenta formações vegetais densas com atividades fotossintéticas, com valores entre 0,3961 a 0,7873. Ademais, é perceptível que no Estado do Tocantins segue o mesmo padrão de degradação encontrado na região central do CEB, no Maranhão. Um dos fatores que podem ser considerados para o aumento da capacidade fotossintética da vegetação em relação ao ano de 1987, que chegou a um aumento na ordem de 7,1% em relação ao ano anterior, é que o quantitativo de chuvas para o ano de 2000, ano de incidência de um *La Niña* moderado a forte, foi mais alto do que apontavam as normais climatológicas de referência, o que possivelmente influenciou na dinâmica do ambiente e suas demais formações.

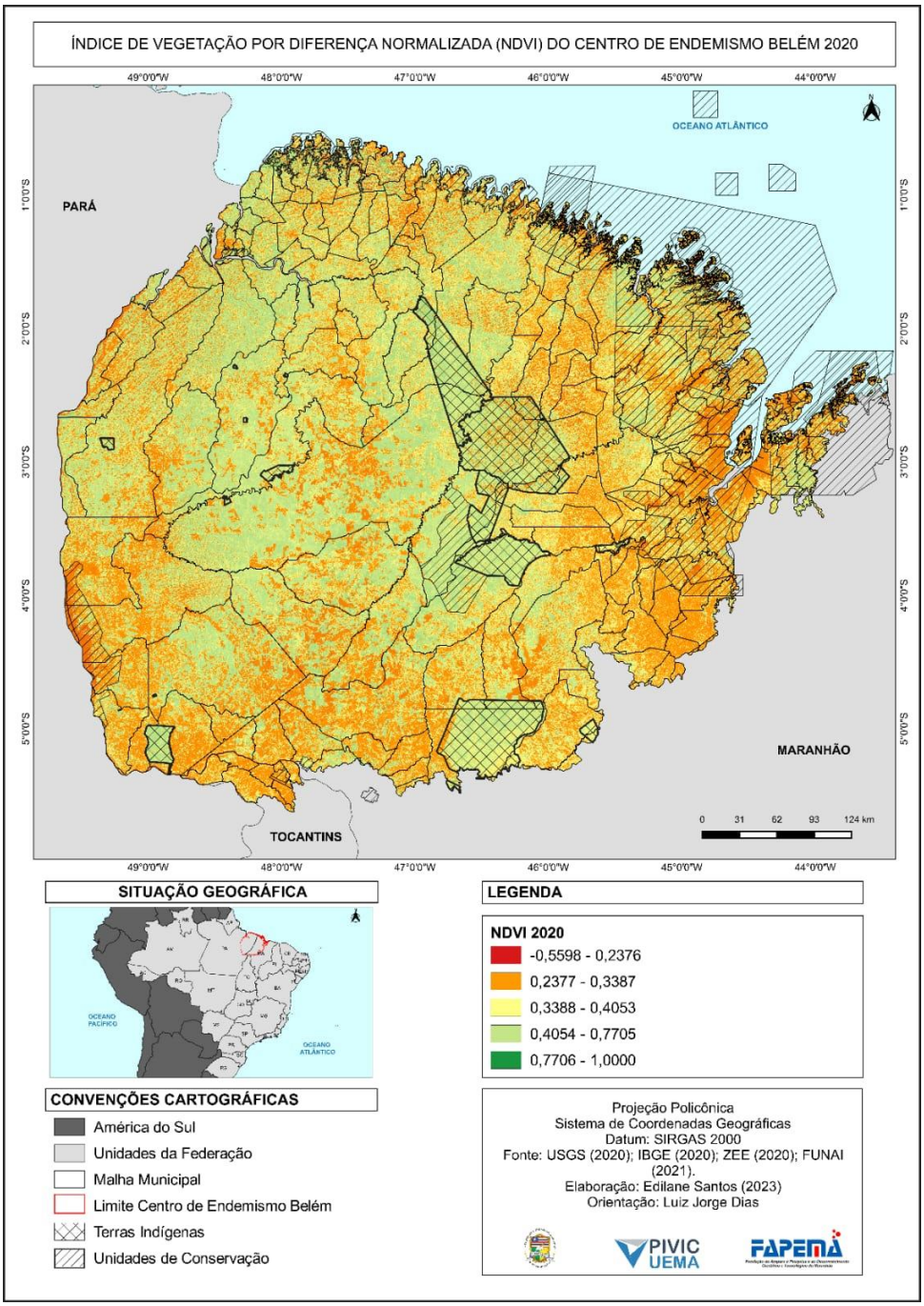
Figura 03: NDVI calculado para Centro de Endemismo Belém para o ano de 2000.



Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

Para o ano de 2020 (Figura 04), nota-se no Estado do Pará grande alteração na cobertura vegetal, com grandes áreas com valores de NDVI estabelecidos no intervalo que vai de-0,5598 a 0,3387. Esse padrão é intensificado no sentido do Centro ao Sul do CEB, o que pode indicar estresse fotossintético ou mesmo a ausência de cobertura vegetal de porte intermediário ou elevado.

Figura 04: NDVI calculado para Centro de Endemismo Belém para o ano de 2000.



Fonte: Registros da Pesquisa (2023).

Esse processo está presente na região do Tocantins e em menor quantidade na região Oeste do Maranhão, perto da Reserva Biológica do Gurupi do mosaico de terras indígenas a ela contiguas, que apresenta grande parte da cobertura vegetal com índices de NDVI que variam de 0,4054 a 1,0000, o que demonstra saúde foliar e, provavelmente, maior o aumento da clorofila e maior densidade de formações vegetais de porte médio a elevado. Contudo, as áreas limítrofes a esta apresentam condicionamento de perturbações

antropogênicas em curso, o que pode estar relacionada à atividade agropecuária, indicado pelo padrão de recortes das áreas degradadas.

Por outro lado, observa- se que na divisa do Pará e Maranhão há ocorrência de fragmentação florestal o que pode apontar perda expressiva de habitats e de biodiversidade associada, bem como ampliação de suscetibilidade à ocorrência de processos erosivos e deposicionais, com alterações na dinâmica integrada das paisagens. Outro fator considerado é que as estimativas de chuva em relação ao ano de 2020 foram dentro das normais climatológicas, desencadeando assim certa estabilidade presumível da saúde da vegetação no CEB.

Considerações Finais

O Centro de Endemismo Belém possui uma rica diversidade de fauna e flora, entretanto cerca de 70% da sua área encontram-se no contexto de fragilidade e ameaça. A partir da revisão bibliográfica, nota-se que o monitoramento da cobertura vegetal aplicado por meio de técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento teve como objetivo monitorar e entender a dinâmica em que se encontra o CEB.

Para facilitar a identificação foram utilizadas na pesquisa o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI para anos de 1987, 2000 e 2020. Como resultado da análise, foram identificados perda de capacidade fotossintética regional, comprometendo a cobertura vegetal do CEB, com possível retração do porte das formações fitogeográficas remanescentes. Isso *di per si* poderá afetar diretamente na reconfiguração de paisagens e de processos naturais.

Além disso, foram verificados que a incidência de chuvas no contexto do CEB para o ano de 1987 e 2020 foi abaixo do que previam as normais climatológicas que influenciaram na fragmentação florestal, com possível expansão do desmatamento por ações antrópicas, diferentemente do que ocorreu para o ano de 2000 com alta atividade clorofiliana com possíveis ampliação da saúde foliar em significativas parcelas de se seu território.

Referências

ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I. C. G.; BARROS, M. N. R. Subprojeto caracterização e mapeamento dos padrões de uso e cobertura da terra no Centro de Endemismo Xingu. In: __. Projeto Cenários para a Amazônia: uso da terra, biodiversidade e clima. Belém, Pará: MPEG, 2013. Disponível em: http://cenarios.inpa.gov.br/publicacoes/. 57-66. Acesso em: 28 nov. 2015.

ALMEIDA, A.S.; VIEIRA, I.C.G.. Centro de endemismo Belém: status da vegetação remanescente e desafios para a conservação da biodiversidade e restauração ecológica. Revista de Estudos Universitários-REU, v. 36, n. 3, 2010.

CRISP, M. D.; S. W. LAFFAN; H. P. Linder & A. Monro. 2001. Endemism in the Australian flora. Journal Of Biogeography (28): 183-198.

CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The “anthropocene“. IGBP Newsletter, v. 41, p. 17-18, 2000.

GONÇALVES, K.S.; CASTRO, H.A.; HACON, S.S.. As queimadas na região amazônica e o adoecimento respiratório. Ciência & Saúde Coletiva, v. 17, p. 1523-1532, 2012.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: www.inpe.br/. Acesso em: 05/01/2023.

JIANG, Z.; HUETE, A. R.; DIDAN, K.; MIURA, T Development of a two-band enhanced vegetation index without a blue band., Remote Sensing of Environment v.112, p. 3833-3845, 2008.

MELAZO, G. C. Mapeamento da cobertura arbóreo-arbustiva em quatro bairros da cidade de Uberlândia – MG. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Uberlândia. 2008.

NOVO, E. M. L. M. Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo. 2010.

PONZONI, F.J.; SHIMABUKURO, Y.E.; KUPLICH, T.M.. Sensoriamento remoto da vegetação. Oficina de Textos, 2012.

PONZONI, F. J. Comportamento espectral da vegetação. In. Sensoriamento Remoto – Reflectância dos alvos naturais. Brasília: UnB, EMBRAPA, 2001. P.157-199.

RIBEIRO, E. P.; NOBREGA, R. S.; MOTA FILHO, F. de O.; MOREIRA, E. B. M. Estimativa dos índices de vegetação na detecção de mudanças ambientais na bacia hidrográfica do rio Pajeú. Revista Geosul. Florianópolis, v. 31, n. 62, p. 59-92, jul./ago, 2016.

Uso de drone em estudos de drenagem urbana: análise comparativa dos resultados de diagnóstico do Plano de Saneamento Básico de São Fernando (RN) e do Plano de Saneamento Básico de Serra Caiada – RN

Use of drones in urban drainage studies: comparative analysis of the diagnostic results of the Basic Sanitation Plan for São Fernando (RN) and the Basic Sanitation Plan for Serra Caiada – RN

Gutemberg Barbosa Santos
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
santosguut@gmail.com

Jucielho Pedro da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0003-0445-5945
jucyelho@hotmail.com

Iapony Rodrigues Galvão
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0003-4596-2871
iaponyrodriguesgalvao@gmail.com

Diogo Bernardino Santos de Medeiros
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
http://orcid.org/0000-0002-3542-0449
diogo-bernardino@hotmail.com

Resumo: A temática de Saneamento Básico é atualmente uma problemática discutida em todo o mundo, inclusive uma das preocupações da agenda 2030 da ONU. E, dentro do saneamento básico, no Brasil está incluído a vertente do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais, vertente analisada nesta pesquisa. E assim como a preocupação com o saneamento como um todo, a falta de dados e qualidade também é uma queixa da ONU. Nesta perspectiva, este trabalho teve como objetivo principal realizar uma análise síntese comparativa dos resultados provenientes de um diagnóstico feito com base em imagens de drone no sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas do município de São Fernando – RN com os resultados obtidos sem imagem de drone no diagnóstico do município de Serra Caiada-RN. Com isto, foi possível notar que, com o uso de drone, obteve-se uma base de estudos e análises com resolução espacial de 18cm, enquanto no estudo sem uso de drone foi utilizado uma base de 30m de resolução espacial. Com isto, conclui-se que, quando se trata de qualidade dos dados para estudos de drenagem urbana e mapeamento de riscos a enchentes, os resultados do diagnóstico feito a partir das imagens de drone se mostraram superior. E no tocante a qualidade dos dados e em relação a custos, mostra-se mais barato e com maior produtividade aquela metodologia que se utiliza de drone, se comparada as que contam com levantamentos topográficos convencionais. Entretanto, a sua aplicação no Plano de Saneamento Básico de São Fernando tornou-se mais custosa do que a metodologia aplicada em Serra Caiada para o mesmo fim, na qual foram utilizadas imagens gratuitas de bases governamentais.

Palavras-chave: VANT. Sensoriamento Remoto. Escoamento Pluvial Urbano.

Abstract: The issue of basic sanitation is currently being discussed all over the world, and is even one of the concerns of the UN's 2030 agenda. And basic sanitation in Brazil includes the drainage and stormwater management system, which is the aspect analyzed in this research. And as well as concern about sanitation as a whole, the lack of data and quality is also a UN complaint. With this in mind, the main objective of this work was to carry out a comparative synthesis analysis of the results of a diagnosis

based on drone images of the urban drainage and stormwater management system in the municipality of São Fernando - RN, with the results obtained without drone images in the diagnosis of the municipality of Serra Caiada-RN. With this, it was possible to notice that, with the use of a drone, a study and analysis base was obtained with a spatial resolution of 18cm, while in the study without the use of a drone, a 30m spatial resolution base was used. With this, it was possible to see that, with the use of a drone, a base for studies and analysis was obtained with a spatial resolution of 18cm, while in the study without the use of a drone, a base with a spatial resolution of 30m was used. With this, it can be concluded that, when it comes to data quality for urban drainage studies and flood risk mapping, the results of the diagnosis made using drone images proved to be superior. In terms of data quality and costs, the methodology that uses drones is cheaper and more productive than those that rely on conventional topographic surveys. However, its application in São Fernando's Basic Sanitation Plan turned out to be more costly than the methodology applied in Serra Caiada for the same purpose, in which free images from government databases were used.

Keywords: Remote Sensing. Urban rainfall runoff.

Introdução

As inundações e má gestão no que tange ao manejo das águas pluviais urbanas são um problema notório nas cidades do Brasil, e pode ser agravado com uso e ocupação desordenado do solo.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), 67,6% dos municípios brasileiros não possuem mapeamentos de áreas de risco a inundação (SNIS, 2020), assim como 60% dos países membros da ONU também não tem dados comparáveis para mais quatro dos seis indicadores globais da ODS 6 - água potável e saneamento (ONU-WATER,2018).

Nesta perspectiva, o saneamento básico que em sua essência engloba a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, se trata de uma preocupação de ordem mundial sendo parte de um dos 17 objetivos da Agenda 2030 de Desenvolvimento Sustentável da ONU, mais precisamente o objetivo 6 - Água potável e saneamento.

Assim sabendo-se da importância do saneamento básico e que este é mais amplo composto por quatro esferas, referindo-se ao conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de 1) abastecimento de água potável; 2) esgotamento sanitário; 3) limpeza urbana e manejo dos resíduos solido; e 4) drenagem e manejo das águas pluviais.

Neste trabalho será abordado apenas a esfera da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, sendo este conceituado como:

> d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas; (BRASIL, 2007, p. 2).

Diante da problemática a qual consiste na má qualidade dos dados para estudos de drenagem urbana, este trabalho tem como objetivo principal fazer uma análise síntese

comparativa dos resultados provenientes de um diagnóstico feito com base em imagens de drone no sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas no município de São Fernando-RN com os resultados obtidos sem imagens de drone no diagnóstico do município de Serra Caiada-RN.

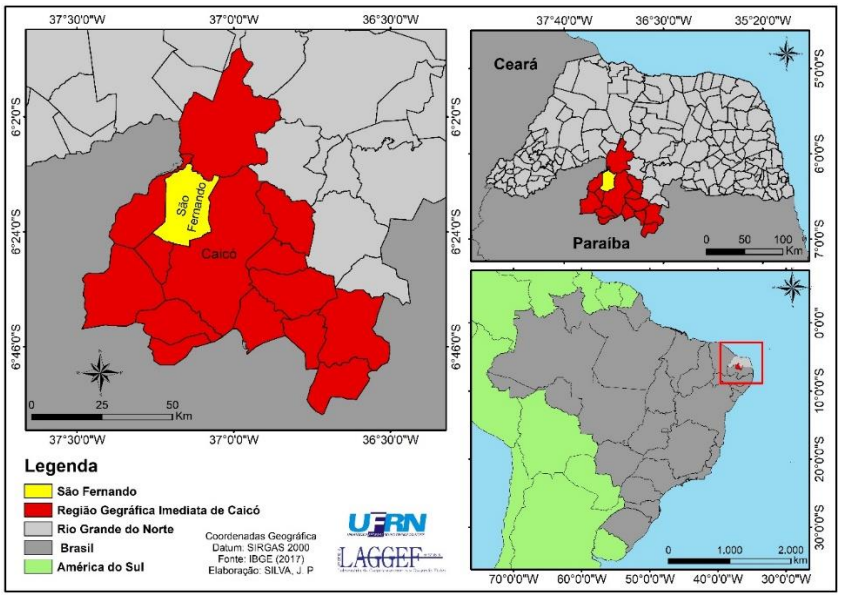
Para isto foi preciso traçar a seguintes objetivos específicos: elaborar mapas temáticos de Relevo (fundo de vales), bacias de escoamento, vetores de risco a doenças e elementos estruturais com dados secundários copilados e adaptados dos dois planos de saneamento básico; analisar, interpretar e discutir os resultados comparativos entre as duas formas de obtenção dos dados primários.

Teoria e métodos

Caracterização da área em estudo

O município de São Fernando encontra-se inserido na região geográfica imediata de Caicó, no estado do Rio Grande do Norte, como pode ser observado na Figura 1, ou seja, uma cidade com conexões de dependências de bens, prestação de serviços e trabalho com a cidade polo Caicó; e conta com uma população estimada de 3.584 habitantes no ano de 2019 (IBGE, 2019).

Figura 1 – Mapa de localização do município de São Fernando – RN, 2017.



Fonte: elaboração dos autores (2017).

A povoação de São Fernando foi fundada em 1872, passou ser distrito em 1886, e em 1953, elevado à categoria de Vila. Permaneceu sob esta condição até 31 de dezembro de

1958, quando por força da Lei Estadual n.°2.333, passou a categoria de Município emancipado, e atualmente conta uma área de 404,00 Km² (MAIA, 2018).

Metodologia e referencial teórico

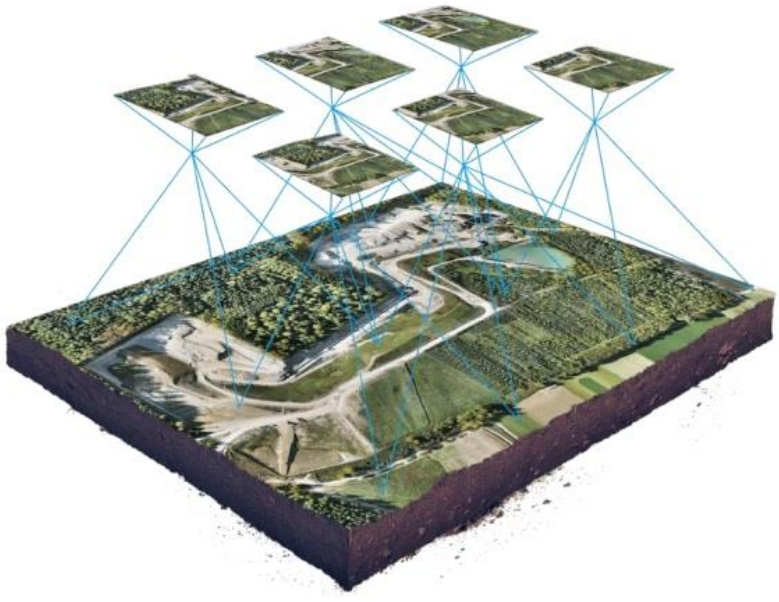
Com o avanço das geotecnologias e a busca por meios que minimize os custos de serviços, se tonou recorrente o uso de VANTs (Veículo Aéreo Não Tripulado) popularmente denominado de Drones na topografia e estudos de análise espacial.

Em um estudo comparativo feito pela empresa DRONENG (2020) entre a topografia convencional com Estação Total e topografia com Drone para a mesma área foi constatado uma redução de tempo e aumento de detalhamento do que topografia convencional do terreno devido a maior quantidade de pontos levantado como observado na citação a seguir.

> No estudo foi constatada uma grande diferença no tempo de execução de um projeto para uma mesma área de 31.000 m², no levantamento utilizando técnicas convencionais como a estação total, foram levantados 628 pontos em 8h15min enquanto no levantamento feito pelo drone foram levantados 1 milhão de pontos em 30 minutos em campos, o que indica uma diferença significativa de produtividade (FERREIRA, 2021).

Esta técnica consiste na obtenção de pontos cotados por meio de estereoscopia de imagens, ou seja, simulação de uma visão tridimensional calculada por um software no qual processa as imagens obtidas por ângulos diferentes de um mesmo ponto (objeto) como exemplificado na figura 2.

Figura 2 – Esquema de levantamento aéreo fotogramétrico.



Fonte: **DRONENG (2020).**

.

Como exemplificado nesta figura, o levantamento aéreo com drone para fins de topografia e análises espaciais parte de um levantamento planejado no qual as imagens são obtidas com uma taxa de sobreposição para que se tenha imagens de um mesmo objeto por vários ângulos e assim permitir o fotware fazer a estereoscopia e gerar a nuvem de pontos.

Para isto requer um planejamento de voos no qual é configurado a área de interesse, altura de voo, sobreposição lateral e frontal de acordo com as finalidades e objetivos.

No levantamento de São Fernando foi utilizado o drone Phantom 3 Advanced com as seguintes configurações no plano de voo (Quadro 1).

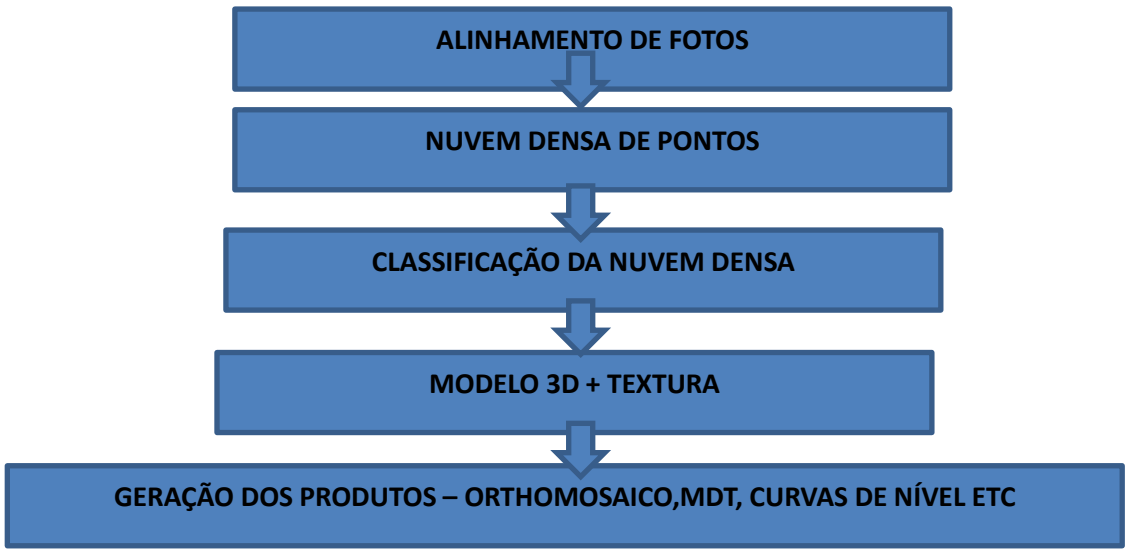
Quadro 1 – Parâmetros do Plano de Voo em São Fernando – RN.

Parâmetros Utilizados	
Altitude de Voo	300 metros
Sobreposição Lateral	70%
Sobreposição Frontal	70%
Velocidade de Voo	15 m/s

Fonte: elaboração dos autores (2022).

Com isto são obtidas imagens com o drone e processadas em software de processamento de imagem (Agisoft PhotoScan). Seguindo o roteiro sequencial de trabalho conforme o fluxograma a seguir (figura 3).

Figura 3 – Fluxo de Trabalho do Agisoft PhotoSacan.



Fonte: elaboração dos autores (2022).

A partir destes produtos é que são derivadas as peças técnicas tais como: do MDE foi extraído as curvas de nível para o mapeamento topográfico e identificação dos fundos de vales, o MDS – Modelo Digital de Superfície para identificação das bacias de escoamento sem as construções civil, e com o ortomosaico foi derivando a vetorização da planta baixa (feições urbanas tais como casas, praças, lotes, entre outros), cobertura do solo (ruas pavimentadas, asfaltadas e não pavimentadas) e com o cruzamento das duas bases foram gerado o mapa de risco a inundações e vetores de doenças.

Resultados e discussão

O procedimento de se fazer um diagnóstico situacional é uma tarefa que todos os municípios devem fazer e enviar as informações anualmente à plataforma SNIS, assim como o plano de saneamento básico o qual deve ser feito e revisado a cada 4 anos, conforme as diretrizes da FUNASA.

Assim em meio este diagnósticos para a elaboração do PMSB – São Fernando (Plano Municipal de Saneamento Básico) foram possíveis observar e comparar os resultados de um levantamento feito com base a partir de imagens aéreas com drone em São Fernando - RN e o outro município que não usou imagens de drone PMSB – Serra Caiada que foi um dos mais usado como modelo a ser seguido na elaboração dos outros do Rio Grande do Norte e por este ser um dos mais completos no que tange a acatar as diretrizes da FUNASA.

Para esta comparação foram observadas 4 variáveis escolhidas aleatoriamente e em comum nos dois planos de saneamento básico, São Fernando/RN (2019) e PMSB – Serra Caiada/RN (2017) e descritas a seguir.

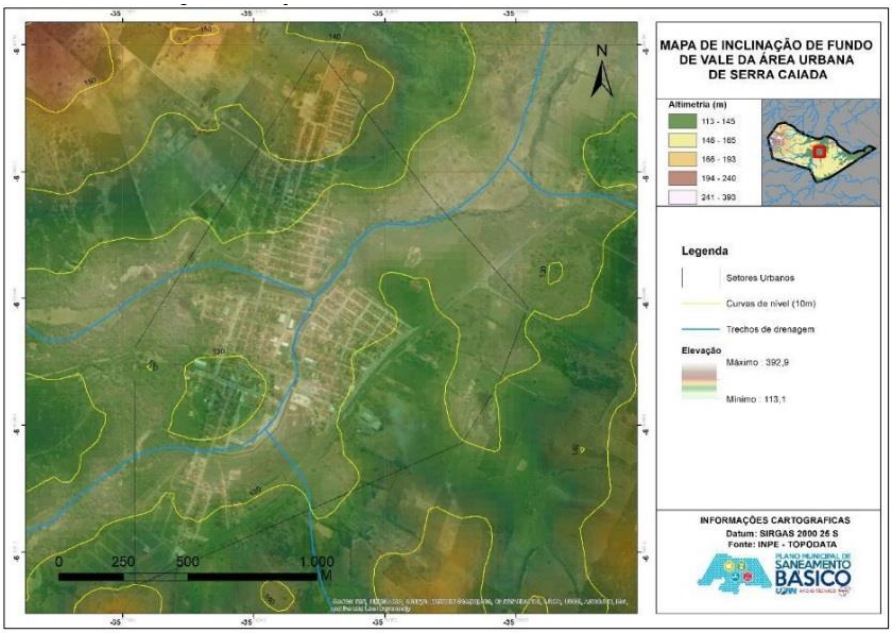
Dos Fundos de Vales (Relevo)

O mapeamento de fundo de vales denominado nos planos de saneamento e mais conhecido no meio geográfico como mapa de relevo, este é de suma importância para localização das áreas de menor cotas altimétricas o que acarreta maior fluxo de drenagem tendo em vista a atuação da força de gravidade converge as águas para estes locais.

Para isto foi possível observa que em Serra caiada (Figura 3) foi gerado curvas de nível de 10 metros de equidistâncias e quase toda a cidade ficou dentro de um intervalo só, isto se deve ao fato da base topográfica utilizada não ser adequada para este tipo de aplicação (área urbana) pois como expresso no mapa o MDE utilizado foi do projeto TOPODATA, ou seja, é um modelo de elevação de resolução espacial de 90m do SRTM - Shuttle Radar Topography Mission que foi reamostrado para 30m o que mesmo assim ainda é muito genérico

para utilizar em analises que contenha feições inferiores a isto como é o caso das casas e principalmente as curvas de nível que deveria ter intervalos de 30m ou superior.

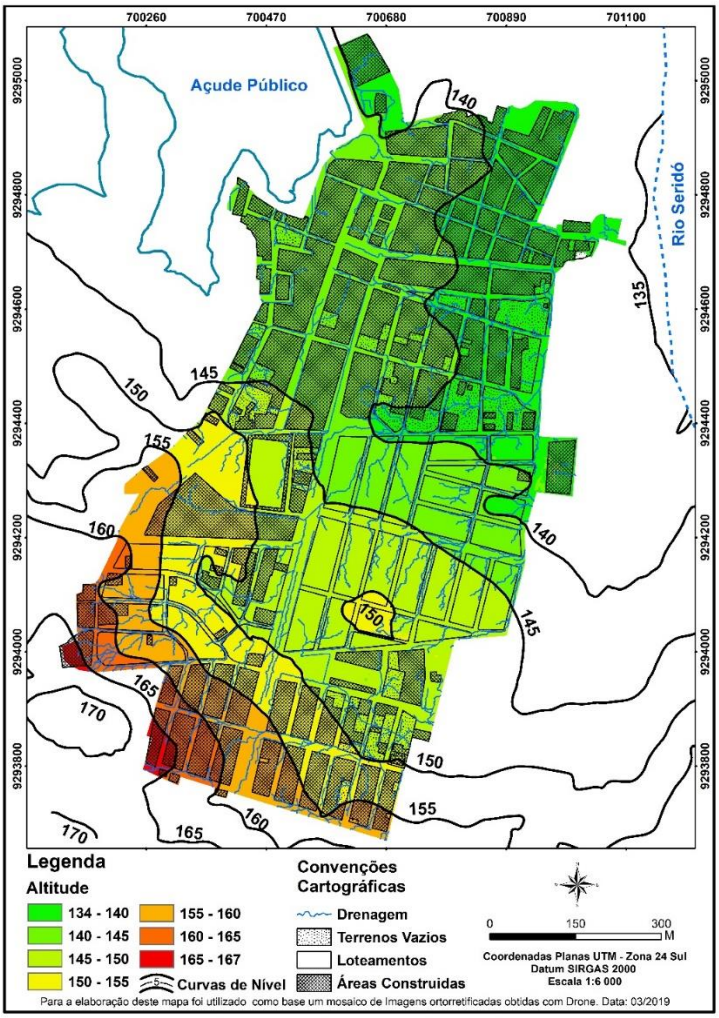
Figura 3 – Mapa áreas de fundo de vale da zona urbana de Serra Caiada – RN, 2017.



Fonte: PMSB – Serra Caiada/RN (2017).

Já no mapeamento de São Fernando – RN (Figura 4) no qual foi utilizado como base imagens de drone foi possível gerar um MDE de 18cm de resolução espacial o que permitiu gerar curvas de nível de 18cm ou mais, entretanto para não sobrecarregar o computador foi gerado com equidistâncias de 5m, além disto foi possível extrair a drenagem urbana a qual dar para ver com riqueza de detalhes passando pelas ruas.

Figura 4 – Mapa áreas de fundo de vale da zona urbana de São Fernando – RN, 2019.



Fonte: adaptado de PMSB – São Fernando/RN (2019).

.

Como pode ser observado neste mapa além dos produtos derivados do MDE que por sua vez veio das imagens de drone, ainda foi possível mapear as áreas construídas, terrenos, loteamentos e sobrepor isto ao MDE enriquecendo o mapa e facilitando a exploração e análise deste.

Dos Tipos de Pavimentação (Uso e Ocupação do Solo)

O mapeamento de uso e ocupação do solo urbano é um instrumento necessário e fundamental no planejamento urbano, com isto, por força de projetos de lei municipais (A Lei de Uso e Ocupação do Solo - LUOS) para conformidade com o Art. 30, parágrafo VIII da constituição de 1988, vem se tornando recorrente a proposta de incluir em seus planos diretores municipais o mapeamento de uso e ocupação do solo, que nestes inclui o mapeamento das obras de infraestrutura que por sua vez engloba a tipificação da pavimentação que recobre as ruas das cidade.

Diante disto, nos planos de saneamentos básicos foram considerados este elemento (tipo de pavimentação) o que compreensível pois é de suma importância no que tange ao planejamento de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, tendo em vista que influencia no escoamento e infiltração das águas durante o deflúvio.

Neste sentido, em Serra Caiada foram mapeadas todas as ruas e classificadas em Asfalto, Paralelepípedo e Sem Pavimentação (figura 5), neste mapeamento utilizaram como base imagens de satélite da base do Google Earth, esta base se torna inconsistente devido o Google dar prioridade a exploração visual dos lugares e assim descriminar a temporalidade, ou seja, junta o recorte de várias datas para montar o mosaico com menor cobertura de nuvens priorizando-se assim uma imagem boa para visualização, entretanto, ruim para analises.

Figura 5 – Croqui dos Tipos de Pavimentação de Serra Caiada – RN, 2017.

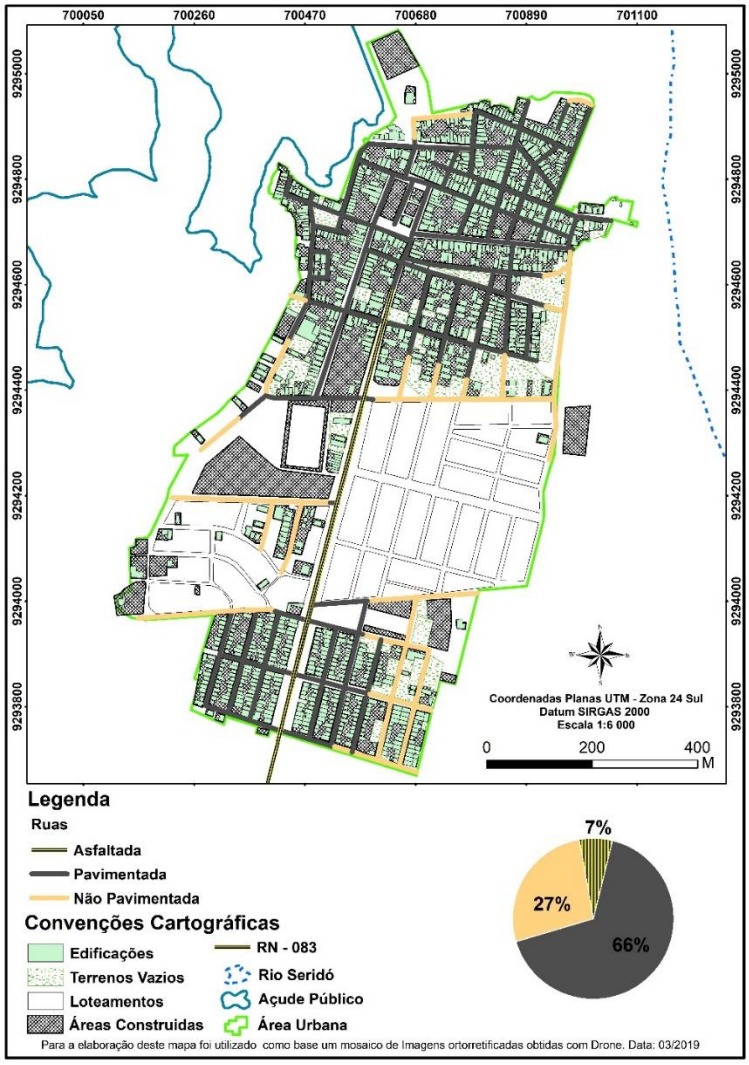
Fonte: PMSB – Serra Caiada/RN (2017).

Apesar do Google Earth priorizar a clareza (qualidade visual) das imagens existe o recurso de chamado de imagens históricas a qual remonta mosaicos do mesmo ano, entretanto, normalmente a data é atrasada ao ano em que se está analisando, podendo ocasionar defasagem nos dados (uma rua em que na imagem está sem pavimento e na realidade já está pavimentada).

Já para São Fernando foram mapeadas e classificadas em três categorias também, com nomenclaturas semelhantes (Asfaltada, Pavimentada e Não Pavimentada) figura 6, neste mapeamento o qual foi feito com base no mosaico obtido a partir de imagens de drone, com destaque para a temporalidade das imagens que foram obtidas todas no mesmo dia e no

mesmo ano da análise o que diminui significativamente a defasagem entre a realidade local e análise.

Figura 6 – Mapa dos Tipos de Pavimentação de São Fernando – RN, 2019.



Fonte: adaptado de PMSB – São Fernando/RN (2019).

Além da resolução temporal ser menor que a das imagens do Google Earth, a resolução espacial também é menor entregando assim um mosaico com qualidade visual superior à das imagens do Google, com isto permitiu ir além, mapeando e quantificando as edificações, terrenos vazios, loteamentos, áreas construídas e principalmente a extensão e área de cada tipo de pavimentação.

Do Fluxo de Drenagem

Assim como mapeamento de relevo para saber para a onde as águas irão convergir tem sua importância, o mapeamento do fluxo de drenagem também é relevante pois por meio

deste é possível saber por onde as águas irão escoar de forma micro ou até mesmo preditivo (antes da precipitação).

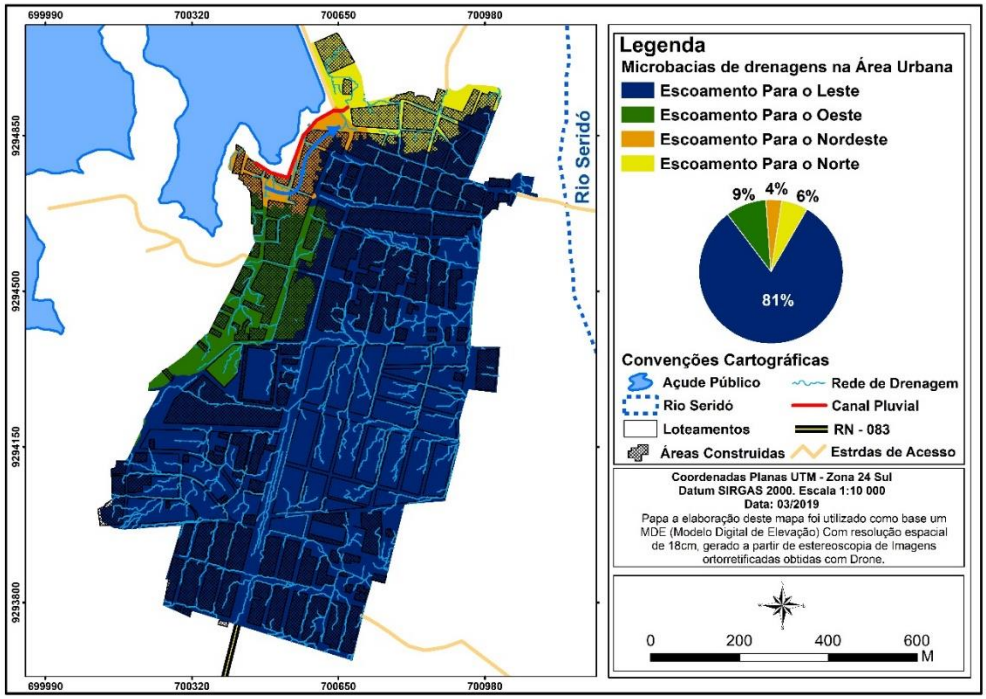
Para isto em Serra Caiada por não terem uma base topográfica compatível para análises deste nível de detalhamento (escala grande) como supracitado, fizeram apenas um esboço com setas apontando a direção do fluxo de drenagem como pode ser observado na figura 7.

Figura 7 – Croqui do fluxo de drenagem de Serra Caiada – RN, 2017.

Fonte: PMSB – Serra Caiada/RN (2017).

Já no levantamento de São Fernando com a topografia (MDS – Modelo Digital de Superfície) de 18cm de resolução espacial e a acurácia altimétrica foi possível extrair a drenagem urbana e poder mapear os caminhos do fluxo de drenagem a nível de notar os padrões das ruas como pode ser observado na figura 8.

Figura 8 – Mapa do fluxo de drenagem de São Fernando – RN, 2019.



Fonte: adaptado de PMSB – São Fernando/RN (2019).

Como pode ser notado neste mapa, a base topográfica gerada a partir da estereoscopia das imagens de drone permitiu além da extração da drenagem identificar os divisores de água, delimitação das bacias, direção do escoamento e quantificar a porcentagem de acordo com a direção dos pontos cardeais.

Das Áreas de risco (áreas alagáveis, áreas que não podem alagar)

O mapeamento de risco à alagamento é importante em um diagnóstico pelo fato destes riscos poder provocar percas de bens materiais e humanas quando é o caso de enchentes grande ou quando alaga áreas de potencial contaminador como é o caso de indústrias com produtos químicos, lagoas de tratamento de esgoto, cemitérios, etc.

Para este tipo de mapeamento o processo se dar por meio de análise de multicritério, ou seja, é necessário levar em consideração outros mapeamentos e cruzar as informações, neste caso foram usados como base os mapeamentos descritos anteriormente (Relevo, uso e ocupação do solo e o de fluxo de drenagem).

Para isto no diagnóstico de Serra Caiada analisaram de forma separadamente e expressaram por meios de dois croquis de localização como pode ser observado na figura 9.

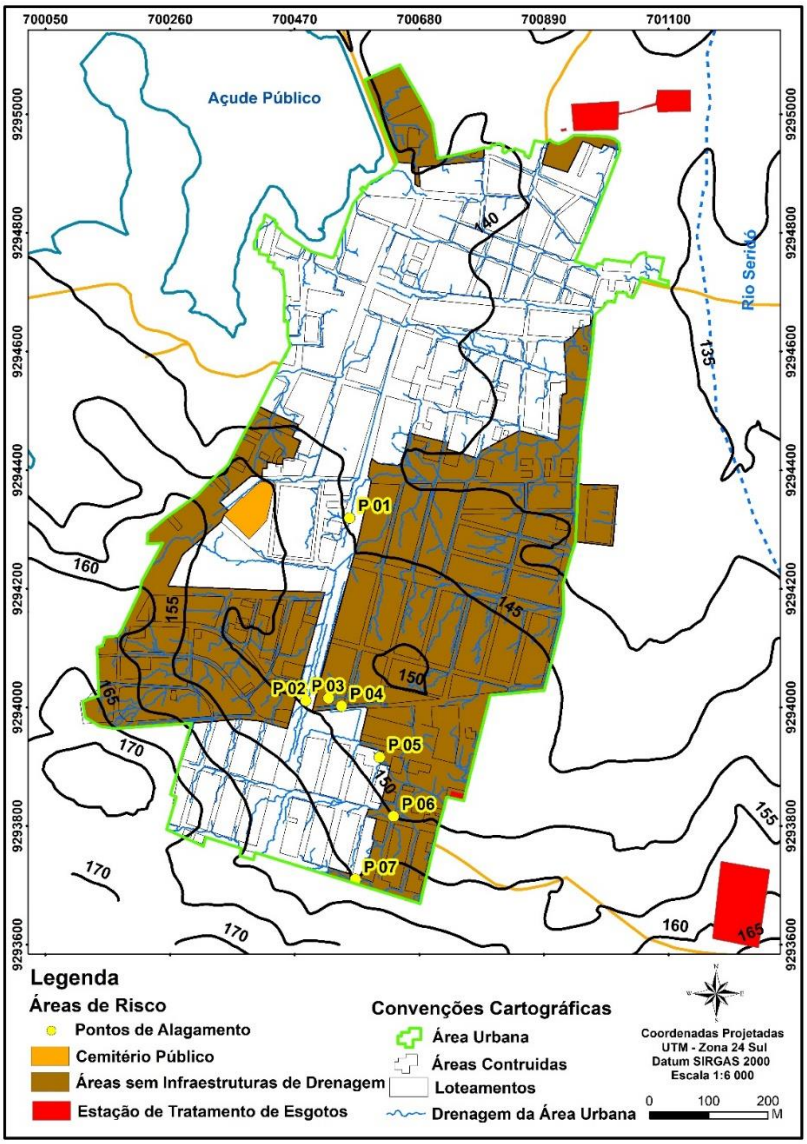
Figura 9 – Croqui das áreas de risco por alagamentos em Serra Caiada – RN, 2017.

Fonte: adaptado do PMSB – Serra Caiada/RN (2017).

Para compreender a figura acima foi preciso ler o texto base do (PMSB – SERRA CAIADA/RN, 2017) para entender que estas áreas em verde claro (P1, P2, P3, P4 e P5) são áreas de risco a inundação pelo fato delas todas estarem em leitos de rios naturais, o que fica implícito devido não tem feito e usado como base os mapeamentos de fluxo de fluxo de drenagem e o de relevo.

No que tange ao diagnóstico de São Fernando foi feito um mapa usando como multicritério de análise baseado nos três mapas acima discutido, entretanto, representado cartograficamente só mostrando feições de dois (Fluxo de Drenagem e Tipos de Pavimentação) para melhor compreensão neste trabalho, foi feito uma adaptação no mapa e acrescentado as informações do relevo (curvas de nível) e as lagoas de tratamento de esgotos que é um potencial contaminador caso estes venha ser inundados (Figura 10).

Figura 10 – Mapa das áreas de risco por alagamentos em São Fernando – RN, 2019.



Fonte: Adaptado de PMSB – São Fernando/RN (2019).

Com isto dar para notar que as áreas que não podem ser alagadas como o cemitério e as estações de tratamento de esgotos estão localizadas em regiões com infraestrutura de escoamento e/ou topograficamente em áreas mais altas, com exceção da lagoa que está ao norte do mapa que fica numa curva de nível inferior à das curvas da zona urbana podendo assim se tornar um potencial contaminador e vetor de doenças.

No tocante as áreas sem infraestrutura de drenagem e os pontos de alagamentos foi possível identificar que são áreas sem pavimentação e/ou estão em locais onde foi feito obras de infraestrutura sem análises topográficas detalhadas como pode ser observado na figura 11.

Figura 11 – Mosaico fotográfico das áreas sem infraestrutura de drenagem e pontos de alagamento na zona urbana de São Fernando – RN 2019.

Fonte: adaptado de PMSB – São Fernando/RN (2019).

Como pode ser observado nos pontos 02 e 04 apesar de existir pavimentação e estrutura de escoamento (bueiros e canalização) esses foram instalados em cotas altimétricas superior ao nível do terreno, assim acumulando água ao entorno dos bueiros, não constituindo risco por enchentes, mas se tornando um vetor de proliferação de doenças. Nos pontos 01, 05, 06 e 07 também foi constado alagamentos sem risco de enchentes, mas com risco de proliferação de doenças pelo fato destas águas entrar em contato com o canal de escoamento de esgotos a céu aberto em um trecho a nordeste do ponto 01, o principal motivo dos alagamentos se constitui pela falta de infraestrutura de drenagem. O ponto 03 tem as mesmas características dos 01, 05, 06 e 07 desta forma para não reformatar a figura anterior não foi incluído no mosaico.

Considerações finais

Com base nos dois trabalhos analisados e discutido, foi possível apontar que em relação a custos operacionais o diagnóstico de Serra Caiada gastou-se menos pois as imagens utilizadas são gratuitas, entretanto, quando se trata de qualidade dos dados percebe-se que com o uso de drone a qualidade é superior e atende as necessidades do diagnóstico, tendo em vista o nível de detalhes requerido em estudos urbanos, o que não foi atendido no diagnóstico de Serra Caiada e sim feito paliativos forçados para cumprir com os parâmetros da FUNASA.

Desta forma pose-se concluir que quando se trata de qualidade dos dados para estudos de drenagem urbana e mapeamento de riscos a enchentes, o que é problemática mundial como citado na introdução, o levantamento feito com drone em São Fernando, se mostra superior ao feito com imagens do Google e SRTM em Serra Caiada, e no tocante a custo se torna mais barato e com maior produtividade se comparar com levantamentos topográficos convencionais que atenda às necessidades requeridas em um estudo urbano.

Referências

SNIS. **Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento**: drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas. Brasília, DF, 2020. Disponível em: http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-aguas-pluviais. Acesso em: 27 out. 2022.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento**: **Diagnóstico Temático Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas: Visão Geral ano de referência 2020**, Brasília, DF 2021. Disponível em: http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-aguas-pluviais. Acesso em: 28 out. 2022.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. **Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico**. Brasília, DF, 2007.

RODRIGUES, A. Geografia: ciência, método e objeto. In: **Geografia**: introdução a ciência geográfica. São Paulo: avercamp, 2008.

PMSB – SERRA CAIADA/RN. **Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB Diagnóstico Técnico-Participativo**: Produto C Diagnóstico Técnico – Participativo, Serra Caiada – RN. 2017. Disponível em: <http://serracaiada.rn.gov.br/planomunicipal-de-saneamento-basico.html>. Acesso em: 17 mar. 2019.

PMSB – SÃO FERNANDO/RN. **Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB Diagnóstico Técnico-Participativo**: Produto C Diagnóstico Técnico – Participativo, São Fernando – RN. 2019.

BRASIL. Heliana Kátia Tavares Campos. Ministério da Saúde. **Política e plano municipal de saneamento básico**: convênio Funasa/Assemae. 2. ed. Brasília, 2014.

DRONENG. **3 motivos para utilizar drones na Topografia. 2020**. Disponível em: <https://blog.droneng.com.br/3-motivos-para-utilizar-drones-natopografia/>. Acesso em: 20 Agos. 2022.

FERREIRA, Phelipe Farias. **APLICAÇÃO DE DADOS LEVANTADOS COM DRONE EM PROJETO DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS EM AMBIENTE DENSAMENTE URBANIZADO EM MANAUS – AM**. 2021. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2021.

ONU-WATER. **Sustainable Development Goal 6**: Synthesis Report on Water and Sanitation. Tradução livre, 2018.

MAIA, Genilson Medeiros. **Resumo Da História Do Município De São Fernando**: sua origem. (Sua origem). 2018. Disponível em: https://saofernando.rn.gov.br/omunicipio.php. Acesso em: 22 set. 2022.

PMSB – SERRA CAIADA/RN. **Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB Diagnóstico Técnico-Participativo**: Produto C Diagnóstico Técnico – Participativo, Serra Caiada – RN. 2017. Disponível em: <http://serracaiada.rn.gov.br/planomunicipal-de-saneamento-basico.html>. Acesso em: 17 nov. 2022.

Geotecnologias aplicadas ao levantamento pedológico da APA Litoral Norte do Estado da Bahia

Geotechnologies applied to the pedological survey of the APA North Coast of the State of Bahia

Jéssica da Mata Lima
Universidade Federal da Bahia
http://orcid.org/0000-0002-0476-0504
jessicalima.geo@gmail.com

Alisson Duarte Diniz
Universidade Federal da Bahia
https://orcid.org/0000-0003-3261-5571
alisson.diniz@ufba.br

Maria Eloisa Cardoso da Rosa
Universidade Federal da Bahia
http://orcid.org/0000-0002-6159-1495
eloisa.pucgo@gmail.com

Fábio Carvalho Nunes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano
https://orcid.org/0000-0002-5954-397X
fabio.nunes@si.ifbaiano.edu.br

Resumo: O objetivo deste trabalho foi analisar os aspectos geomorfológicos da APA Litoral Norte do Estado da Bahia, entre os rios Pojuca e Imbassaí, utilizando as geotecnologias para mapear as unidades morfoestruturais e fisiográficas dessa área como subsídio para a realização de levantamentos pedológicos detalhados. A metodologia englobou análise de modelos digitais de elevação e declividade, unidades geológicas e dados de curvas de nível e drenagem para a identificação e mapeamento das unidades morfoestruturais e das formas do relevo. Foram identificadas três amplas unidades morfoestruturais: Tabuleiros Costeiros Preservados, Tabuleiros Costeiros Dissecados e Planície litorânea. Formas do relevo, como topos tabulares largos e estreitos, topos convexos, encostas côncavas e convexas e sopés, também foram mapeadas. Esses dados embasaram o levantamento pedológico, considerando as diferentes unidades morfoestruturais e formas do relevo que se associam a classes de solos específicas. Dessa forma, os mapeamentos contribuíram para uma compreensão aprofundada da área de estudo.

Palavras-chave: Tabuleiros Costeiros; Formação Barreiras; Pedogeomorfologia.

Abstract: The aim of this study was to analyze the geomorphological aspects of the APA North Coast of the State of Bahia, situated between the Pojuca and Imbassaí rivers, using geotechnologies to map the morphostructural and physiographic units of this area as a subsidy for detailed pedological surveys. The methodology included the analysis of digital elevation and slope models, geological units and contour and drainage data for the identification and mapping of morphostructural units and landforms. Three broad morphostructural units were identified: Preserved Coastal Tablelands, Dissected Coastal Tablelands and Coastal Plain. Landforms such as broad and narrow tabular tops, convex tops, concave and convex slopes and foothills were also mapped. These data supported the pedological survey, considering the different morphostructural units and landforms that are associated with specific soil classes. Thus, the mappings contributed to an in-depth understanding of the study area.

Keywords: Coastal Tablelands; Barreiras Formation; Pedogeomorphology.

Introdução

O conhecimento dos solos é um importante instrumento para minimizar os problemas gerados pelo aumento da pressão sobre o seu uso, que pode comprometer a capacidade produtiva e, portanto, resultar em sua degradação. Isso torna o planejamento eficaz do uso desse recurso indispensável, principalmente quando associado à compreensão da distribuição espacial das distintas classes de solos e ao entendimento das características ambientais das regiões onde estão presentes (OLIVEIRA, 2012).

A relação entre a classificação e o levantamento de solos, que se estabelece a partir das similaridades entre suas propriedades, permite a categorização em classes, seguindo um padrão de classificação. No Brasil, tal padrão é o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013). A combinação das classes de solos com informações relativas aos ambientes em que estão situadas constitui a base essencial para a formação das unidades de mapeamento. Portanto, a unidade de mapeamento consiste na agregação de áreas de solos, estabelecida para representar a distribuição espacial em formatos cartográficas (IBGE, 2007).

Os solos nas zonas costeiras são particularmente frágeis devido à influência de processos hidrodinâmicos, tanto marítimos quanto continentais. Essa fragilidade pode ser acelerada a partir da ocupação irregular dessas áreas, que pode comprometer os solos, erodindo-os e, portanto, levando-os à degradação.

Assim, a produção de conhecimento sobre os aspectos pedológicos se mostra essencial para conservação dos solos em ambientes costeiros por permitir a implementação de ações e estratégias de combate à degradação ambiental. Para ampliar esse conhecimento pedológico, é fundamental considerar os cinco fatores de formação e evolução do solo (material de origem, clima, biota, relevo e tempo), que influenciam a variação espacial deste recurso na paisagem. Salienta-se que essa paisagem pode ser compreendida por meio da análise das inter-relações entre esses fatores.

Ao analisar o relevo em diversas escalas espaciais, desde a local até a global, é possível compreender a dinâmica pedológica que ocorre em cada uma delas, pois há uma relação intrínseca entre esses dois componentes da paisagem, que interagem ao longo do tempo.

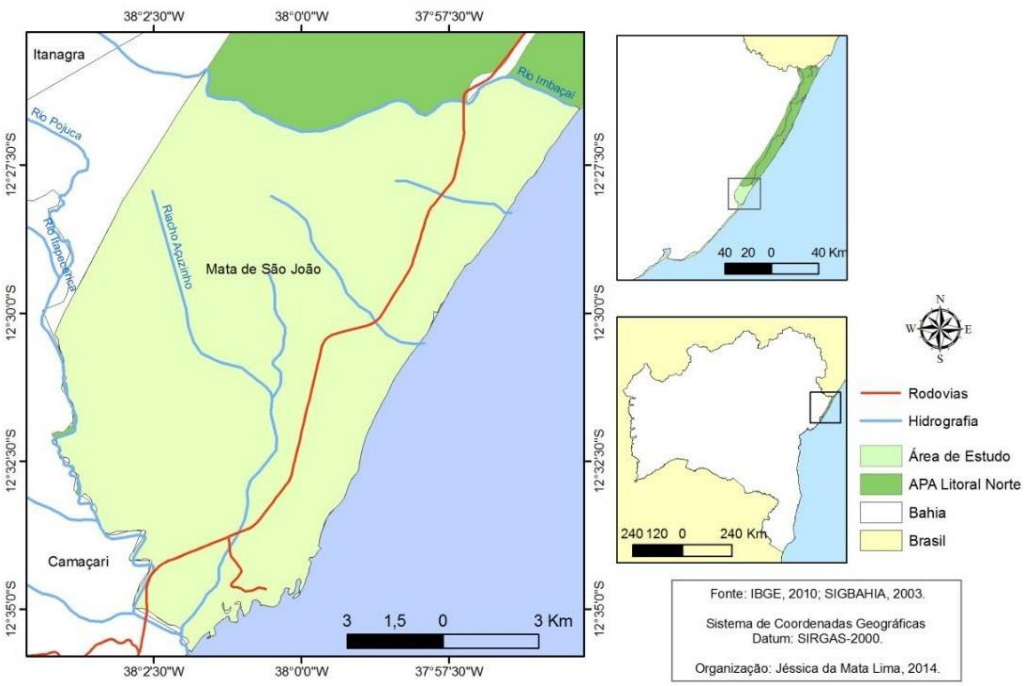
As unidades do relevo, em particular, desempenham um papel importante na investigação dos recursos naturais, especialmente dos solos, pois são ecologicamente representativas, rapidamente identificáveis, mensuráveis, delimitadas e interpretáveis tanto em campo quanto em fotografias aéreas e imagens de satélite. Isso possibilita a análise sistemática das interações na paisagem e permite que suas interpretações se estendam para áreas mais abrangentes do que aquelas amostradas (AUGUSTIN, 1985).

Portanto, a utilização de geotecnologias torna-se essencial para o mapeamento de unidades fisiografias e fornece um suporte técnico significativo para os levantamentos pedológicos. Nesse contexto, esta pesquisa tem como objetivo analisar os aspectos geomorfológicos da APA Litoral Norte do Estado da Bahia, entre os rios Pojuca e Imbassaí, por meio do uso de geotecnologias para mapear as unidades morfoestruturais e as unidades fisiográficas da área de estudo como subsídio para a realização de levantamentos pedológicos detalhados. Essas análises são cruciais para embasar decisões e ações voltadas para a conservação ambiental e da paisagem.

Materiais e métodos

A área designada para este estudo abrange 148,39Km², situando-se na Área de Proteção Ambiental (APA) Litoral Norte do Estado da Bahia, entre os Rios Pojuca e Imbassaí, no município de Mata de São João (Figura 1).

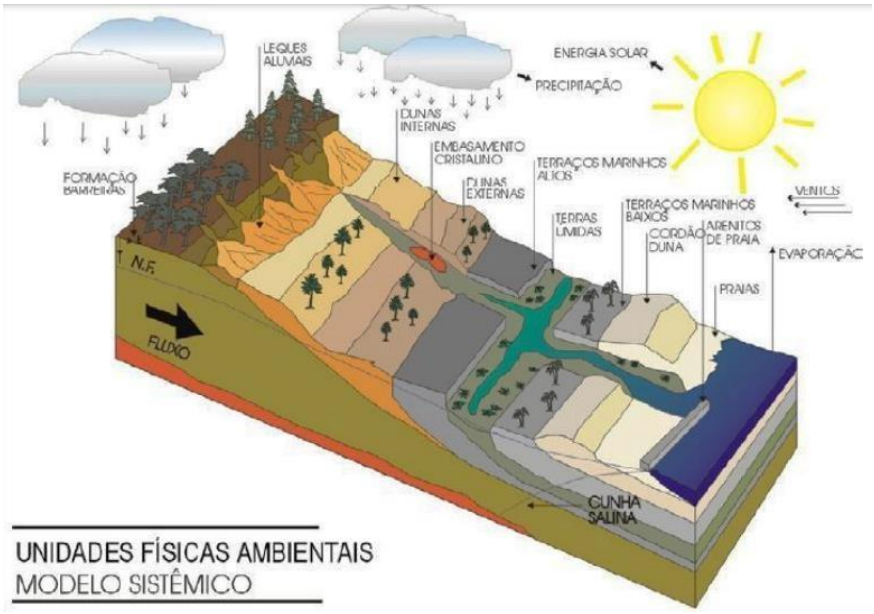
Figura 1: Mapa de localização da APA Litoral Norte do Estado da Bahia – entre os Rios Pojuca e Imbassaí.



A área localiza-se entre as coordenadas geográficas de 12º 26’ 00” e 12° 36’ 00” de latitude sul e 37º 57’ 00” e 38° 43’ 00’’ de longitude oeste, a 72 km de Salvador, cujo acesso pode ser realizado pela Linha Verde (BA-099). Possui clima tropical úmido, com baixa ou nula deficiência de água, megatérmico e com evapotranspiração acumulada no verão muito baixa (LIMA, 2017).

As unidades geológicas abrangem três domínios geocronológicos: Pré-cambriano (Complexo Salvador-Esplanada), Terciário (Formação Barreiras) e Quaternário (Depósitos aluvionares, marinhos e continentais costeiros) (DOMINGUEZ, 2006). Os aspectos geomorfológicos correlacionam-se fortemente com essas unidades geológicas, influenciados pela morfologia do embasamento cristalino, da Formação Barreiras e dos depósitos quaternários (Figura 2).

Figura 2: Esquema de unidades físicas-ambientais do Litoral Norte.



Fonte: CONDER (1993).

A unidade do Embasamento cristalino é a que causa menores alterações na paisagem quando aflorante. No entanto, quando aparece, representa o alto índice de dissecação pelos cursos de drenagem. A ocorrência da Formação Barreiras está em conformidade com a unidade geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros, apresentando topos planos que variam de largos (quando preservados) a estreitos (quando submetidos a altos índices de dissecação). Os depósitos quaternários compõem a Planície Litorânea.

A Formação Barreiras se constitui em uma cobertura sedimentar de origem continental e marinha (ARAI, 2006). Os sedimentos dessa unidade foram parcialmente retrabalhados durante o Pleistoceno e o Holoceno, moldando a atual morfologia e formando a unidade geomorfológica dos Tabuleiros Costeiros (MARTIN et. al., 1980). Já os Depósitos Quaternários correspondem a uma área de acumulação, abrangendo os leques aluviais (pertencentes aos Tabuleiros Costeiros) e os demais depósitos e as áreas de inundação, que compreendem a Planície Litorânea.

Cada uma das mencionadas unidades geológicas está associada a solos específicos, que são identificados, analisados e compreendidos por meio de levantamentos pedológicos. Este estudo segue uma série de etapas de execução, conforme proposto por Oliveira e Marques (2012), que abrangem trabalhos iniciais (prospecção geral, fotointerpretação e confecção de mapas fisiográficos), trabalhos de campo (descrições morfológicas e mapeamento), atividades de laboratório (análises químicas e físicas) e processos de escritório (elaboração do mapa final) (Figura 3). O enfoque principal deste trabalho reside nos aspectos preliminares e fundamentais dos trabalhos de escritório e de campo preliminares, que constituem a base a realização de levantamentos pedológicos.

Figura 3: Etapas de execução de um levantamento pedológico

Inicialmente, realizou-se um conjunto de atividades que envolveu o levantamento bibliográfico, a elaboração dos mapas preliminares, a pesquisa de dados secundários e o levantamento e interpretação de informações cartográficas. Os principais dados selecionados para embasar a pesquisa foram:

- mapas temáticos regionais: geológico - 1:50.000 (ALMEIDA JUNIOR, 2013),

climático (Koppen, 1980), pedológico -1:1.000.000 (SIG-BAHIA, 2003), geomorfológico - 1:1.000.000 (SIG-BAHIA, 2003) e de uso e ocupação da terra – 1:50.000 (INEMA, 2011);

- mapas temáticos (solos, geologia, geomorfologia, pedogeomorfologia, uso e ocupação) elaborados por Silva (1999) e Costa (1999) na escala de 1:25.000 nas Bacias Hidrográficas dos Rios Imbassaí e Açu, respectivamente;
- mapa de unidades geológicas elaborado por Almeida Junior et al. (2003);
- imagens de satélite; ortofotos (SEI, 2010); dados cartográficos da SEI (2010); entre outros recursos que contribuíram para o desenvolvimento do estudo.

Por meio do processamento no programa ArcGIS 10.2.2, as curvas de nível, os pontos cotados e a drenagem na escala de 1.10.000 disponibilizados pela SEI (2010) foram processados no programa ArcGIS 10.2.2 permitiram a criação do Modelo Digital de Elevação (MDE). O uso do interpolador Triangular Irregular Network (TIN), presente na extensão 3D

Analyst do software ArcView, possibilitou a geração desse MDE com dados altimétricos do terreno. De acordo com Mazzini e Schettini (2009), esse método emprega malha irregular com "triangulação Delaunay" para formar um modelo matemático com valores de altitude, representando o espaço por meio de uma série de triângulos de tamanhos variados. A etapa seguinte incluiu a conversão para raster e a extração da declividade do terreno.

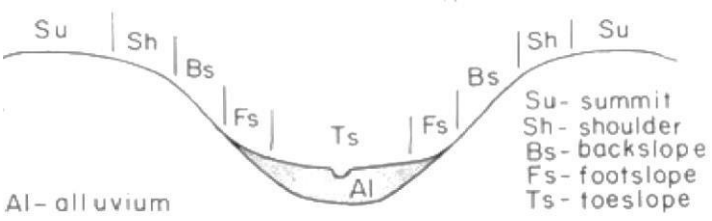
Aproveitando os mapas de elevação e de declividade, juntamente com as ortofotos, os dados geológicos (ALMEIDA JUNIOR et al., 2013) e de drenagem (SEI, 2010), foram elaborados os mapas de compartimentos morfoestruturais e o mapa de unidades fisiográficas (mapa preliminar de serviço), com informações sobre formas do relevo, principais vias de acesso e pontos de referência. Estes mapas auxiliam na definição das áreas de amostragem, descrição de perfis e coleta de amostras. A diferenciação das formas de relevo, identificadas nesta etapa, demonstrou ser essencial para as primeiras interpretações sobre a possível variação espacial dos solos.

É essencial ressaltar que o relevo é um indicador fundamental da variação espacial dos recursos naturais, especialmente dos solos. As diferenças geomórficas, facilmente discerníveis em fotografias aéreas, proporcionam uma compreensão inicial da complexidade do sistema pedológico e facilitam a análise integrada da paisagem. Portanto, essa abordagem permite selecionar áreas representativas de um sistema pedogeomorfológico e, assim, definir pontos de amostragens para a execução de levantamentos pedológicos de alta qualidade.

As feições do relevo foram tomadas como base para elaboração do mapa fisiográfico, sendo diferenciados os topos (planos ou convexos), encostas (côncavas ou convexas), sopés e planícies aluviais, de acordo com o modelo proposto por Ruhe e Walker (1968).

No modelo de Ruhe e Walker (1968), utilizado como base para a elaboração do mapa fisiográfico, há a proposição de uma classificação dos componentes geomorfológicos para o perfil da vertente, dividindo-a em: summit (topo), shoulder (ombro), backslope (encosta), footslope (sopé ou sopé coluvial) e toeslope (sopé colúvio-aluvial), como demonstrado na Figura 4.

Figura 4: No perfil da vertente encontram-se o topo (summit), que está na parte superior da mesma, e sucessivamente encontra-se o ombro (shoulder), a encosta (backslope), o sopé ou sopé coluvial (footslope) e o sopé colúvio-aluvial (toeslope).



Fonte: Ruhe e Walker (1968).

Importante notar que as unidades fisiográficas revelam uma associação recorrente e um padrão espacial entre os solos, a cobertura vegetal e as formas do relevo (CHRISTIAN; STEWART, 1964). Portanto, a delimitação das unidades fisiográficas desempenha um papel crucial na seleção das áreas de amostragem e na identificação das classes de solos, como abordado por Oliveira e Marques (2012). Esse contexto confere ao mapa fisiográfico a utilidade de guiar e otimizar as atividades de campo, direcionar as descrições morfológicas e contribuir para a elaboração do mapa pedológico final (OLIVEIRA; MARQUES, 2012).

Resultados e discussão

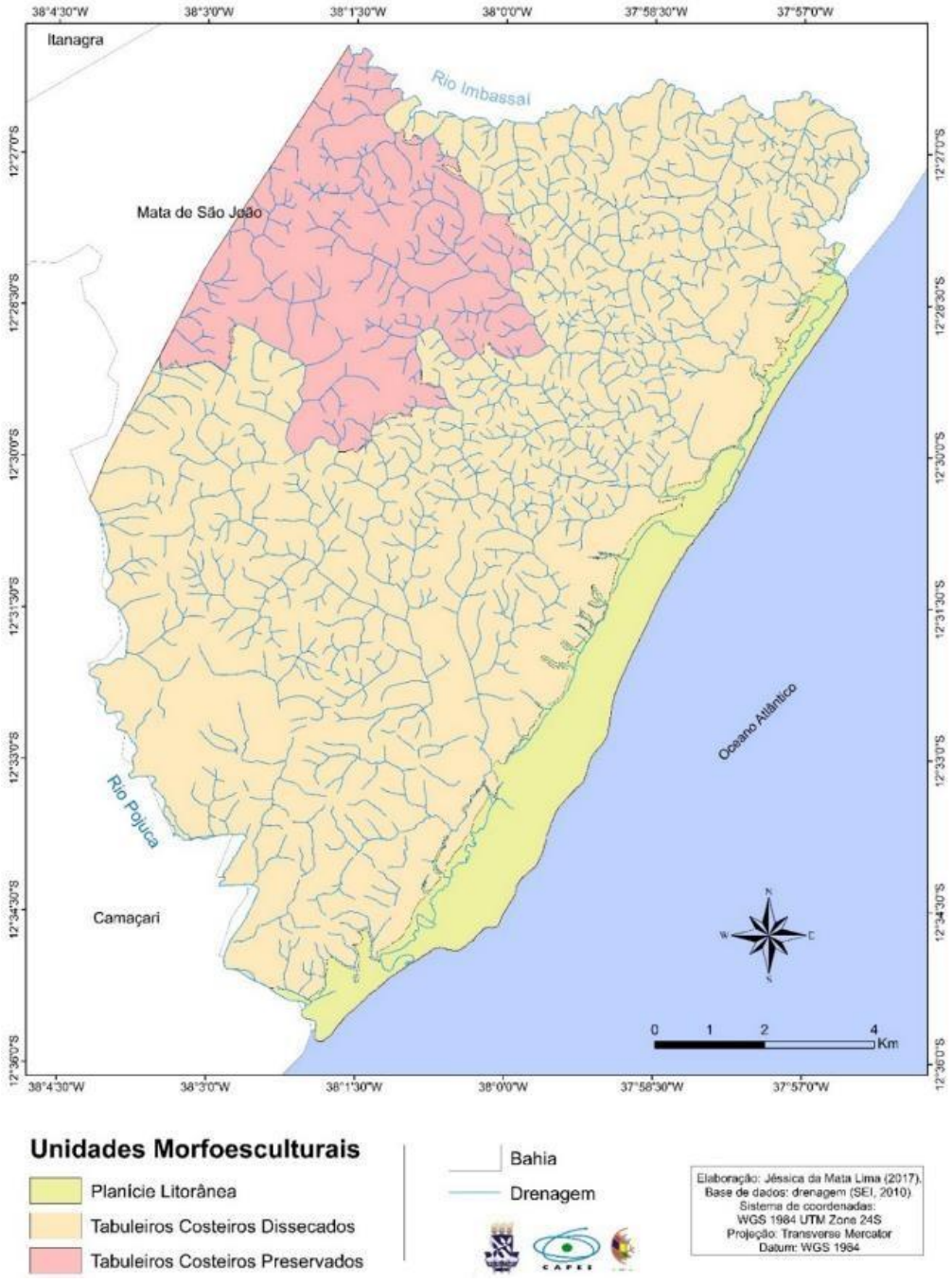
Com base na classificação do Manual Técnico de Geomorfologia (IBGE, 2009) e no modelo proposto por Costa Junior (2008), foram reconhecidos três amplos compartimentos geológico-geomorfológicos na região de estudo: Tabuleiros Costeiros Preservados, Tabuleiros Costeiros Dissecados e Planície Litorânea (Figura 5). Cada um desses compartimentos exibe características geológicas (período e litotipos) e geomorfológicas (formas, valores de declividade e altitude) com certa uniformidade.

Essa identificação proporcionou uma melhor sistematização dos resultados do presente estudo, além de fornecer insights para a interpretação da evolução pedogeomorfológica da APA Litoral Norte da Bahia, entre os rios Pojuca e Imbassaí.

Uma abordagem temporal, que facilita a compreensão da evolução da paisagem, pode ser realizada ao analisar a área de estudo desde o período mais antigo até o mais recente. Essa sequência cronológica revela o processo evolutivo, onde os Tabuleiros

Costeiros Preservados deram origem aos Tabuleiros Costeiros Dissecados, antecedendo a formação dos depósitos quaternários presentes na Planície Litorânea (Figura 5). Adicionalmente, é importante ressaltar que os depósitos quaternários também podem estar presentes sobre os Tabuleiros Costeiros, conforme enfatizado por Dominguez (2012). Assim, observa-se a complexidade da evolução da paisagem da área em estudo.

Figura 5: Mapa de unidades morfoestruturais da APA Litoral Norte do Estado da Bahia.



Os Tabuleiros Costeiros Preservados são caracterizados por apresentarem topos tabulares de ampla extensão, moldados através do retrabalhamento dos sedimentos da Formação Barreiras após a sua deposição. Essa paisagem foi modelada, sobretudo, sob a influência das variações climáticas associadas às atividades neotectônicas, que favoreceram o entalhamento dos talvegues e a definição das formas do relevo, principalmente, as fases de clima úmido (NUNES, 2011).

Através da interpretação visual dos dados cartográficos e dos trabalhos de campo, foi constatado que os Tabuleiros Costeiros Dissecados representam uma maior dissecação do relevo na Formação Barreiras. Nesta unidade, os topos tabulares também estão presentes, contudo, eles possuem uma configuração mais estreita, caracterizada por vales em formato de “V”, devido às maiores declividades das encostas. Além disso, esta unidade abrange os leques aluviais, os quais se caracterizam por possuírem vertentes convexas e em rampas. Esses leques estão situados nos sopés do Barreiras e são resultado do retrabalhamento e subsequente redeposição em fluxos de detrito desse material, ocorridos durante períodos de clima seco (DOMINGUEZ, 2006).

Ao descrever os Tabuleiros costeiros, Jacomine (2001) identificou que as feições dessa unidade geomorfológica se caracterizam por apresentarem uma topografia tabular dissecada por vales profundos de encostas com elevada declividade. Há algumas áreas que possuem relevo suavemente ondulado, enquanto outras, onde há uma maior dissecação, a topografia chega a ser ondulada a forte-ondulada.

A Planície Litorânea foi desenvolvida a partir da sedimentação dos Depósitos Quaternários, influenciada, principalmente, pelas variações climáticas e eustáticas. Essa unidade abrange os Terraços Arenosos (Holocênicos e Pleistocênicos) e as áreas de inundação (áreas depressionárias, responsáveis por separar os leques aluviais dos Terraços Arenosos). Na Planície Litorânea também estão dispostos os depósitos flúvio-lagunares, dunas externas, dunas internas, terraços marinhos holocênicos, terraços marinhos pleistocênicos, bancos de arenitos e faixas de praias atuais (BARBOSA; DOMINGUEZ, 1996; DOMINGUEZ, 2006; ALMEIDA JUNIOR, 2013). No entanto, como não há variações pedológicas expressivas nessas unidades geológicas, elas não foram diferenciadas no mapa fisiográfico.

A cartografia dos compartimentos do relevo se constitui, desse modo, em uma importante etapa para a compreensão da distribuição espacial dos solos. Daniels e Hamer (1992) ressaltaram que o tipo de superfície (com predominância dos processos erosivos ou de deposição) determina a duração da formação dos solos e ajuda a predizer a variabilidade dos materiais pedológicos.

De acordo com Daniels e Hamer (1992), o cientista deve entender os processos da paisagem para concluir adequadamente e interpretar corretamente seus experimentos. Nesse sentido, Ruhe (1960) defendeu que qualquer estudo que conduza a um melhor entendimento do solo deve estar acompanhado de uma avaliação geomorfológica e de todo o contexto paisagístico. Existe, assim, uma relação entre o modelado do terreno e as classes de solos, havendo também paralelos entre o mapeamento do solo e o mapeamento da paisagem (CHRISTIAN; STWART, 1964).

Nesse sentido, é relevante discutir a vertente como categoria de estudo da geomorfologia. Assim, a vertente é uma unidade da paisagem comumente utilizada para os estudos de solos, pois é nela que ocorrem as variações de drenagem que permitem a variação lateral dos solos. De acordo com Ruhe e Walker (1968), a vertente pode ser definida geomorfologicamente como uma inclinação de uma parte da superfície da terra.

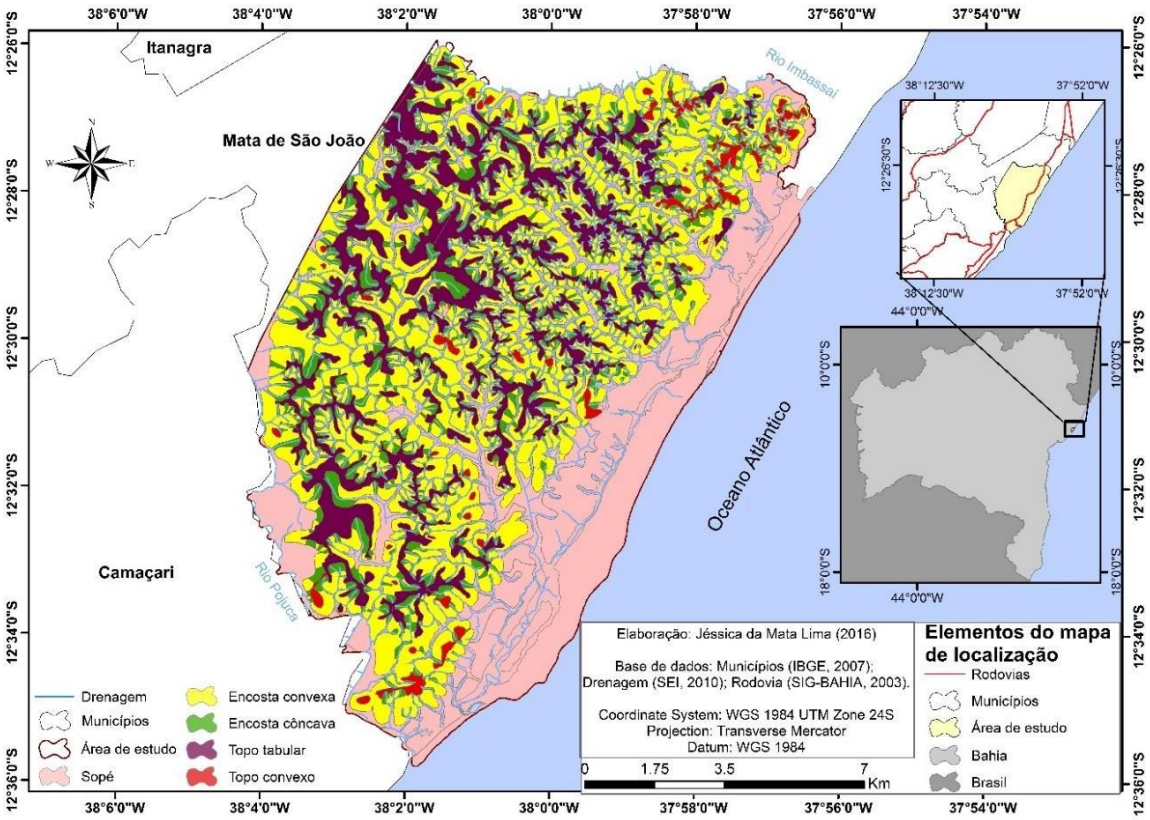
Para Christofoletti (1980), as vertentes são resultantes da interação dos processos endógenos (orogenia, epirogenia, vulcanismo) e exógenos (meteorização, movimentos de massa, ablação, transporte, deposição). Christofoletti (1980) considerou ainda que as vertentes se constituem em objeto primordial da geomorfologia, pois são componentes básicos de qualquer paisagem. A descrição das vertentes fornece, dessa maneira, informações básicas necessárias à caracterização de determinada área.

Nesse sentido, foram identificadas cinco formas do relevo: topo tabular, topo convexo, encosta côncava, encosta convexa e sopé (Figura 6). Essas formas determinaram a definição das três unidades geomorfológicas (Tabuleiros Costeiros Preservados, Tabuleiros Costeiros Dissecados e Planície Litorânea). A partir da compartimentação do relevo, foi realizada a análise pedológica de cada unidade.

Dessa maneira, os solos da região estudada se desenvolveram em função da combinação dos diferentes materiais de origem (fácies da Formação Barreiras e sedimentos areno-quartzosos dos Depósitos Quaternários) e formas do relevo (responsáveis por condicionar os fluxos de drenagem).

A forma da vertente em que os solos se encontram é um dos elementos determinantes na distribuição pedológica. Nos Tabuleiros Costeiros Preservados foi possível observar a predominância de Espodossolos Humilúvicos Órticos arênicos e Espodossolos Humilúvicos Órticos dúricos nos topos tabulares largos (relevo plano a suave ondulado) e nas encostas côncavas (declividade suave ondulada a ondulada), sendo que essas classes também foram identificadas em outras áreas dos Tabuleiros Costeiros por Ucha (2000), Fortunato (2004), Costa-Junior (2010 e Ucha et al. (2012). Nas encostas convexas dos Tabuleiros Costeiros Preservados foram classificados Argissolos Vermelho-Amarelos Distróficos abrúpticos e Cambissolos Háplicos Tb Distróficos típicos.

Figura 6: Mapa fisiográfico da APA Litoral Norte do Estado da Bahia – entre os rios Pojuca e Imbassaí



Nos Tabuleiros Costeiros Dissecados, os Argissolos Amarelos Distrocoesos abrúpticos, também estudados pelos autores supracitados, predominam nos topos tabulares estreitos (relevo suave ondulado). Nas encostas convexas dessa unidade há a predominância de Cambissolos Háplicos Tb Distróficos petroplínticos. Os Gleissolos Háplicos estão presentes nas áreas de sopé, tanto dos Tabuleiros Costeiros Dissecados, como dos Preservados.

A Planície Litorânea, por sua vez, possui duas grandes unidades, a saber: área de inundação e Terraços Arenosos. Na primeira evoluíram solos com influência hidromórfica (Gleissolos Háplicos) e com presença de horizontes espódicos (Espodossolo Humilúvicos Órticos arênicos), sobretudo por serem áreas depressionárias, o que favoreceu o acúmulo de água e a migração dos complexos organometálicos. Nos terraços arenosos desenvolveram-se os Neossolos Quartzarênicos. Em ambos, a declividade varia de plano a suave ondulado. É importante destacar que, nesses solos, os processos pedogenéticos são incipientes.

Assim, A interpretação dos resultados possibilitou confirmar a relação entre as formas do relevo e as classes pedológicas, além de propiciar a compreensão de que, em cada unidade geológico-geomorfológica, há uma dinâmica pedológica diferenciada, como: a formação de Espodossolos nos topos dos Tabuleiros Costeiros Preservados; a presença de couraças ferruginosas nos perfis de Argissolos Amarelos e Cambissolos Háplicos dos

Tabuleiros Costeiros Dissecados; a possível influência da degradação das duricrostas na evolução de diferentes solos e no caráter coeso de Argissolos Amarelos e Cambissolos dos Tabuleiros Costeiros Dissecados; a presença de Gleissolos Háplicos em toda a unidade de sopé, onde há a influência hídrica; além do desenvolvimento de solos essencialmente areno-quartzosos na Planície Litorânea e nos leques aluviais (Tabuleiros Costeiros Dissecados).

Considerações finais

Compreende-se que as geotecnologias se constituem em ferramentas que podem auxiliar de forma significativa os estudos dos aspectos físicos e, consequentemente, para a compreensão da evolução da paisagem e para o desenvolvimento de atividades agrícolas e não-agrícolas, além do importante suporte para a realização de planejamentos e ordenamentos territoriais

A análise sistêmica permite a compreensão dos aspectos físicos de forma integrada e a espacialização, gênese e evolução pedológica e geomorfológica, por permitir associar aspectos geológicos, geomorfológicos, pedológicos, de uso e cobertura e climáticos, pois esses elementos agem em conjunto, ora favorecendo os processos pedogenéticos, ora os processos erosivos. Embora os dois ocorram concomitantemente, por vezes há a prevalência de um em detrimento do outro. Dessa forma, a correlação desses aspectos possibilita a interpretação da gênese e evolução da paisagem.

Os levantamentos pedológicos, que consistem em um diagnóstico da distribuição dos solos enquanto corpos naturais, servem como base de dados para projetos e planejamentos de uso, manejo e conservação de solos, subsidiando a avaliação do potencial e das limitações de uma área.

Considerando a importância e a carência de levantamentos pedológicos de maior detalhe no território brasileiro, bem como a proposição de novas metodologias envolvendo o uso de Geotecnologias, foi possível observar que o uso de mapas temáticos pré-existentes, de imagens de satélites e ortofotografias pode colaborar de forma significativa para a elaboração dos mapas fisiográficos que subsidiam os levantamentos pedológicos.

Entende-se que o mapa fisiográfico auxilia na definição das áreas de amostragem, descrição de perfis e coleta de amostras. A diferenciação das formas de relevo, identificadas nesta etapa, foi essencial para as primeiras interpretações sobre uma possível variação espacial dos solos.

A interpretação das informações contidas no levantamento pedológico, por sua vez, como proposto por Oliveira (2012), possibilita a compreensão da organização dos solos na paisagem e pode fornecer importantes subsídios para o planejamento do seu uso para fins agrícolas e não agrícolas, visando uma utilização de maneira mais sustentável possível.

Dessa forma, o levantamento pedológico pode servir como fonte imprescindível de consulta para pesquisas desenvolvidas acerca dos solos do Litoral Norte, em especial da Formação Barreiras, dos Leques Aluviais, das Áreas de Inundação e dos Terraços Arenosos.

Referências

ALMEIDA JUNIOR, M. V. C. A.; ANJOS, J. A. S. A.; SAMPAIO F. J. Mapeamento geológico da zona costeira limitada pela foz do rio Pojuca e a praia de Imbassaí, Mata de São João - Bahia. Revista Geologia USP, Série Científica. vol.13 no.3 São Paulo p. 41-50. set. 2013.

ARAI, M. A Grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do Grupo Barreiras. Revista Geologia USP. Série Científica, São Paulo, v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006.

AUGUSTIN, C. H. R. R. A geografia física: o levantamento integrado e avaliação de recursos naturais. Boletim de Geografia Teorética, São Paulo, n.15, 1985. p. 141-153.

BARBOSA J.S.F.; DOMINGUEZ J.M.L. Texto Explicativo para o Mapa Geológico da Bahia ao Milionésimo. SICM/SGM. Edição Especial, Salvador, 1996. 400 p.

COSTA JÚNIOR, M. P. Interações morfo-pedogenéticas nos sedimentos do Grupo Barreiras e nos leques aluviais pleistocênicos no litoral norte da Bahia – município de Conde. 247f. 2008. Tese (Doutorado em Geologia Costeira e Sedimentar) – Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2008.

COSTA, N. L. Avaliação ambiental da Bacia do Rio Açu-BA. 1999. 157f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, Salvador. 1999.

CHRISTIAN, C. S.; STEWART, G. A. Methodology of integrated surveys. Conference on Principles and Methods of Integrating Aerial Studies of Natural Resources for Potential Development, Toulouse, France, 1964. 150p.

CHRISTOFOLETTI, A. Vertentes: processos e formas In: CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2 ed. São Paulo: Edgard Blücher, Cap. 2, 1980. p. 28-62.

DANIELS, R.B.; HAMMER, R.D. Soil geomorphology. New York: John Wiley, 1992. 236p.

DOMINGUEZ, J. M. L. Sistema de Informações Geográficas para o Suporte à Gestão e ao Monitoramento do Litoral Norte do Estado da Bahia. Governo do Estado da Bahia / GERCO Bahia / MMA, 2006. 30p.

DOMINGUEZ, J. M. L. Sistema de Informações Geográficas para o Suporte à Gestão e ao Monitoramento do Litoral Norte do Estado da Bahia. Governo do Estado da Bahia / GERCO Bahia / MMA, 2006. 30p.

EMBRAPA– EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de solos. 3. ed. Brasília, 2013. 353p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manual Técnico de Pedologia. 2.ed. Rio de Janeiro, 2007. 316 p.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual técnico de geomorfologia. Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. – 2. ed. - Rio de Janeiro: IBGE, 2009. 182 p. ISSN 0103-9598.

JACOMINE, P. K. T. Distribuição geográfica, características e classificação dos solos coesos dos Tabuleiros. In: REUNIÃO TÉCNICA DOS SOBRE OS SOLOS DOS TABULEIROS

COSTEIROS. 1996, Cruz das Almas, Aracaju. Pesquisa e desenvolvimento para os tabuleiros costeiros: Anais... Cruz das Almas: Embrapa: UFBA, 1996. p. 13-26.

LIMA, J. M. Levantamento pedológico e morfopedologia na Área de Proteção Ambiental Litoral Norte do Estado da Bahia – entre os rios Pojuca e Imbassaí. 2017. 201f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, Salvador, 2017.

MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.; VILAS BOAS, G.; FLEXOR, J. Mapa geológico do quaternário costeiro do estado da Bahia, escala 1:250.000: texto explicativo. Salvador: Secretaria de Minas e Energia/Coordenação da Produção Mineral. 1980. 72 p.

MAZZINI, P. L. F.; SCHETTINI, C. A. F. Avaliação de metodologias de interpolação espacial aplicadas a dados hidrográficos costeiros quase sinóticos. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, v. 13, n. 1, 2009. p. 53-64.

NUNES, F. C. Contando histórias de Tabuleiros Costeiros: aproximações de sistemas pedológicos e geomorfológicos no Litoral Norte da Bahia. 2011. 457 f. Tese (Doutorado em Geologia Costeira e Sedimentar) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, Salvador, 2011.

OLIVEIRA, C. V.; MARQUES, A. F. S. E. M. Levantamento de Solos. 1. ed. Belo Horizonte: CAED-UFMG, 2012. v. 1. 64p.

RUHE, R. V. Elements of the soil landscape. In: Transactions of the 9th Congress of the International Society of Soil Science, Vol. 4. Madison, Wisconsin: International Soil Science Society, 1960. P.165-170.

RUHE, R.V.; WALKER, P.H. Hillslope models in soil formation. I Open systems. In: Transaction International Congres Soil Science, 9. Adelaide, 1968. Transactions. Adelaide, 1968. v.4. p.551-560.

SEI – SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Balanço hídrico do estado da Bahia. Salvador: SEI, 1999. 250 p.

SILVA, G. B. UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA Instituto de Geociências. Compartimentação do meio físico e Biótico em unidades homogêneas, através da inter-relação temática, na Bacia Hidrográfica do Rio Imbassaí Pequeno - Estado da Bahia. 1999. 172f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Instituto de Geociências, 1999.

SISTEMA DE INFORMAÇÃO GEOREFERENCIADAS – SIG-BAHIA Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos – SIRH. Salvador: Superintendência de Recursos Hídricos, 2003. 2 CD – Rom.

UCHA, J. M. Processos de transformação Latossolo-Espodossolo sobre os sedimentos do Grupo Barreiras nos Tabuleiros Costeiros do Litoral Norte do estado da Bahia. 2000. 196 f. Tese (Doutorado) - Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2000.

UCHA, J. M.; BOAS, G. S. V.; HADLICH, G. M. A degradação dos horizontes duripã e fragipã e o processo de transformação dos solos sobre os tabuleiros costeiros do litoral norte baiano. Cadernos de Geociencias (UFBA), v. 9, p. 65-73, 2012.

JACOMINE, P. K. T. Evolução do conhecimento sobre solos coesos no Brasil. In. WORKSHOP COESÃO EM SOLOS DOS TABULEIROS COSTEIROS. Aracajú, EMBRAPA Tabuleiros Costeiros. 2001. p. 19-46.

Geoprocessamento aplicado ao mapeamento de edificações na área de encosta da Serra de Maranguape - CE

Geoprocessing applied to mapping of buildings in the slide area of Serra de Maranguape - CE

Lara Lima Lourenço
Universidade Estadual do Ceará - UECE
https://orcid.org/0000-0002-3068-2378
lara.lourenco@aluno.uece.br

Gislania de Meneses Silva
Universidade Estadual do Ceará - UECE
https://orcid.org/0000-0002-1343-1550
gislaniameneses@gmail.com

Maria Lúcia Brito da Cruz
Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0000-0002-2202-923X
mlbcruz@gmail.com

Resumo: A Serra de Maranguape, localizada na Região Metropolitana de Fortaleza-CE, caracteriza-se como enclave subúmido, uma paisagem de exceção no contexto do sertão cearense, sendo considerado uma área com superfície topograficamente elevada. O presente trabalho visa propor uma interpretação sobre a encosta da referida serra por meio de tecnologias de geoprocessamento, tendo por objetivo principal o mapeamento das edificações nas áreas de encosta. O levantamento bibliográfico, o trabalho de campo e as técnicas de geoprocessamento, foram os procedimentos metodológicos fundamentais para cumprir o objetivo proposto. A pesquisa possibilitou uma análise precisa da quantidade de moradias em sobreposição às áreas de alta declividade. Conclui-se que a utilização de técnicas de geoprocessamento para delimitação das áreas de riscos mostrou resultados satisfatórios que servirão para construir uma base de dados georreferenciados e auxiliar em pesquisas futuras.

Palavras-chave: Mapeamento. Planejamento territorial. Área de risco.

Abstract: The Serra de Maranguape, located in the Metropolitan Region of Fortaleza-CE, is characterized as a sub-humid enclave, an exceptional landscape in the context of the hinterland of Ceará, being considered an area with a topographically elevated surface. The present work aims to propose an interpretation of the slope of the aforementioned mountain using geoprocessing technologies, with the main objective of mapping the buildings in the slope areas. The bibliographic survey, field work and geoprocessing techniques were the fundamental methodological procedures to fulfill the proposed objective. The research allowed a precise analysis of the number of houses overlapping the high slope areas. It is concluded that the use of geoprocessing techniques for delimitation of risk areas showed satisfactory results that will serve to build a georeferenced database and help in future research.

Keywords: Mapping. Territorial planning. Risk area.

Introdução

Nos últimos anos, devido ao crescimento econômico da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF), principalmente com a chegada de grandes empreendimentos, com a expansão do Porto do Pecém e a construção de casas populares, teve um aumento

considerável na procura por materiais de construção civil, ocasionando uma expansão de forma gradativa das áreas de lavras, com isso causando uma mudança na paisagem local. (BATISTA, 2010)

Com esse aumento de forma acelerada em diversos pontos do estado do Ceará e diante do processo histórico de uso e ocupação da Serra de Maranguape que teve início no século XVIII, esse crescimento da malha urbana do município se deu preferencialmente na vertente oriental da serra, mas com algumas residências nas altitudes mais elevadas, onde as primeiras atividades de subsistência eram a agricultura e pecuária.

Dessa forma, devido ao uso e ocupação de maneira desordenada e a extração desenfreada proporcionando um quadro de degradação ambiental dos recursos naturais do maciço de Maranguape, várias fragilidades ambientais foram identificadas, como: o desmatamento da mata nativa e construções em áreas de encostas propensas a deslizamentos e inundações.

Foi a partir disso que houve a criação da Área de Proteção Ambiental (APA) da Serra de Maranguape no ano de 1993, de caráter municipal que abrange apenas o município de Maranguape, com o intuito de garantir a conservação da vegetação, promovendo sua recuperação. (CORDEIRO & GARCEZ, 2012)

No estado do Ceará, os enclaves subúmidos são formados pelas Serras da Meruoca, Uruburetama, Baturité, planalto da Ibiapaba, chapada do Araripe, na região metropolitana de Fortaleza (RMF) observa-se as serras da Aratanha, Conceição e de Maranguape. (Souza; Oliveira, 2006)

Consequentemente, a Serra de Maranguape constitui uma paisagem de exceção no sertão cearense, sendo considerado uma área com a superfície topograficamente elevadas, característica de relevo serranos, com dimensões variadas e submetido à influência dos mesoclimas de altitude. (Souza e Oliveira, 2006)

Logo, para ter o conhecimento do meio físico da área é necessário ser obtido um processo de mapeamento através do geoprocessamento, onde será avaliado os critérios fundamentais para o mapeamento de edificações em áreas de encosta, portanto, o geoprocessamento é uma alternativa indispensável para contribuir no auxílio ao monitoramento da superfície terrestre e para à pesquisa geográfica com exatidão e agilidade, principalmente quando se trata de análises referentes a contribuições sociais e estudos de impactos socioambientais.

O mapeamento das áreas edificadas de encostas com risco de movimento de massa na serra de Maranguape contribui positivamente para os estudos atrelados à Geografia geral, pois auxilia a população local e todos os profissionais atuantes na região a terem um melhor entendimento acerca do tema. A Geografia é fundamental para um estudo ambiental,

avaliação da área, um acervo de dados, para o mapeamento e outras inúmeras funcionalidades.

Portanto, a presente pesquisa consiste em realizar o mapeamento das áreas de edificações localizadas na encosta por meio da utilização de tecnologias de geoprocessamento. Com o aporte teórico-metodológico para construir uma base de dados georreferenciados sobre o tema e identificar as áreas de maiores riscos de deslizamento na região de encosta.

Referencial Teórico

Os estudos utilizados no trabalho em questão baseiam-se em Bertrand (1969) e Sotchava (1978) com a teoria geossistêmica e os estudos ecodinâmicos de Tricart (1977), juntamente com as análises e significado dos estudos de Geoprocessamento. Dessa forma, procura-se realizar um estudo mais completo da paisagem, buscando uma visão holística e integrada, sendo ela a combinação dinâmica e instável de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, em conjunto, fazem da paisagem única e em constante evolução. (BERTRAND, 1969).

Com isso, Bertrand (1971), afirma que a paisagem é um fato concreto, uma denominação fundamental e de importante significado para a Geografia, uma vez que a paisagem é a fisionomia do próprio Geossistema. Sendo assim, o estudo baseia-se na abordagem geossistêmica compreendendo a dimensão da terra onde os mais variados componentes naturais localizam-se em relações sistêmicas entre si, interagindo com a atmosfera e com a sociedade humana (SOTCHAVA, 1978).

Desse modo, Tricart (1977) considerava que o “sistema é um conjunto de fenômenos que se manifesta mediante fluxos de energia e matéria” (TRICART, 1977, p. 19). Partindo desse pressuposto, o estudo propõe compreender a paisagem considerando todos os elementos envolvidos provendo uma avaliação ambiental no ambiente serrano.

A ecodinâmica de Tricart (1977) se relaciona diretamente com as interferências entre os processos pedogenéticos e monogenéticos, com isso, o autor propõe um modelo de classificação ecodinâmica do ambiente, onde os ambientes são qualificados em: meios estáveis, meios de transição e meios fortemente instáveis, possibilitando avaliar as condições de sustentabilidade dos geossistemas (LIMA, 2014).

Segundo Fitz (2008), o geoprocessamento é considerado uma tecnologia, ou mesmo um conjunto de tecnologias que possibilita a manipulação, a análise, a simulação e a visualização de dados georreferenciados. Ressalta-se que, o uso de geoprocessamento auxilia no estudo dos ambientes e as suas transformações ao longo do tempo, que podem ser

causadas tanto por fenômenos naturais como também desencadeados pela ação antrópica (ARAÚJO, 2014).

A utilização do geoprocessamento na gestão de recursos hídricos está relacionada com a necessidade de trabalhar com grande quantidade de dados de uma área específica, a qual requer uma integração entre dados dos mais variados tipos (geológicos, geomorfológicos, climáticos, pedológicos, fitoecológicos, cartográficos, hidrológicos, econômicos etc.), além de uma série de manipulações entre dados e modelos, com vistas a atender às mais diversas análises.

Nesse contexto, o termo geoprocessamento denota a disciplina do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica, de tal forma que influencia as áreas de cartografia, análise de recursos naturais, transportes, comunicações, energia e planejamento urbano e regional. Portanto, as ferramentas computacionais para Geoprocessamento, chamadas de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados (CÂMARA; DAVIS, 2001).

Metodologia

No estudo em questão utilizou-se primeiramente os dados de levantamento bibliográficos e cartográficos adquiridos em fontes de pesquisa confiáveis, nos órgãos federais, estaduais e municipais, nos trabalhos acadêmicos e científicos, tais como, artigos, dissertações e teses, referentes aos temas seguidos. No quadro a seguir, lista os temas utilizados na pesquisa, focando principalmente na temática do geoprocessamento aplicado ao mapeamento de edificações em área de encosta para uma compreensão da holística da área de trabalho.

Quadro 1 – Levantamento bibliográfico pertinente a pesquisa

TEMAS	SUBTEMAS	AUTORES
Geografia Física	Teoria Geossistêmica Ecodinâmica	Bertrand (1969); Sotchava (1978); Tricart (1977)
Geotecnologias	Geoprocessamento	Fitz (2008); Câmara e Davis (2001).

Fonte: Autoras (2023).

Foram realizados dois trabalhos de campo, um para a identificação e delimitação da área e outro para verificar as condições de moradia nas áreas edificadas de encostas da serra,

através de entrevistas informais. As visitas em campo são fundamentais para a investigação e compreensão da dinâmica da paisagem e seus componentes, assim como suas transformações.

Além disso, para a etapa de mapeamento foi utilizado o software livre QGIS 3.22.13, um sistema livre de informação geográfica (SIG) para a identificação e delimitação das áreas edificadas, assim como a confecção do mapa de localização. As imagens utilizadas foram adquiridas pelo Google Earth Pro do ano de 2022 e extraídas a partir do MDE (Modelo Digital de Elevação) SRTM/NASA com resolução de 30 metros, devidamente georreferenciadas. A escolha das imagens se deu pela disponibilidade das mesmas na plataforma e o curto espaço de tempo que houve a expansão das áreas.

A base cartográfica dos limites municipais foi adquirida através do site do Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará – IPECE (2021) e o shapefile de delimitação da Serra foi através de Braga et. al (2016).

Para confecção do mapa de localização, utilizou-se o arquivo do tipo shapefile da delimitação da serra de Maranguape elaborado por Braga et al (2016), foi utilizado também a imagem do Google Earth Pro (2022) a fim de identificar a área em estudo. Utilizou-se a escala de mapeamento representada por 1: 100.000 para a construção do mapa. Para delimitação das áreas edificadas foi feita a vetorização no formato “ponto” de todas as 3.114 edificações presentes na área de encosta da Serra, em uma escala de mapeamento de 1:1.500 para ter um maior detalhamento da região.

Para a confecção do mapa de declividade da Serra foi realizada a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE), através do complemento *OpenTopography DEM* disponível no software QGIS, onde foi selecionado o Raster SRTM 30m e extraído a declividade da Serra. Logo após, foi realizado a reclassificação da imagem: caixa de ferramentas - reclassificar por tabela, a tabela utilizada foi com base na classificação da declividade segundo a EMBRAPA (1979), por último foi feita a classificação por cores e gerado o mapa final (figura 2).

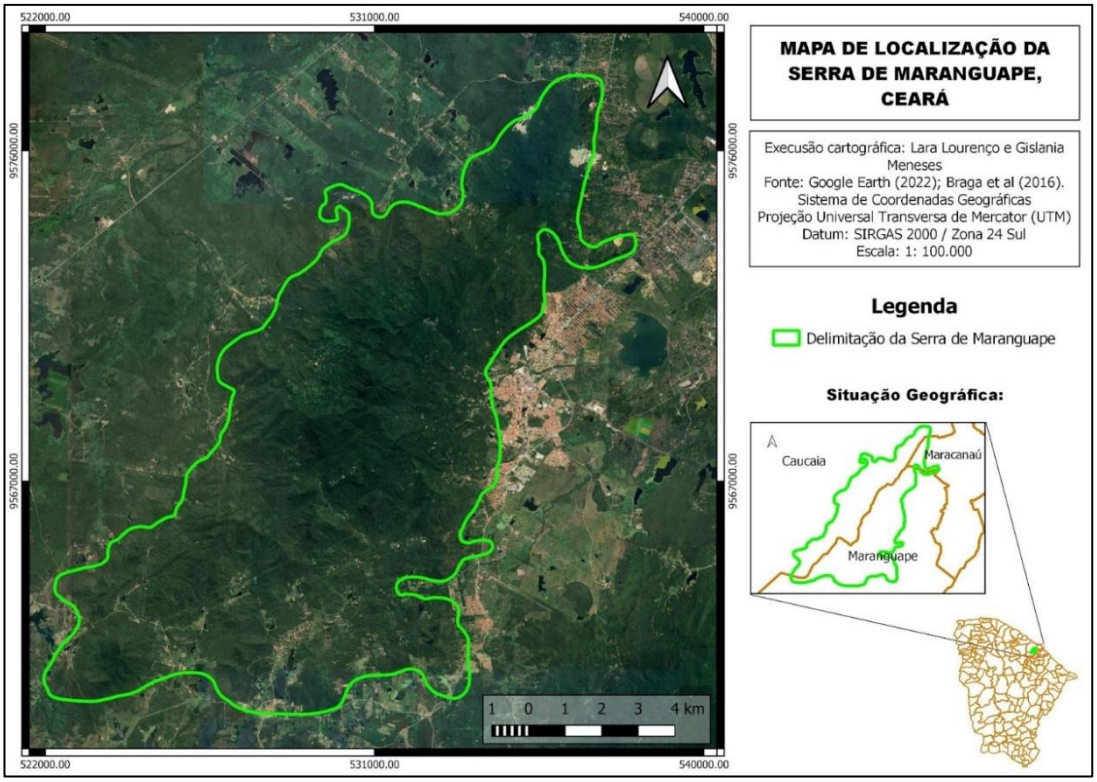
Por fim, para a confecção do mapa de hipsometria foi utilizado o mesmo raster da declividade, onde foi feito a reclassificação por tabela no próprio QGIS para transformar os dados de relevo de contínuo para categórico. Posteriormente foi feito as alterações na simbologia da imagem para configurar nas classificações e padrão de cores corretas.

A base de declividade foi elaborada utilizando-se do modelo digital de elevação da imagem Modelo Digital de Elevação SRTM/NASA, 30 metros. As classes obtidas foram organizadas conforme a legenda utilizada pela EMBRAPA plano (0-3%), suave ondulado (3-8%), ondulado (8-20%), forte-ondulado (20-45%), montanhoso (45-75%), escarpado (>75%).

Caracterização da área de estudo

A Serra de Maranguape (Figura 01) está localizada na Região Metropolitana de Fortaleza, a 25km de distância da capital cearense. Geologicamente a Serra de Maranguape é caracterizada pela ocorrência de terrenos cristalinos com rochas de natureza granitoide-migmatítica pré-cambrianas, encaixadas em xistos e gnaisses. (SOUZA, 2000).

Figura 01 - Mapa de localização da Serra de Maranguape - CE



Fonte: Autoras (2023).

Geomorfologicamente compreende um relevo residual, devido a ocorrência de granitos resistentes em relação às rochas xistosas, que propiciaram um trabalho de erosão diferencial. Esta serra também é caracterizada como um Maciço pré-litorâneo, ou seja, constitui-se como um relevo elevado próximo ao litoral.

Segundo SEMACE (2011), o relevo interfere nas mudanças locais do clima que tendem a comandar a ação de processos erosivos. A abundância das chuvas permite a permanência do escoamento fluvial, intensificando a capacidade de escavamento de vales pelos cursos d'água. Isso faz com que haja um maior acidentamento do relevo. As redes de drenagem apresentam um padrão subdendrítico e em algumas vezes subparalelos e angulares.

Segundo Almeida (2010), a Serra de Maranguape está inserida na Bacia do Rio Maranguapinho drenando por parte dos municípios de Maranguape (alto curso), Maracanaú

(médio curso), Caucaia e Fortaleza (parte do médio e baixo curso), todos inseridos na Região Metropolitana de Fortaleza, fazendo parte da Bacia Hidrográfica Metropolitana.

Ainda segundo o autor supracitado a Bacia Hidrográfica do Rio Maranguapinho possui nascentes na Serras de Maranguape (Sudoeste da bacia) e Aratanha (sudeste da bacia) e seus principais afluentes são os Riachos Gavião, Tangueira e Pirapora. A expansão urbana na bacia do Rio Maranguapinho faz parte do contexto de crescimento da população e da estruturação urbanística da cidade de Fortaleza.

A distribuição das chuvas ocorre, segundo Souza (2002), a partir de dezembro com uma certa regularidade, e a partir de janeiro, os totais superam 100mm. Os picos de precipitação ocorrem entre março-abril, atingindo até 1300mm. As condições climáticas são amenas, proporcionadas pela altitude, a variação fica em torno de 23º a 26º Celsius.

Considerada como um enclave úmido, a Serra de Maranguape (Serra de Uruburetama, Serra de Baturité, Pacatuba, Meruoca, Planalto da Ibiapaba, Chapada do Araripe/Cariri) são ambientes de exceção cujas superfícies topograficamente elevadas de relevos são submetidas às influências de mesoclimas de altitude. Representam verdadeiras "ilhas verdes" no domínio morfoclimático das caatingas, SOUZA (2006). Os setores dotados de maior umidade correspondem às porções norte-oriental e ao platô da serra. Nas vertentes a sotavento as condições climáticas são menos favoráveis, sendo o intemperismo físico o principal processo modelador da paisagem.

Segundo Souza (2000), as matas pluvionebulares, ocorrem nas áreas úmidas de barlavento e platôs da Serra de Maranguape. Geralmente a mata de caráter perenifólio se desenvolve a partir da cota de 600m, soma-se a isso as comunidades subperenifólias. As espécies de porte arbóreo chegam a atingir até 20 metros e no conjunto vegetacional, há grande abundância de líquens, epífitas e lianas.

Na serra de Maranguape duas classes de solos, são predominantes, os Argissolos vermelho-amarelos, solos profundos e com grande evolução pedogenética e os neossolos litólicos eutróficos, solos rasos marcados por pedogênese incompleta. Também são encontrados afloramentos rochosos às vezes associadas com porções reduzidas de materiais grosseiros.

Conforme afirma Souza (2000), "os processos erosivos no Estado do Ceará, subordinam-se, essencialmente, às condições hidroclimáticas, cuja eficácia é dependente da capacidade protetora da vegetação e da declividade do relevo".

Resultados e Discussões

A degradação do solo por erosão pluvial sobre áreas desmatadas com declividade acentuada e grandes rochas soltas formam condicionantes de deslizamentos iminentes na

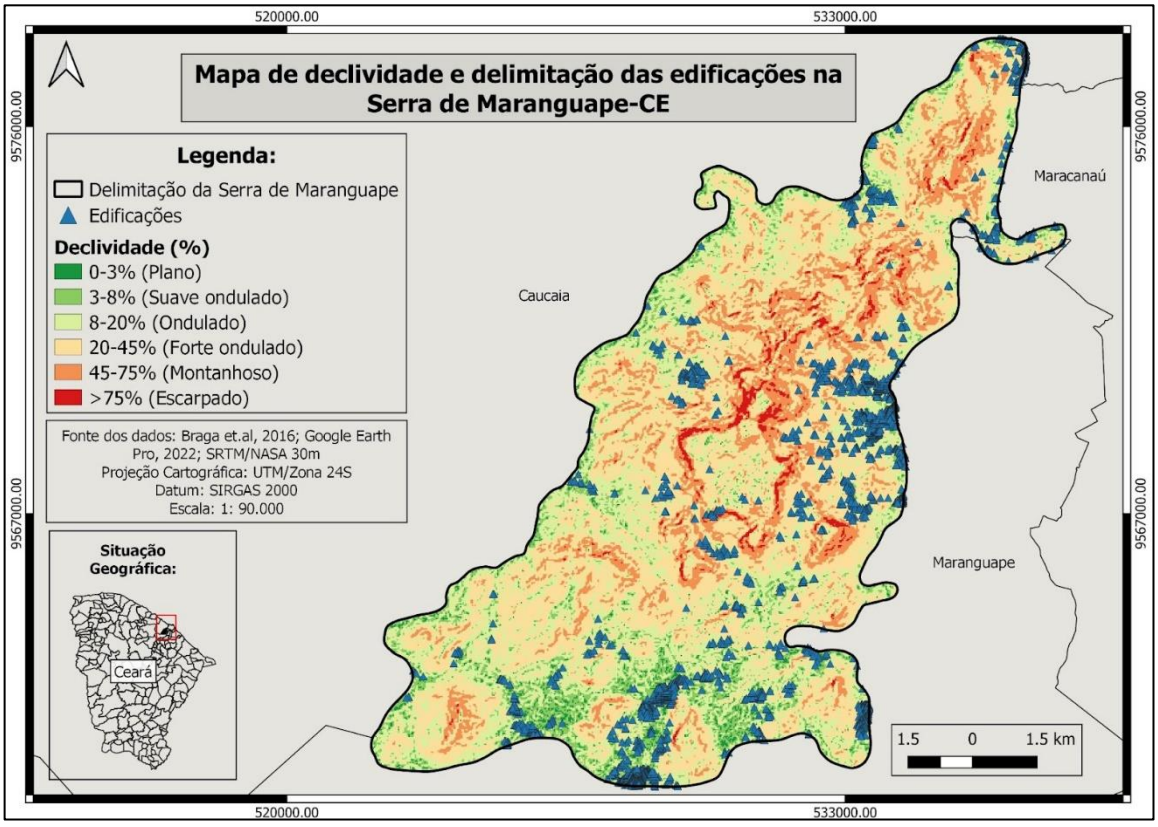
região. A ocorrência de deslizamentos intensifica mais nos períodos de chuvas atrelados a ação humana que provoca o desmatamento e com isso, faz com que as infiltrações aumentem, ocasionando um maior peso no solo. Na região também observa-se a redução da fauna local, a poluição visual e sonora e as vibrações que causam rachaduras nas residências da área de encosta.

Além dos problemas citados, é notório que houve um significativo aumento da especulação imobiliária, sobretudo para a construção de residências e casas de veraneio, com isso, houve um aumento dos impactos ambientais. Para a construção de novas moradias e estradas ocorreu o desmatamento das áreas de encosta e, com isso, as encostas ficaram descobertas e contribuíram para o aumento do escoamento superficial, e consequentemente, dos riscos de movimentos de massa.

Portanto, através do mapeamento das edificações presentes na Serra, foram identificadas um total de 3.114 moradias, que representa um número considerado alto para localização geográfica em que se encontram.

Na análise através do trabalho de campo e o mapeamento da área (Figura 2) foi possível constatar a remoção da mata nativa situada na encosta da serra, consequentemente, o avanço dos processos erosivos, como o surgimento de voçorocas e aberturas no solo. Isso prejudica a vegetação natural local e causa maiores riscos aos moradores que ali vivem.

Figura 02 - Mapa de declividade e delimitação das edificações presentes na serra de Maranguape



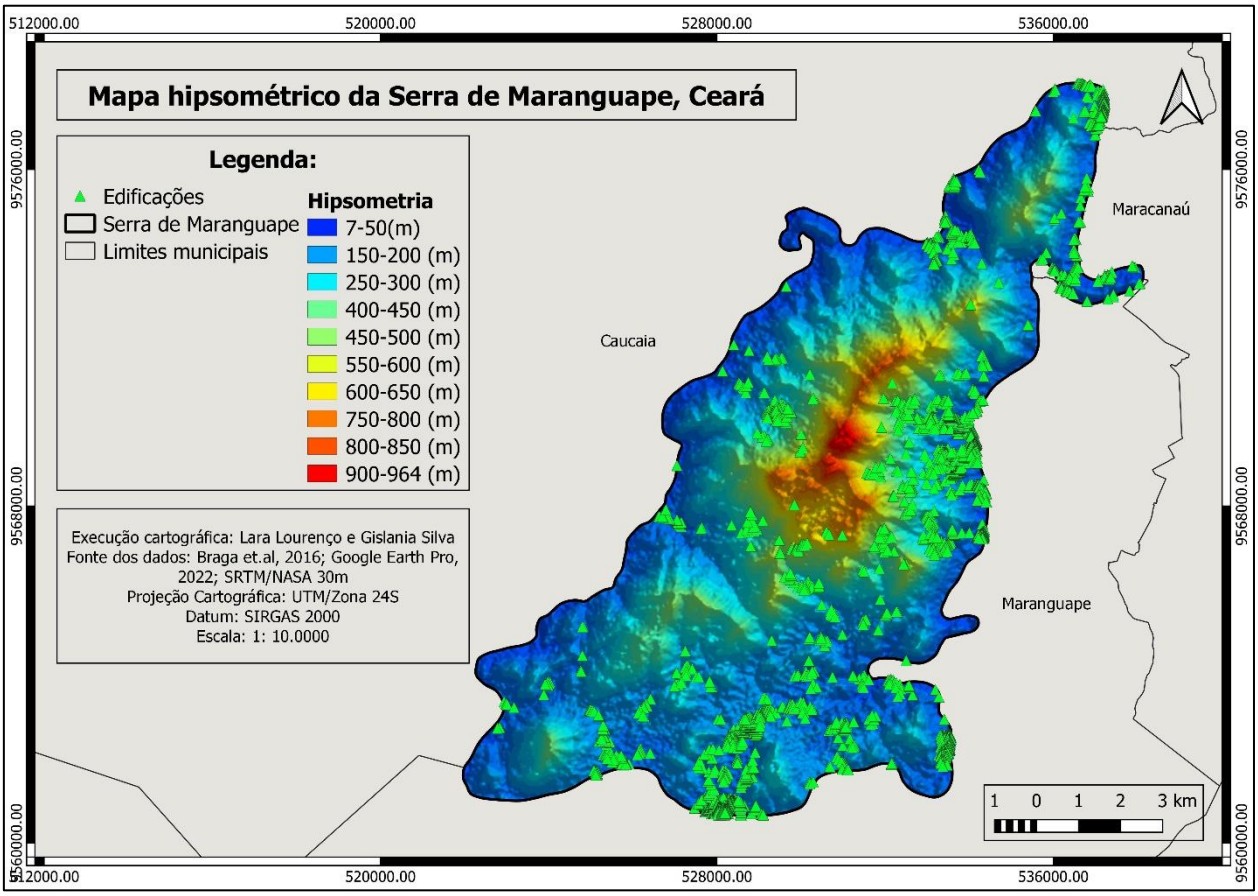
Fonte: Autoras (2023).

Toda essa ocupação inadequada é resultante do processo histórico de crescimento do município, sem controle e planejamento. Com isso, as comunidades que apresentam maiores riscos a enchentes, inundações e movimentos de massas são:

- Parque das rosas: As casas são inundadas pelas águas do riacho Pirapora que recebe fluidos de dois açudes a montante da serra.
- Pirapora: Existem condicionantes geológicas desfavoráveis para ocupação da comunidade, com a presença de açudes e o acúmulo de água na região, propícia a instabilização da área, por isso a presença de rachaduras nas paredes e pisos.
- Preguiça: Apresenta a mesma instabilidade presente na comunidade de Pirapora, com um risco elevado à rolamento de blocos rochosos.
- Novo Parque Iracema: Área sujeita a rolamento de blocos rochosos e deslizamentos, devido ao solo ser bastante arenoso, e o local encontra-se solo exposto, o que pode acelerar os processos erosivos.
- Gavião: Área sujeita a enxurrada, com uma presença de quantidade de lixo consideravelmente alta e algumas construções que afetam o caminho natural das águas dos riachos.
- Alto dos Marianos: a comunidade está situada na vertente sudeste da Serra de Maranguape. Observa-se moradias na parte convexa e côncava da encosta. A realização dos cortes na rocha para a instalação das casas pode estar relacionada com as condições de instabilidade notáveis como, postes inclinados, chão cedendo e tombamentos de muros. Além do avanço da favelização e a presença de entulhos de construções e lixos (CPRM, 2014).

Na figura a seguir, observa-se que a hipsometria da área define o ponto mais alto da serra com uma altitude de aproximadamente 964 metros, configurado em vermelho. Na região do entorno do ponto mais alto da serra é onde encontra-se a maior comunidade que vive na área de encosta e é a que mais está sujeita a riscos constantes como deslizamentos, como já dito anteriormente.

Figura 03 – Mapa de Hipsometria da Serra de Maranguape, CE.



Fonte: Autoras (2023).

Considerações Finais

Portanto, é através do geoprocessamento que se pode analisar as mudanças ocorridas durante o espaço-temporal, como as construções de edificações nas áreas de encostas da Serra de Maranguape, bem como na identificação das alterações paisagísticas, tais como: a supressão da vegetação e a poluição sonora e visual.

Estas transformações impactam na população que reside nessas regiões de grandes vulnerabilidades, causando uma série de problemáticas de ordem ambiental, social e de saúde, interferindo na qualidade de vida.

É de fundamental importância esta discussão pois demonstra o estado da paisagem em pontos da serra e como essa população é afetada com o risco em que vive diariamente. Sugere-se avaliar os impactos ambientais e sociais, tendo em vista que uma futura remoção das famílias para áreas mais distantes da região de encosta acarreta em um impacto social bastante significativo, pois afeta as relações sociais afetivas.

Com isso, é explícita a falta de políticas públicas focadas na conservação e preservação que revertam os problemas anteriormente afetados e contribuam com

possibilidades de proteção dos patrimônios ambientais. É fundamental a mobilização dos setores governamentais e privados para mobilizar estratégias que possibilitem ações de curto, médio e longo prazos, como prioridade tem a ação de reflorestamento e recomposição das matas ciliares das áreas desmatadas.

Assim, é extremamente importante o trabalho de educação ambiental e fiscalização mais efetiva por parte do órgão municipal e ambiental competente e no cumprimento da legislação ambiental vigente referente ao processo de ocupação em áreas de risco, sempre buscando mitigar os problemas.

Referências

ALMEIDA, L. Q. de. **Vulnerabilidades socioambientais de rios urbanos: bacia hidrográfica do rio Maranguapinho, região metropolitana de Fortaleza, Ceará.** 2010. 278 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2010.

ARAÚJO, T. S.; **Análise Espaço-Temporal do Estado de Conservação da Serra da Aratanha/Ceará.** 2014. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2014.

BATISTA, C. T. **A Mineração de Agregados na Região Metropolitana de Fortaleza:** Impactos Ambientais e Conflitos de Uso e Ocupação do Solo. 2010. 147 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Programa de Pós - Graduação em Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

BERTRAND, G. **Paisagem e geografia física global:** esboço metodológico, In: Cadernos de Ciências da Terra, v. 13, São Paulo, 1969.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global. **Cadernos de Ciências da Terra**, n.13. São Paulo: USP/IGEOG, 1971.

BRAGA, D.P; SOUZA, M.J.N.; SOUZA, G.M.; GOMES, A.C.A; SILVA, G.M. Análise temporo-espacial do estado de conservação da Serra de Maranguape-CE. **REGNE**, Vol. 2, Nº Especial. 2016.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. Introdução: por que Geoprocessamento? *In:* CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. **Introdução a Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos: INPE, 2001. cap 1. p. 2-6.

CORDEIRO, A. M. N.; GARCEZ, D. S. A. A Influência dos Componentes Geoambientais e das Intervenções Antropogênicas nos Movimentos De Massa Na APA da Serra de Maranguape, Ceará. In: **Congresso Brasileiro Sobre Desastres Naturais.** 2012.

CPRM, Serviço Geológico do Brasil. **AÇÃO EMERGENCIAL PARA DELIMITAÇÃO DE ÁREAS EM ALTO E MUITO ALTO RISCO A ENCHENTES, INUNDAÇÕES E MOVIMENTOS DE MASSA na Serra de Maranguape/CE.** Ministério de Minas e Energia: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral, Departamento de Gestão Territorial. 2014.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Serviço Nacional de levantamento e conservação de solos**: Rio de Janeiro, 1979, 83p. Disponível em: https://edepot.wur.nl/480004. Acesso em: 18 ago. 2023.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo, Oficina de Textos, 2008. 160p.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: SUPREN, 1977.

SOTCHAVA, V.B. **Introdução à Teoria do Geossistema**. Novasibéria: Nauka. 1978. 320 p.

LIMA, Denis Barbosa. **Análise temporal da cobertura e uso da terra como subsídio ao estudo de degradação ambiental da serra da Meruoca-Ceará**. 2014. 156p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza.

SOUZA, M. J. N. Bases naturais e esboço do zoneamento geoambiental do estado do Ceará. In: LIMA, L.C. et al. **Compartimentação territorial e gestão regional do Ceará.** Fortaleza: FUNECE, 2000. p. 05-102.

SOUZA, M.J.N. & OLIVEIRA, V.P.V. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do nordeste brasileiro. In: **Mercator** - Revista de Geografia da UFC, ano 05l, nº9, Fortaleza, 2006.

SOUZA, M. J. N. Contexto Ambiental do Enclave Úmido da Serra de Baturité - Ceará. In: BASTOS, F. H. B. (Org.). **Serra de Baturité:** uma visão integrada das questões ambientais. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editora, 2011. p. 19-33.

SOTCHAVA, V. B. O estudo de geossistemas. São Paulo: Lunar, 1977.

TRICART, J. Ecodinâmica. Rio de Janeiro: IBGE, 1977.

Análise Geoecológica do Centro de Endemismo Belém, Amazônia Oriental, por Métricas de Paisagem

Geoecological Analysis of the Center of Endemism Belém, Eastern Amazon, by Landscape Metrics

Bianca Maria Costa Barbosa Reis
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0003-4564-7556
biahreis.2402@gmail.com

Nicollas Silva Mendes
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0002-0909-992X
nicollasmendes@aluno.uema.br

Allana Pereira Costa
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0001-7458-6540
allanapcosta10@gmail.com

Luiz Jorge Bezerra da Silva Dias
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0001-9850-4167
luizjorgedias@hotmail.com

Gabriel Costa da Costa
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0003-4035-1924
gabrielcosttac@gmail.com

Resumo: O Centro de Endemismo Belém é responsável por apresentar uma vasta diversidade de ecossistemas e populações em sua abrangência, sendo uma das áreas mais afetada pelo fruto das ações antrópicas na extensão da Amazônia Oriental. A Geoecologia das Paisagens busca entender nas abordagens geográfica e ecológica as interações espaciais entre as unidades do ambiente em análise, dessa maneira ao ser estudado os ambientes naturais, e os impactos causados ao meio, essa ciência se destaca por abordar padrões espaciais da paisagem e as interações as unidades (manchas), a partir da utilização das métricas. Para a produção dos mapas de localização, uso, distância Euclidiana, e cálculo das métricas foi utilizado o software de Sistema de Informação Geográfica (SIG), o QGIS 3.16. Para o cálculo de métricas de ecologia de paisagem utilizou-se o complemento Lecos (Landscape Ecology Statitics) do software QGIS 3.16, para processar os dados do ano de 2020 do projeto MapBiomas. Tendo como objetivo o conhecimento de novos corredores ecológicos e elaboração de cenários de conectividade entre as paisagens naturais remanescentes do CEB, através do uso das métricas de ecologia da paisagem. Estudos dessa natureza auxiliam na elaboração de estabelecimento de estratégias de conservação e recuperação ambiental, restabelecendo equilíbrio ecológico e promovendo manutenção da biodiversidade.
Palavras-chave: Biorregião, Geoecologia, Métricas de Paisagens.

Abstract: The Belém Endemism Center is responsible for presenting a vast diversity of ecosystems and populations within its scope, being one of the areas most affected by the result of human actions in the extension of the Eastern Amazon. Geoecology of Landscapes seeks to understand, in geographic and ecological approaches, the spatial interactions between the units of the environment under analysis, in this way, when studying natural environments, and the impacts caused to the environment, this science stands out for addressing spatial patterns of the landscape and the interactions between units (spots), based on the use of metrics. To produce maps of location, use, Euclidean distance, and calculation of

metrics, the Geographic Information System (GIS) software, QGIS 3.16, was used. To calculate landscape ecology metrics, the Lecos add-on (Landscape Ecology Statitics) of the QGIS 3.16 software was used to process data from the year 2020 from the MapBiomas project. The objective is to understand new ecological corridors and develop connectivity scenarios between the remaining natural landscapes of the CEB, through the use of landscape ecology metrics. Studies of this nature help in the development of environmental conservation and recovery strategies, reestablishing ecological balance and promoting the maintenance of biodiversity.
Keywords: Bioregion, Geoecology, Landscape Metrics.

Introdução

Localizado entre os Estados do Tocantins, Pará e Maranhão, o Centro de Endemismo Belém (CEB) é a área mais antiga de ocupação humana na Amazônia brasileira, abrangendo municípios, áreas protegidas, e unidades de conservação e terras indígenas; compõe 5,88% do total de 4,2 milhões de km² da Amazônia brasileira.

Encontra-se dentro da maior floresta e mais rica em biodiversidade com 6 milhões de km² com várias espécies de fauna e flora ainda não estudadas, o Centro de Endemismo Belém na floresta Amazônica é uma das biorregiões de endemismos na Amazônia. O norte do CEB é banhado pelo oceano Atlântico e tem os rios; Tocantins, Guamá, Moju, Acará-Mirim, Acará, Capim, Tomé-Açu e Piriá no Pará e Mearim, Pericumã, Grajaú, Pindaré e Gurupi no Maranhão em si e em seu entorno. É cortado pelas BRs; 316, 222 e 010. Estaduais; PA-150, PA-332, PA-140, PA-475, PA-483, MA-106, MA-006.

Predomina a unidade climática Equatorial Úmida e Tropical Zona equatorial. A geologia é definida pelas características do Planalto Setentrional Pará-Maranhão, um grupo de relevos tubulares rebaixados entre 200 e 300 metros de cotas altimétricas, e tem a 23 predominância do latossolo amarelo distrófico na região (SALLES, et. al. 2019). O relevo é segmentado entre plano, localizado especialmente na região Norte do CEB e ondulado, forte ondulado em sua parcela mais a Sul. O CEB atualmente possui menos de 30% de cobertura florestal intacta, representando o alto grau de controle humano, intensificado, principalmente a partir da década de 1970.

Carvalho (2009) e Zatelli (2019) indicam que os centros de endemismo são territórios biogeográficos de ocorrência de táxons únicos, o que é devido fatores geológico-geomorfológicos, hidrográficos e hidrológicos, bem como de natureza climática e de distribuição dos solos regionais. Somam-se a esses fatores, considerados ecobióticos, as relações etológicas ou comportamentais, fenológicas, dos seres vivos (ZATELLI, 2019). Por outro lado, a Geoecologia das Paisagens destaca-se na possibilidade de inter-relação com os procedimentos de análise da Geografia da Natureza e dos processos de uso da terra com os métodos adotados pela Ecologia de Paisagem. Isso objetivando o reconhecimento das paisagens naturais como o resultado das interações existentes entre as dinâmicas climáticas

locais e regionais com a biodiversidade e as intervenções humanas materializadas em um recorte territorial.

Diante disso, várias métricas foram desenvolvidas e aprimoradas para melhor descrever padrões espaciais, e muitas foram testadas usando informações de cobertura do solo geradas a partir de imagens de sensoriamento remoto. O sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica (SIG) são principais ferramenta para análise integrada dos padrões espaciais paisagísticos (WICKHAM; RITTERS, 1995).

De acordo com Mcgarigal e Marks (1994), a Ecologia da Paisagem aborda o estudo de padrões da paisagem, as interações entre as unidades da paisagem ("patches" ou manchas) dentro de um mosaico de paisagens, e como estes padrões e interações mudam ao decorrer do tempo, considerando o desenvolvimento e a dinâmica da heterogeneidade espacial e os seus efeitos sobre os processos ecológicos, e a administração da heterogeneidade espacial. Forman e Godron (1986, apud MORELLI, 2002, p.32) denominaram como "elementos de paisagem, as unidades ou elementos ecológicos básicos que possuem relativa homogeneidade entre alguns padrões espaciais, não levando em consideração se eram de origem natural ou humana".

Nas paisagens naturais remanescentes existe uma certa homogeneidade relacionada as variedades ambientais consideradas na modelagem da paisagem sendo a geologia, relevo, solo e uso e sua cobertura. Os Corredores Ecológicos são instrumentos de gestão e ordenamento territorial, definido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC (Lei 9.985, de 18 de julho de 2000), tendo como objetivo conectar as áreas fragmentadas, permitindo o deslocamento de animais, a dispersão de sementes e o aumento de cobertura vegetal. A aplicação de corredores ecológicos para ligar os fragmentos endêmicos no CEB é um meio para conservação das espécies, pois dessa maneira promove conexão das áreas, possibilitando uma integração entre as espécies, garantindo que o restante da biodiversidade presente, tenha progresso.

O presente trabalho tem como objetivo, à luz da geoecologia, compreender a importância de aplicação de métricas de paisagem no reconhecimento dos principais processos de perda de hábitats na Amazônia Oriental, onde está localizado o CEB, e, assim, conduzir a reflexões mais assertivas sobre a sua adoção em estratégias de conservação da natureza remanescente.

Metodologia

Para fins analíticos, o entendimento da Geoecologia da Paisagem é fundamental na sistematização do reconhecimento do território. Por conseguinte, centra-se no reconhecimento das paisagens naturais como sendo o resultado das interações existentes

entre as dinâmicas climáticas locais e regionais com a biodiversidade e os padrões de uso do território em diferentes escalas cartográficas utilizadas para o manejo integrado das paisagens naturais remanescentes (LANG; BLASCHKE, 2009).

Para a construção da base de dados foram utilizados os mosaicos de imagens de satélite composto para o CEB e os mapas de Uso e Ocupação para os anos de 1985, 2010 e 2020 respectivamente, onde utilizaremos somente duas classes de uso, e estes foram adquiridos junto à plataforma de dados MapBiomas (2021), coleção. Com o auxílio de geotecnologias, a partir do mapa de Uso e Ocupação do ano de 2020, foi produzido o mapa de Conectividade e foram avaliadas as seguintes métricas de paisagens (HARRIS, 1984; TURNER et. al., 2001).

A utilização das métricas possibilita caracterizar os fragmentos e avaliar, no contexto da paisagem, a conectividade entre os remanescentes florestais. Os procedimentos utilizados para avaliar as métricas da paisagem e dos fragmentos florestais, consistiram na utilização do mapa de uso e cobertura da terra recente, com a reclassificação das classes e cálculo das métricas de área.

Para os cálculos das métricas, fez-se necessário dividir as classes de uso em projetos diferentes, por conta da extensão da área. Dessa maneira, levou-se mais tempo para que os resultados fossem alcançados. A partir da tabela de atributo de cada classe de uso, calculamos as áreas, perímetro, Razão Perímetro área, e Índice de Patton, no QGIS. Verificou-se os resultados no QGIS, utilizando uma ferramenta capaz de calcular, de forma automatizada, uma variedade de métricas básicas e avançadas de paisagens, nomeadamente o plugin LecoS. Na Tabela 1 apresentam-se as métricas aplicadas na presente pesquisa.

Tabela1: Métricas aplicadas na pesquisa

NOME	SIGLA	EQUAÇÃO
Número Total de Fragmentos	NP	$NP = n_i$
Tamanho da Área da Paisagem	TLA	$TLA^{= A\,(\frac{1}{10000})}$
Tamanho Médio das Manchas	MPS	$MPS = \frac{\sum_{j=1}^{n} aij}{ni}\,(\frac{1}{10{,}000})$
Razão Perímetro Área	PARA	$PARA = \frac{Pij}{Aij}$
Índice de Patton	DI	$DI = \frac{P}{2\sqrt{\pi\, A}}$
Densidade da mancha	PD	$PD = \frac{n_i}{A} * (10\text{^}4) * (100)$

Fonte: MCGARIGAL E MARKS (1995).

Nota-se, portanto, as métricas de paisagem que podem ser aplicadas em estudos desde etapas de planejamento, diagnóstico e manutenção de projetos ambientais em diferentes condições. A descrição das métricas adotadas neste trabalho é apresentada a seguir para um melhor entendimento dos índices utilizados na análise da paisagem:

a) **Área total da paisagem (TLA):** expõe a somatória de todas as manchas de todas as classes. Expressa a área total em estudo.
b) **Número de fragmentos (NP):** Essa métrica calcula o número de fragmentos presente em cada classe utilizada.
c) **Área da Classe (CA):** Somatória das áreas de todas as manchas de uma mesma classe. TAC é a soma das áreas (m²) das manchas da mesma classe dividida por 1000000 para conversão em Km² e 10000 para conversão em hectares.
d) **Tamanho médio da mancha (MPS):** Média dos tamanhos (área) das manchas da mesma classe, ou de todas as manchas da paisagem. É a razão entre a área total da paisagem (A) e o número de manchas da mesma classe, ou da paisagem toda, (N), dividida 1000000 para conversão em Km² ou por 10000 para conversão em hectares.
e) **Razão perímetro área (PARA):** A relação perímetro/área, de um modo geral segundo McGarigal (2012), pode ser utilizada como índice de complexidade da forma, relaciona o perímetro com a área, sendo que quanto maior for o perímetro (km) de um fragmento em relação à sua área (km²) mais a forma desse fragmento se distancia de uma forma estável, como um círculo.
f) **Índice de Patton (PATTON,1975):** É um indicativo da forma do fragmento. É uma forma de mensuração matemática do efeito de borda em um fragmento florestal.
g) **Densidade de fragmentos (PD):** Expressa a quantificação do número de fragmentos por unidade de área. É uma medida de heterogeneidade espacial expressa pelo número de fragmentos por unidade de área (km², ha, etc.).

Com base nesses índices, foi possível estabelecer quais são as paisagens fragmentadas de dimensões micropaisagísticas (menos de 250 hectares) e minipaisagísticas (maiores que 250 hectares), visíveis na escala de trabalho proposta, que é de 1:750.000, e que podem ser conectadas com manchas meso e macropaisagísticas, permitindo fluxos gênicos da biodiversidade regional e a manutenção ou a mitigação dos processos micro e mesoclimáticos. A escala proposta deu-se devido as limitações no desempenho do processamento dos dados nos computadores utilizados, por conta da extensão da área de estudo. Para tal, o uso do software QGis 3.16 e o banco de dados do MapBiomas foi necessário durante o desenvolvimento da pesquisa.

O produto final apresenta-se como um trabalho cartográfico de integridade dos fragmentos com áreas potenciais para a conservação ou recuperação ambiental, com vista à implantação efetiva de corredores ecológicos no contexto do CEB. Para a composição do mapa de localização da área de trabalho, fez-se necessário o download do banco de dados, das unidades de federação e da América do Sul, no portal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística- IBGE (2020), no formato *shapefile*, e o recorte da área do Zoneamento Ecológico-Econômico- ZEE (2020) para a definição específica da parte Leste da biorregião analisada. Após a aquisição do banco de dados, que foram inseridos por meio do software QGIS, versão 3.16, onde foi criado um projeto em que foram adicionados como camadas vetoriais.

Para o mapa de conectividade, utilizou-se a métrica de Distância Euclidiana, onde representa-se como indicador importante para a avaliação de metapopulações que dependem do número e arranjo espacial das manchas, em que a probabilidade de uma mancha de habitat ocupada está diretamente relacionada com a proximidade com outras manchas. Foi adotada a distância em km devido a extensão da área estudada, dessa maneira as distâncias resultantes foram agrupadas em três classes, que configura o grau de isolamento do fragmento na paisagem. Para o cálculo de métricas de ecologia de paisagem utilizou-se do software QGIS 3.16 através do complemento Lecos (Landscape Ecology Statitics) no qual foram processados os dados do ano de 2020 do projeto MapBiomas conforme já mencionado.

Referencial Teórico

Centros de Endemismo na Amazônia

A Amazônia é uma das grandes regiões naturais do planeta e, por isso, a extensão dos ecossistemas naturais até o presente é maior do que a dos ecossistemas criados ou transformados pelo homem. A colonização humana nesse bioma, embora antiga, apenas torna-se efetiva no final da década de 1950 e foi marcada pelo processo violento de ocupação e degradação ambiental característica das “economias de fronteira”, onde o progresso é entendido como crescimento econômico e prosperidade infinitos, com base na exploração de recursos naturais observados como uniformemente infinitos (BECKER, 2001).

A Amazônia é um conjunto de centros de endemismo separadas entre si pelos grandes rios (TOCANTINS, 1952), principalmente. Tal autor refere-se ao fato de que, possivelmente, dezenas de milhares de espécies têm seus ciclos vitais direta ou indiretamente influenciadas pelos pulsos anuais dos imensos rios que cortam a região (AYRES et al., 1979). Foi nesse sentido que o naturalista Wallace (1852) dividiu a Amazônia em quatro áreas de

endemismo (“distritos”) com base na análise da distribuição de primatas, quais sejam: Guiana, Equador, Peru e Brasil. Identificou, ainda, como os limites dos distritos biogeográficos em questão coadunavam-se com os rios Amazonas-Solimões, Negro e Madeira. Foi o primeiro a constatar que há padrões biogeográficos básicos que caracterizam a distribuição da vida sobre a Amazônia. Dessa maneira apresenta-se dois padrões:

I. o primeiro padrão indicava que poucas espécies ocupam toda a região e grande parte das espécies possui distribuição restringidas a determinados setores da Amazônia, caracterizando o que se denomina atualmente de “centros de endemismo” (“distritos” na época de Wallace);

II. já o segundo padrão apontava que as espécies endêmicas a uma área biogeográfica são substituídas nos centros de endemismo adjacentes por espécies semelhantes que ocupam nichos semelhantes entre si. Contudo, o isolamento biogeográfico pode possibilitar a ocorrência de processos de especiação, de limitação à distribuição em função dos recursos disponíveis ou mesmo favorecer, em função disto, a extinção de espécies ao longo do tempo.

Segundo o autor, uma área de endemismo é um espaço geográfico definido pela coincidência quase total das distribuições geográficas de duas ou mais espécies que não ocorrem em nenhuma outra parte do planeta. Centros de endemismo são importantes por serem consideradas como as menores unidades geográficas para análise de biogeografia histórica e são, portanto, a base para a formulação de hipóteses sobre os processos responsáveis pela formação da biota regional (MORRONE & CRISCI, 1995).

O desmatamento não ocorre na mesma proporção entre os centros de endemismo: Napo, Inambari, Guiana e Tapajós perderam menos que 10% de suas áreas; Rondônia e Xingu perderam entre 10% e 50%; e Belém possui menos que um terço de suas florestas. Níveis antigos e atuais de perda florestal podem ser usados como um indicador de vulnerabilidade para cada área de endemismo.

O Centro de Endemismo Belém (CEB) apresenta-se como o mais desmatado e ameaçado entre todos dada a ocupação antiga das frentes pioneiras (SILVA et al., 2005). O desmatamento nesta região intensificou-se a partir do início da década de 1960, por meio de ações do Governo Federal, como incentivos a empreendimento agropecuários, sobretudo a ligação da região ao sul do País com a abertura da Rodovia Belém - Brasília (BR-010). Já o crescimento da ocupação dos centros de endemismo Xingu, Tapajós e Rondônia ocorreu um pouco depois, em meados da década de 1970, também associado aos incentivos governamentais aos projetos agropecuários e abertura de estradas, neste caso, a rodovia Transamazônica (BR-230).

Esse intenso processo de desmatamento das biorregiões endêmicas é explicado pelo fato de estarem localizadas onde o processo de ocupação da Amazônia é mais acelerado, na região denominada de “Arco do Desmatamento”, relacionado, sobretudo à existência das estradas (ALVES, 2001). Segundo Silva et al. (2005), os níveis de perda florestal podem ser usados como um indicador de vulnerabilidade para cada área de endemismo. Desta forma, o CEB pode ser classificado como a mais vulnerável, pois possui o percentual de desmatamento muito elevado.

As Métricas em Ecologia da Paisagem sob a Perspectiva Geográfica

As métricas da paisagem surgiram a partir do interesse de cientistas, gestores e sociedade no estudo da paisagem para analisar o tópico ambiental após o advento das geotecnologias nos anos de 1979 e 1980, que possibilitou a captura de imagens orbitais e processamento de imagens regulares. Este novo desenvolvimento cientifico permitiu que a paisagem fosse monitorada com certa frequência, e assim observar e registrar as transformações no território. Por esta utilidade, a utilização de métricas da paisagem é útil para gestão e planejamento ambiental e territorial.

Tornando-se de grande auxílio para gestão e planejamento ambiental e territorial, novos estudos e aprimoramentos foram realizados para aperfeiçoar as métricas da paisagem, neste caminho, dois modelos surgiram:

a) Modelo de Biogeografia de Ilhas: modelo padronizado da paisagem, onde analisa particularmente áreas especificas, verificando o tamanho das manchas da paisagem e a conectividade e isolamento referente ao tamanho e grau nas manchas, que permite observar a frequência com que estas variáveis ocorrem e o que esperar delas como uma possível extinção de espécies ou migração da mesma ou colonização. Este modelo é útil para o planejamento de reservas naturais (METZGER 2001);
b) Modelo do Mosaico da Paisagem: neste modelo a paisagem é analisada como um todo, analisando quais tipos de cobertura dominam a área de estudo, a partir da forma e propriedade das manchas no espaço estudado, dividindo em classes (RITTERS et al., 2009).

Sendo ambos modelos úteis para o avanço do estudo da paisagem, estas aplicadas à Ecologia, assume uma visão mais ampla para áreas e conceitos de estudo. Gustafson (1998 apud BENAVENTE, 2009) indica que as métricas da Ecologia da Paisagem são imprescindíveis para avaliar as características espaciais e territoriais dos processos ecológicos em relação ao conceito como fragmentação, diversidade, dominância, forma,

isolamento, compacidade, alongamento, dentre outros usos reais para a gestão territorial sob o prisma ecológico e geográfico.

Embora a utilização de métricas para análise de índices quantitativos de padrões espaciais de imagem de fragmentação de paisagem seja algo de extrema utilidade, são poucos os estudos nesta área. É necessário que estudos neste campo seja desenvolvido, principalmente em regiões endêmicas, onde a coleta de informações sobre a dinâmica de vida dos animais e plantas irá permitir entender como ocorreu determinada formação paisagística localizada em centros de endemismo (BRAZ et. al. 2017).

Tais estudos associados ao planejamento de áreas protegidas e manutenção dos ecossistemas, principalmente em reservas legais e principalmente em regiões endêmicas por ser conceituada como menor unidade geográfica para análises biogeográficas históricas, são atualmente a base para a formulação de teorias sobre os processos responsáveis pela formação da biota regional (SANTOS, 2008), manutenção e preservação das dinâmicas, interações e influências nos processos bióticos e abióticos para preservação e manutenção da localidade estudada.

Resultados e Discussões

A análise das métricas utilizadas no trabalho foram especializadas de modo a melhorar o entendimento da dinâmica da situação da fragmentação na paisagem., apresentadas na Tabela 02. Foram adotados apenas as duas classes de vegetação nativas mais expressivas no CEB: as formações florestais e os mangues.

Tabela 02 – Indicativos de valores de métricas de paisagem obtidos para o Centro de Endemismo Belém referentes ao ano de 2020.

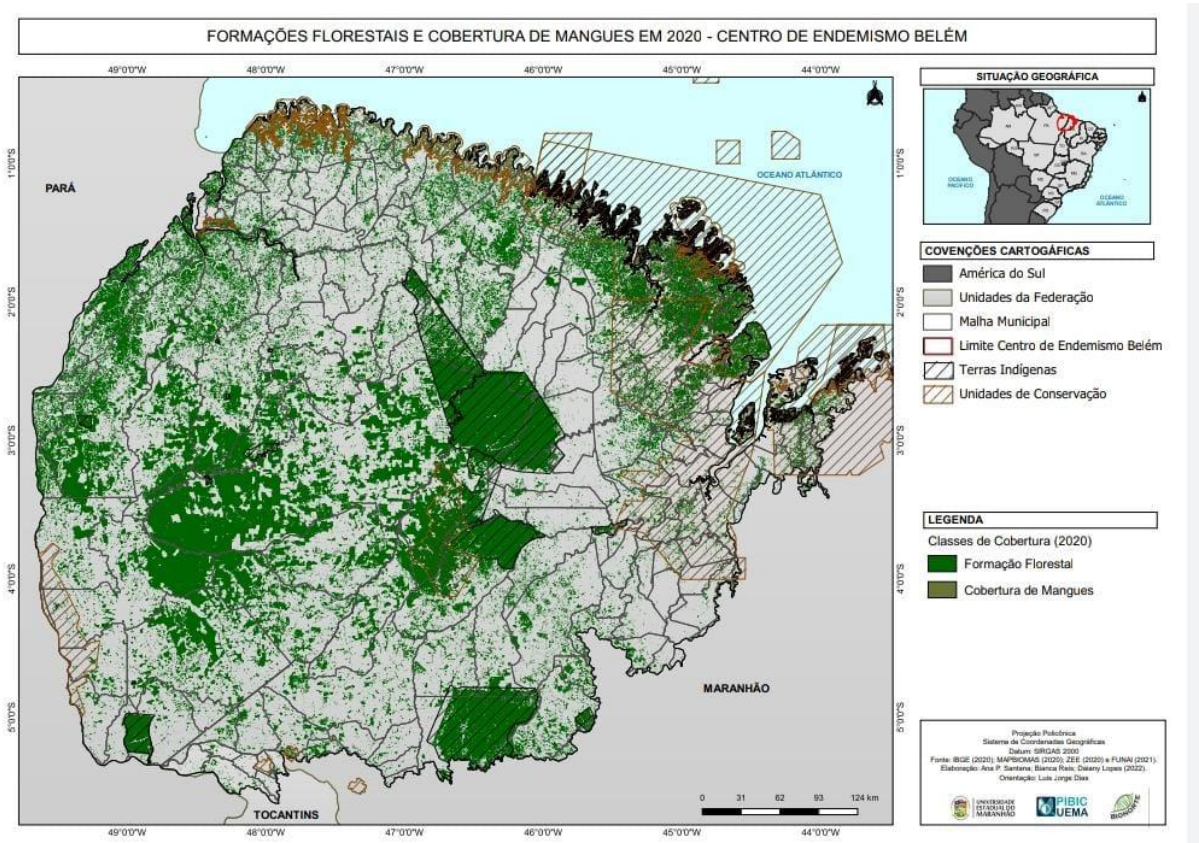
MÉTRICAS	FORMAÇÕES FLORESTAIS	MANGUES
Número de fragmentos	683.530	20.178
Área da classe (m²)	120.019.000	5.939.410.000
Área da classe (%)	95.28	4.72
Área da classe (km²)	120.019.00	5.939.00
Área média dos fragmentos (km²)	0.175	0.294
Razão perímetros x áreas do total de "manchas" (km/km²)	91.43	0.095
Índice de Patton (km²)	29.08	7.6
Densidade dos fragmentos	1.01	0.02

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

O número de fragmentos florestais do CEB para o ano 2020 foi contabilizado de acordo com as duas classes trabalhadas. Na classe de uso “formações florestais”, tem-se 683.530 unidades isoladas, fragmentadas, e na classe de uso “mangue” obteve-se um total de 20.178 unidades. A área total de manchas florestais da classe de uso “formações florestais” foi equivalente a 120.019 km², e “mangues” de 5.939 km², correspondendo a 95,28% e 4,72% de todas os fragmentos nativos remanescentes no contexto da área total do CEB. A Figura 02 apresenta a distribuição dessa unidade geoecológica.

Relacionado ao Tamanho Médio do Fragmento (MPS), essa métrica é resultado da soma do tamanho das manchas dividido pelo número de manchas, enquanto que o número de fragmentos (NUMP) apresenta o número total de manchas na paisagem/classe (JUVANHOL et al., 2011). Demonstra o grau de alteração da área analisada, por meio da forma dos fragmentos da paisagem, na forma de círculo (características naturais) ou um quadrado (antropizadas), permitindo a análise do nível de resiliência e suscetibilidade ambiental (WALZ, 2011).

Figura 2: Mapa de Formações Florestais e Cobertura de Mangues do CEB em 2020



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

De acordo com McGarigal e Marks (1995) paisagens que apresentam menores valores para o tamanho médio de fragmentos, devem ser consideradas como mais

fragmentadas. Ressalta-se que quando o MPS se eleva, observa-se que o NUMP tende a diminuir. Dessa maneira, pode-se dizer que a classe de mangues apresenta fragmentação baixa, visto que são APPs.

Quanto à forma, a razão perímetro-área foi 91,43 (formações florestais), e 0,095(mangues). Essa relação fornece informações sobre a circularidade do fragmento. A circularidade reage positivamente em relação ao efeito de borda, preservando com mais eficiência o núcleo da parcela, pois a influência externa nesse ambiente é moderada pelo contorno da vegetação (IRGANG et al., 2007).

O Índice de Patton (Patton,1975), utiliza área e perímetro do fragmento, permiti quantificar o efeito de borda através da análise de complexidade de forma do fragmento, ou seja, quanto maior o valor do índice de Patton, mais complexo é a forma do fragmento, que resulta em uma maior probabilidade de ocorrer maior número de micro habitats e maior efeito de borda.

Segundo Riboldi et al. (2017), quanto maior o valor do Índice de Patton, maior a probabilidade de microambientes e maior a complexidade dos fragmentos. Contudo, quanto maior a proporção de biota em relação a área do fragmento, maior será o efeito de borda. Os valores de D.I variam entre 1 (círculo perfeito) e infinito (formas não circulares) (HARVEY; SÁENZ, 2008). Analisando os fragmentos florestais do CEB, percebe-se que as classes de uso apresentaram Índice de Patton superior a 1,25 onde formações florestais apresentou 29,08 e mangues 7,6, demostrando alta complexidade dos fragmentos trabalhados.

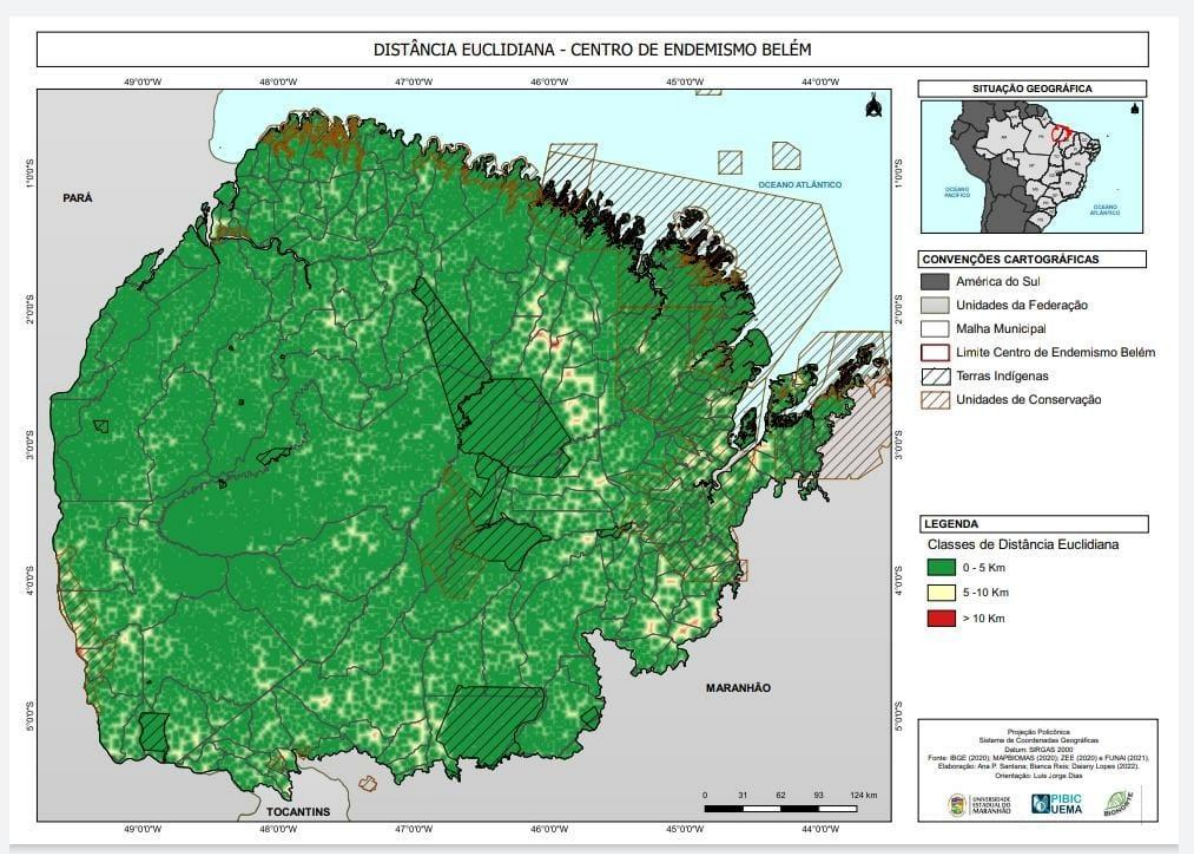
A densidade dos fragmentos por sua vez, está relacionada ao número de fragmentos por km². Isto é, de acordo com os resultados das métricas de densidade, temos uma densidade de fragmentos, relacionado a classe de uso de 1,01 (Formações florestais) e 0,02 (Mangues), ou seja, uma mancha de formações florestais para cada km². Demonstrando assim, que algumas espécies precisam de habitats florestais maiores.

Já a distância euclidiana mede a distância (m) mais curta em linha reta entre uma mancha e seu vizinho mais próximo da mesma classe (MCGARIGAL; MARKS, 1995). Quanto maior o valor deste parâmetro, mais isolado está o fragmento. Foi adotada a distância em km devido a extensão da área estudada, dessa maneira as distâncias resultantes foram agrupadas em três classes, que configura o grau de isolamento do fragmento na paisagem: conectado (0-5 km), pouco conectado (5-10 km) e isolado (mais de 10 km), apresentado na Figura 3.

A distância Euclidiana apresenta-se como indicador importante para a avaliação de metapopulações que dependem do número e arranjo espacial das manchas, em que a probabilidade de uma mancha de habitat ocupada está diretamente relacionada com a proximidade com outras manchas. Essa métrica representa o isolamento da mancha e

também traz informações sobre os efeitos da sucessão ecológica, pois a vizinhança influencia na resposta sucessional do ambiente perturbado (MCGARIGAL, 2012).

Figura 3: Mapa de Distancia Euclidiana do Centro de Endemismo Belém



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Considerações Finais

Na área do Centro de Endemismo Belém (CEB) foram analisados e caracterizados sua constituição desde sua formação paisagística que exibe uma estrutura, função e mudanças importantes para o local e entre outros constituintes importantes que foram desenvolvidos ao longo da pesquisa. Com a caracterização da área de estudo Centro de Endemismo Belém, assim como sua localização geográfica, os principais motivos de transformações na paisagem ocasionaram mudanças no âmbito interno e externo da paisagem na região nos últimos anos.

A dinâmica da paisagem a partir da interpretação através de métricas, que podem medir e descrever a estrutura espacial dos fragmentos, classes de fragmentos, ou da totalidade. Dentro de um mosaico aplicado na área, foi observado como os padrões e interações mudam ao longo do tempo, levando em consideração o desenvolvimento e a

dinâmica sobre os efeitos aplicados aos processos importantes para a área do centro de endemismo.

As métricas aplicada a ecologia contribuíram positivamente para a compreensão dessas mudanças nas áreas atingidas, levando a pesquisa a um entendimento detalhado. As métricas relacionadas apenas as formações florestais se mostraram mais complexas, o que possivelmente é resultante dos processos de transformação da paisagem, que apresentam uma tendência de suprimir a vegetação nativa para atender as áreas que apresentam maior demanda socioeconômica.

Desse modo, o estudo das métricas da paisagem se mostra pertinente para fins de diagnóstico e conhecimento da distribuição espacial. Ademais, possibilita o estabelecimento de estratégias de conservação e recuperação para esses remanescentes, bem como auxilia na identificação de áreas prioritárias para a preservação com o intuito de promover a manutenção da biodiversidade e restabelecer o equilíbrio ecológico, e desta forma, cumprir os objetivos propostos no trabalho a partir da metodologia proposta. As informações sobre a área analisada são recentes de modo que podem ocorrer mudanças que modifiquem ou não tais informações que levem mudanças ao Centro de Endemismo Belém.

Referências

ALVES, D. S. O processo de desmatamento na Amazônia. Parcerias Estratégicas, v. 6, n. 12, p. 259-275. 2001. Disponível em: . Acesso em: 11 de dez. 2022.

Ayres, J. M. & R. Best. 1979. Estratégias para a conservação da fauna amazônica. Acta Amazônica 9(4): 81-101.

BD Amazônico – ZEE . ZEE. Disponível em: <http://zee.ma.gov.br/bd_amazonico/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

BECKER, B. K. 2001. Revisão das políticas de ocupação da Amazônia: é possível identificar modelos para projetar cenários? Parcerias Estratégicas 12: 135-159.

BENAVENTE, F, A. Aplicación de métricas de ecología del paisaje para el análisis de patrones de ocupación urbana en el Área Metropolitana de Granada. Anales de geografía de la Universidad Complutense. Granada, Espanha. V, 30. N, 2 P. (9-28), setembro, 2009.

BRAZ, L. C.; PEREIRA, J. L. G.; FERREIRA, L. V.; THALÊS, M. C. a situação das áreas de endemismo da Amazônia com relação ao desmatamento e às áreas protegidas. Boletim de Geografia, Maringá. V. 34, n. 3, (p. 45-62), maio, 2017.

CARVALHO, C. J. B. Padrões de endemismos e a conservação da biodiversidade. Megadiversidade, V 5, N. 1-2, (P. 77-86), dezembro, 2009.

Centro de Endemismo Belém (CEB). Conservation.org. Disponível em: <https://www.conservation.org/brasil/onde-trabalhamos/centro-de-endemismo-belem>. Acesso em: 18 nov. 2023.

FORMAN, RTT.; Godron, M. 1986. Landscape Ecology. New York, John Wiley & Sons. 619p

GUSTAFSON, E. Quantificando o Padrão Espacial da Paisagem: Qual é o Estado da Arte? Ecossistemas1, P. (143-156) (1998). https://doi.org/10.1007/s100219900011.

HARRIS, L. D.; HARRIS, L. D. The fragmented forest: island biogeography theory and the preservation of biotic diversity. University of Chicago press, p.229, 1984.

Harvey, C.A., Sáenz, J.C., 2008. Evaluación y conservación de biodiversidad en paisajes fragmentados de Mesoamérica, 1. Editorial INBio, Santo Domingo de Heredia.

IBGE **|** Portal do IBGE | IBGE. Ibge.gov.br. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

IRGANG, G. V.; MICOL, L.; SANTOS, R. R. Análise da fragmentação da paisagem e mapeamento do valor para a conservação: exemplo de aplicação na Amazônia Matogrossense. Cuiabá, Mato Grosso: Instituto Centro da Vida, p.24, 2007.

JUVANHOL, R. S. Análise Espacial De Fragmentos Florestais No Corredor Ecológico Entre Os Parques Estaduais De Forno Grande e Pedra Azul. Monografia, Universidade Federal do Espirito SantoUFES, 2011.

LANG, S., BLASCHKE, T. Análise da paisagem com SIG. São Paulo: Oficina de Textos, P. (1-424) 2009.

Mapbiomas Brasil. Mapbiomas.org. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 10 ago. 2023.

MCGARIGAL, K., SA CUSHMAN, and E ENE. 2012. FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Available at the following web site: http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 1995. v. 351. 122 p. Disponível em: . Acesso em: 17 de junho 2022.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B.J. FRAGSTATS: Spatial Pattern Analysis Program for Quantifying Landscape Structure. Corvallis, Oregon State University, 1994, 67p.

METZGER, J. P. O que é ecologia de paisagens? Biota Neotropica. Campinas/SP. V.1, n. 1-2, (P. 1-9). Outubro, 2001.

MORELLI, A.F. Identificação e Transformação das Unidades da Paisagem no Município de São José Dos Campos (SP) de 1500 a 2000. Rio Claro, 2002. 404 p. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas de Rio Claro. 2002. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

MORRONE, J.J. & J.V. Crisci. 1995. Historical biogeography: introduction to methods. Annual Review of Ecology and Systematics 26: 373-401.

O que são Corredores Ecológicos. Dicionário Ambiental. ((o))eco, Rio de Janeiro, ago. 2014. Disponível em: http://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28538-o-que-sao-corredores-ecologicos/. Acesso em: 23 de fevereiro de 2022.

PATTON, DR. A diversity index for quantifying habitat "edge". Wildlife Society Bulletin 1975; 171-173.

RIBOLDI, L.C.O., RÉCIO, L.V., FERREIRA, I.J.M., FERREIRA, J.H.D., COUTO, E.V., 2017. Análise das Métricas de Ecologia de Paisagem em Fragmentos Florestais no Município de Salgado Filho/PR. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 8, 177-185.

RIITTERS, K.; WICKHAM, J.; WADE, T. Evaluating anthropogenic risk of grassland and forest habitat degradation using land-cover data. Landscape Online, v. 13, p. 1-14, 2009.

RODRIGUES, Fernanda. Centro de Endemismo Belém: desafios e diálogo - Diálogo Florestal. Diálogo Florestal. Disponível em: <https://dialogoflorestal.org.br/centro-de-endemismo-belem-desafios-e-dialogo/>. Acesso em: 18 nov. 2023.

SALLES, G. M.; ALMEIDA A. S.; PEREIRA. J. L. G.; THALÊS, M. C. IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS A OCORRÊNCIA DE FOGO NA ÁREA DE ENDEMISMO BELÉM. Caminhos da Geografia. Uberlândia, MG. V.20, N.71, P. (572-588), setembro de 2019. DOI: https://doi.org/10.14393/RCG207148550

SANTOS, Charles Morphy Dias dos. Biogeografia cladística aplicada à evolução biogeográfica dos Tabanomorpha (Diptera, Brachycera). Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Ribeirão Preto, USP. 2008.

SILVA, J. M. C.; RYLANDS, A. B.; FONSECA, G. A. B. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. MEGADIVERSIDADE, v.1, n.1, p. 124-131. 2005.

TOCANTINS, L. 1952. O rio comanda a vida. Uma interpretação da Amazônia. Rio de Janeiro, Editora A Noite.

TURNER, M.G.; GARDNER, R.H.; O'NEILL, R.V. Landscape Ecology in theory and practice, 2001.

WALLACE, A. R. 1852. On the monkeys of the Amazon. Proceedings of the Zoological Society of London 20: 107-110.

WALZ, U. Landscape Structure, Landscape Metrics and Biodiversity. Living Rev. Landscape Research. V. 5, p. 1 - 35 2011.

WICKHAM, J.D.; RIITTERS, K.H. Sensitivity of landscape metrics to pixel size. International Journal of Remote sensing, 16(18):3585-3594, Dec., 1995.

ZATELLI, Katucia. Endemismo: Passado, Presente, Futuro. Mata Nativa, 2019 Disponível em: https://www.matanativa.com.br/endemismo-passado-presente-futuro/. Acesso em 12 de janeiro de 2022).

O uso do QGIS como técnica para o mapeamento geomorfológico: uma análise da Bacia Hidrográfica Riacho Grande-AL

The use of QGIS as a technique for mapping the Riacho Grande-AL Watershed

Melquisedeque da Silva Viana
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
0009-0001-0852-3370
melquisedeque.viana@igdema.ufal.br

Lílian Rose Fidelis dos Santos
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
0009-0000-2400-5509
lilian.santos@igdema.ufal.br

Maria de Fátima Santos da Hora
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
0009-0006-0341-6548
maria.hora@igdema.ufal.br

Bianca Pereira Carneiro
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
0009-0008-4315-8920
bianca.carneiro@igdema.ufal.br

Resumo: Este artigo tem como objetivo analisar como o uso do software QGIS pode ser uma ferramenta importante em pesquisas geomorfológicas, visto que através deste o pesquisador (a) tem em suas mãos um instrumento que permite a manipulação, análise e visualização dos dados geológicos e a geração de mapas temáticos da área a qual está estudando. Como recorte espacial, optou-se por fazer a caracterização geomorfológica da Bacia Hidrográfica do Riacho Grande-AL. Através da análise conjunta de dados de geologia, Modelo Digital de Elevação (MDE) e curvas de nível, foram identificadas nove características morfoestruturais na bacia. O QGIS permitiu uma compreensão mais aprofundada da morfoestrutura da bacia, ao possibilitar a visualização e análise integrada dos dados. Portanto, o estudo ressalta a importância do uso de ferramentas de geoprocessamento, como o QGIS, para o estudo e caracterização de bacias hidrográficas.

Palavras-chave: Mapeamento geomorfológico, Qgis, Bacia Hidrográfica

Abstract: This article aims to analyze how the use of the QGIS software can be an important tool in geomorphological research, since through this the researcher has in his hands an instrument that allows the manipulation, analysis and visualization of geological data and the generation of thematic maps of the area you are studying. As a spatial cut, it was decided to make the geomorphological characterization of the Riacho Grande-AL Watershed. Through the joint analysis of geology data, Digital Elevation Model (DEM) and contour lines, nine morphostructural characteristics were identified in the basin. QGIS allowed a deeper understanding of the morphostructure of the basin, by enabling the visualization and integrated analysis of the data. Therefore, the study emphasizes the importance of using geoprocessing tools, such as QGIS, for the study and characterization of watersheds.

Keywords: Morphological mapping, Qgis, Watershed.

Introdução

O QGIS compõe o quadro de geotecnologias, que são um conjunto de tecnologias e técnicas utilizadas para coletar, processar, analisar e apresentar informações geográficas. Essas tecnologias incluem sistemas de informações geográficas (SIG), sensoriamento

remoto, cartografia digital, posicionamento global por satélite (GPS) e outros bancos de dados. Elas permitem a visualização e interpretação de dados espaciais, facilitando a análise e tomada de decisões em diversas áreas, como planejamento urbano, gestão ambiental, agricultura, transportes, entre outras. No contexto atual, o uso de geotecnologias no desenvolvimento das pesquisas acadêmicas têm se tornado cada vez mais recorrente, assim, analisar quais resultados podem ser obtidos a partir do uso destas também é necessário, como explica Cavalcante (2011):

> As geotecnologias ao longo de seu desenvolvimento estiveram quase sempre- envolvidas por uma atmosfera de estórias que as aproximam da realidade para a- resolução de complexos problemas das mais diferentes origens e escalas, porém as tornam inalcançáveis à compreensão da maior parte das pessoas, que sequer são- familiarizadas com esse tipo de saber, devido a ignorância, o desconhecimento que- normalmente, propicia a especulação e a mística (CAVALCANTE, 2011, p. 39-40).

Conforme assinalado por Cavalcante (2011), é preciso conhecer a ferramenta e saber interpretar corretamente as informações fornecidas por ela. Isto é necessário para evitar distorções e interpretações equivocadas no que diz respeito à realidade do que está sendo observado para não comprometer os resultados da pesquisa.

Nesse contexto, o uso do QGIS, um software de Sistema de Informações Geográficas (SIG), torna-se imprescindível, pois, oferece uma ampla gama de ferramentas e recursos para a análise, visualização e gerenciamento de dados geográficos, possibilitando a obtenção de informações detalhadas e precisas.

Como recorte espacial para fazer essa análise utilizou-se a bacia hidrográfica do Riacho Grande, semiárido de Alagoas, que é um importante sistema fluvial desempenhando um papel fundamental na região em termos de abastecimento de água, preservação do meio ambiente e enriquecimento da biodiversidade local. Nesse contexto, esta pesquisa buscou entender e mapear as feições morfológicas da bacia utilizando mapeamento geomorfológico, no qual, abarca uma série de análises como das formas de relevo presentes na região, identificação das áreas de declive, mapeamento dos cursos de água, dentre outros aspectos. Essas informações são essenciais para compreender a dinâmica da bacia e os processos que influenciam o transporte de água e sedimentos, bem como auxiliam em questões ligadas ao planejamento e gestão adequados dos recursos naturais da bacia hidrográfica, identificação de áreas vulneráveis, definição de áreas prioritárias para conservação e recuperação, e tomadas de decisões estratégicas.

A escolha pelo uso do QGIS para desenvolver essa pesquisa, se deu especialmente, por ser de livre e fácil acesso ao software gratuito. Além disso, há outras razões que levaram a estudar e utilizar o QGIS, são elas: 1) recursos avançados; o QGIS oferece uma vasta gama

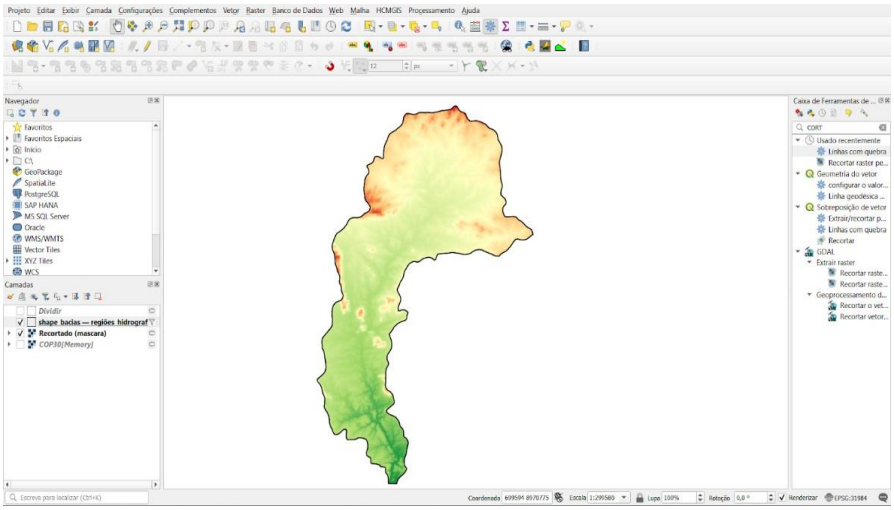
de recursos avançados, como análise espacial, interpolação, modelagem 3D e processamento de dados geoespaciais. Essas ferramentas permitem realizar análises mais precisas e obter resultados mais detalhados em seus mapeamentos geomorfológicos; 2) personalização e extensibilidade: o QGIS permite personalizar e estender suas funcionalidades por meio de plugins e scripts. Isso significa que é possível adaptar o software às necessidades específicas da pesquisa e integrá-lo com outros programas ou bancos de dados, aumentando assim sua eficiência e produtividade nos mapeamentos; 3) comunidade ativa, ou seja, acesso a suporte técnico, tutoriais, fóruns de discussão.

Metodologia

Esta é uma pesquisa experimental e exploratória que através da manipulação e exploração do QGIS buscou-se analisar morfologicamente a bacia hidrográfica Riacho Grande- AL. Para a realização do mapeamento foi utilizada a metodologia proposta por Demek (1978) com a anuência da União Geográfica Internacional (UGI), que leva em consideração um incorporamento sistemático de diversas características, sendo elas drenagem, estrutura, geologia e níveis altimétricos. A versão utilizada nesta pesquisa foi o QGIS 3.28.8, um software de código aberto, através de suas ferramentas foi possível delimitar as áreas de interesse. Contudo, foi necessário integrar outras ferramentas para obter o Modelo Digital de Elevação (MDE) para conhecermos a altimetria da bacia analisada.

Inicialmente foi feita a delimitação da área utilizando informações plugin “OPEN TOPOGRAPHY” disponibilizado por usuários do próprio software, o plugin permitiu que através de uma versão com precisão de 30 metros, chamada copernicus Global DSM 30 a partir disso foi gerado um MDT (Modelo Digital de Terreno), uma imagem transmitida via satélite que disponibiliza informações altimétricas da bacia, tal como ilustrado na figura 1.

Figura 1- MDT - Altimetria da Bacia Hidrográfica Riacho Grande



Fonte: QGIS 3.28.8 (2023).

A partir dessas informações integradas ao software, foi possível obter resultados como curvas de altitude e índice de rugosidade. Foi usado o arquivo shapefile (SHP) da região da bacia hidrográfica que está sendo analisada, disponível na base de dados da Secretaria do Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH) e os dados geológicos da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), compiladas tais informações, foi possível realizar a análise e delimitar as áreas onde se localizam os relevos residuais, bem como, visualizar e delimitar os pedimentos da bacia Riacho Grande-AL.

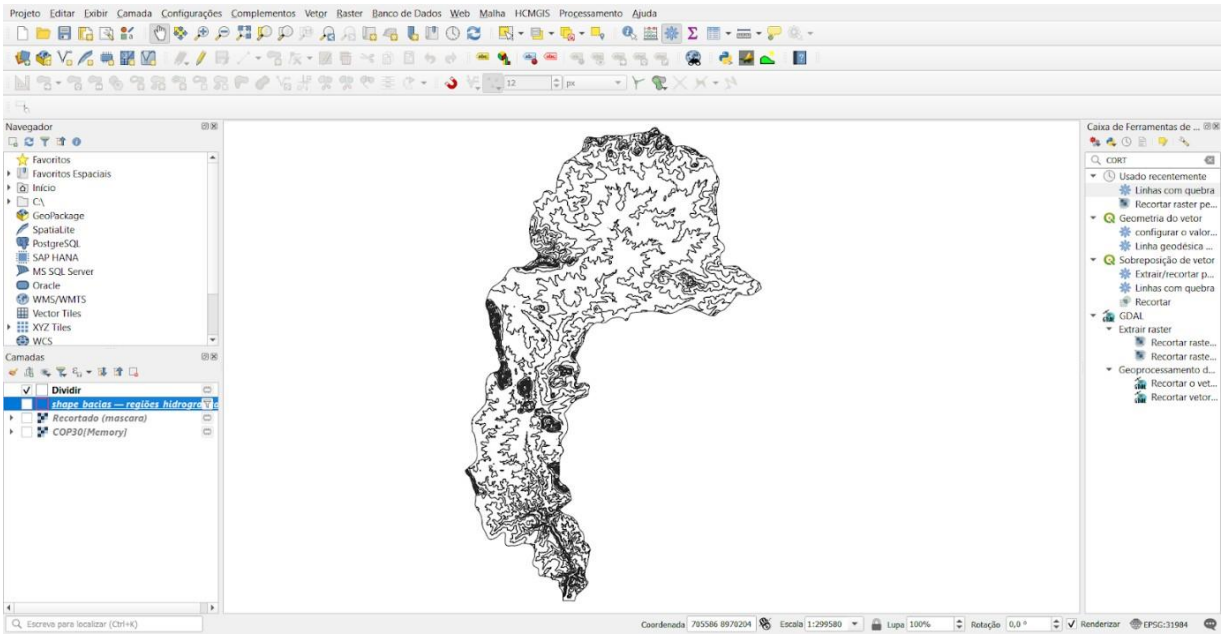
Ao utilizar o arquivo shapefile da região da bacia hidrográfica e os dados geológicos fornecidos pela SEMARH e CPRM, respectivamente, o QGIS permitiu a associação dessas informações em um único ambiente de trabalho.

Além disso, o QGIS foi utilizado para delimitar as áreas onde se localizam os relevos residuais e os pedimentos da bacia Riacho Grande-AL. Através de ferramentas de geoprocessamento do software.

Foi possível realizar essa delimitação de forma precisa e visualmente atraente, facilitando a interpretação dos resultados. Portanto, o uso do QGIS foi essencial para a obtenção dos resultados mencionados, permitindo a análise e visualização das características geográficas da região da bacia hidrográfica de forma eficiente.

Através das ferramentas e funcionalidades do QGIS, foi possível realizar análises espaciais, como a geração de curvas de altitude. Resultando em uma melhor compreensão das características topográficas da área de estudo, conforme ilustrada na figura 2.

Figura 2- Curvas de nível da Bacia Hidrográfica Riacho Grande (BHRG).

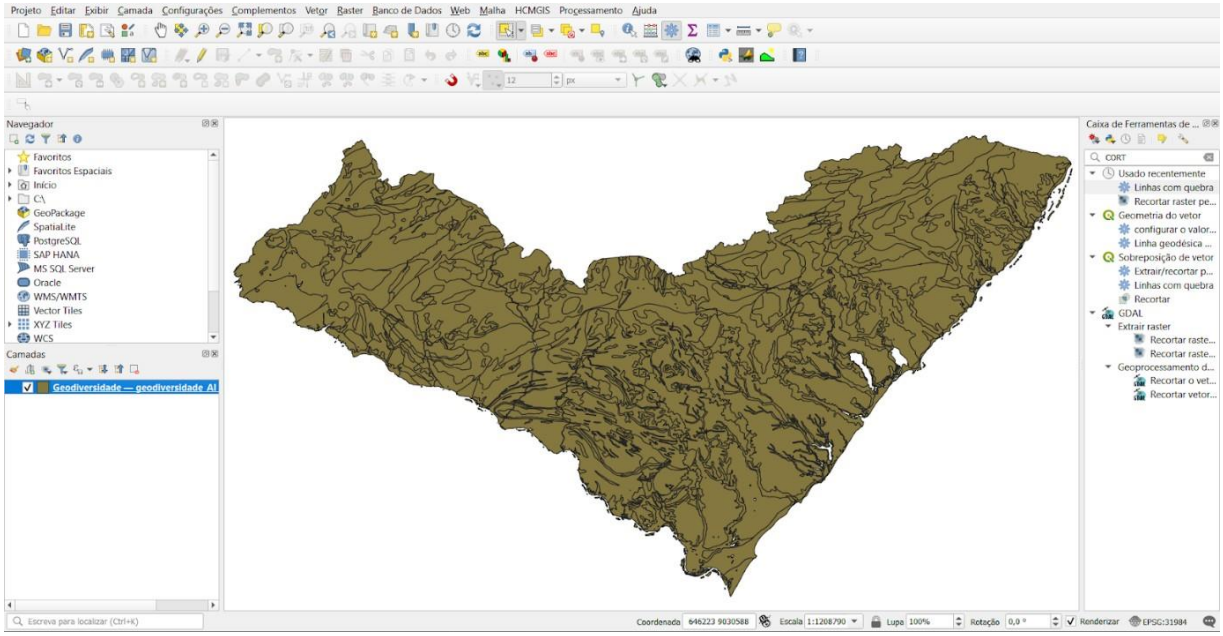


Fonte: QGIS 3.28.8.(2023).

Segundo Fitz, 2008 As linhas de contorno ou ISOÍPSAS têm a definição de serem linhas fictícias em uma região específica, conectando pontos com altitudes idênticas. Elas são usadas para representar visual e numericamente, no mapa, as características do relevo de maneira gráfica e geométrica.

Outra informação igualmente importante, diz respeito a compreensão da geologia da área estudada. Assim, o uso da shapefile de geologia é extremamente importante para o mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica, uma vez que a geologia exerce uma grande influência na formação e na configuração do relevo, conforme ilustrado na figura 3.

Figura 3- Geologia do Estado de Alagoas.



Fonte: QGIS 3.28.8 (2023).

Destarte, salientamos as principais importâncias do uso da shapefile de geologia nesse processo tipo:

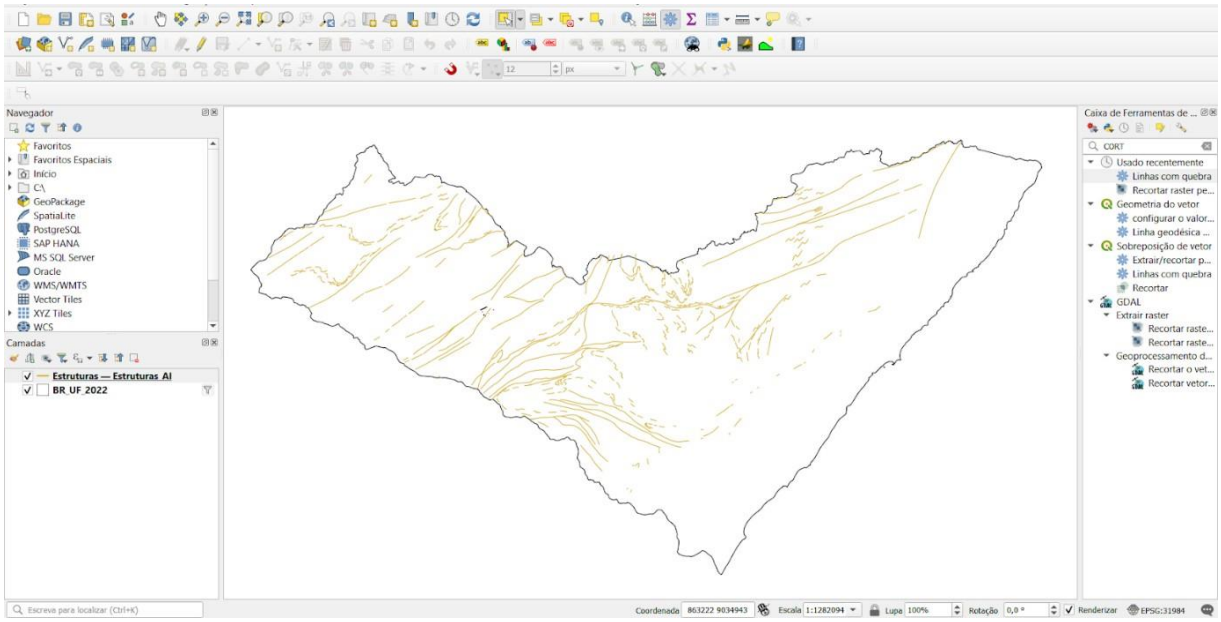
1) o entendimento estrutural geológico: o shapefile de geologia fornece informações sobre a estrutura geológica da região, como a distribuição de diferentes tipos de rochas, falhas entre outras estruturas. Esses elementos têm um papel significativo na configuração do relevo, influenciando a formação dos mais variados aspectos geomorfológicos presentes na bacia hidrográfica.

2) a avaliação do potencial de ocorrência de deslizamentos de terra: a geologia também pode fornecer informações sobre a estabilidade do solo na bacia hidrográfica. Certos tipos de rochas e formações geológicas podem ser mais propensos a deslizamentos de terra e erosão. O shapefile de geologia permite identificar essas áreas de maior risco, tornando possível a implementação de medidas de prevenção e mitigação de desastres naturais;

3) a observação do potencial mineral da área: além do aspecto geomorfológico, pode conter informações sobre a presença de recursos minerais na bacia hidrográfica. Isso pode ser relevante para planejamento econômico e para a gestão sustentável desses recursos. Logo, o shapefile de geologia é primordial para o mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica, fornecendo informações-chave sobre a estrutura geológica, a disponibilidade de água subterrânea, os riscos de deslizamentos de terra e a presença de recursos minerais.

Dando seguimento a pesquisa, a estrutura morfológica da bacia em questão foi examinada, conforme figura 5. Esse shapefile é uma ferramenta significativa para o mapeamento geomorfológico, pois fornece informações sobre a orientação e distribuição das estruturas geológicas presentes na região.

Figura 5- Shapefile de Estrutura do estado de Alagoas.



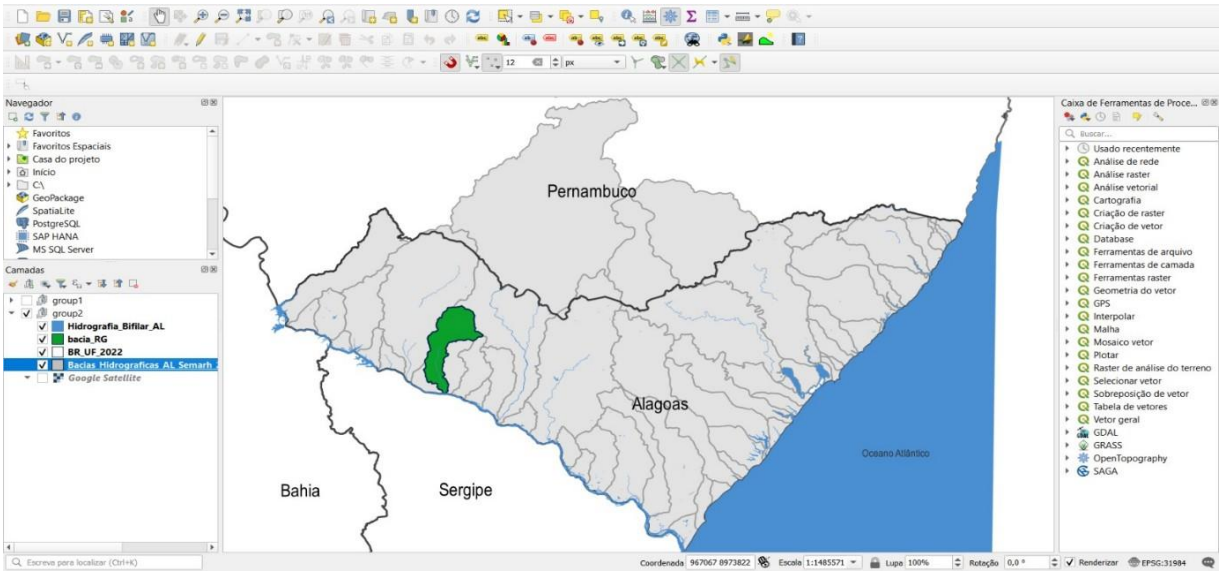
Fonte: QGIS 3.28.8 (2023).

Ressaltamos algumas das principais importâncias do uso da shapefile de estrutura nesse processo: 1) identificação de falhas e dobras: O shapefile de estrutura permite identificar e mapear a localização das falhas e dobras presentes na área. Essas estruturas geológicas têm um grande impacto na configuração do relevo, pois podem influenciar a criação de montanhas, vales e desfiladeiros; 2) a compreensão dessas estruturas é elementar para entender a formação e a evolução do relevo na bacia hidrográfica; Mapeamento de fraturas e zonas de cisalhamento: Além das falhas e dobras, podemos obter informações sobre fraturas e zonas de cisalhamento. O shapefile de estrutura também desempenha um papel crucial na avaliação da estabilidade do terreno. Estruturas geológicas como falhas e

fraturas podem afetar a coesão e a estabilidade do solo, aumentando o risco de deslizamentos de terra e erosão. Assim sendo, o shapefile de estrutura é uma ferramenta determinante para o mapeamento geomorfológico, fornecendo informações sobre falhas, dobras, fraturas e zonas de cisalhamento.

No passo seguinte foi elaborado o shapefile da bacia hidrográfica Riacho Grande-AL, destacando sua posição em relação às demais bacias presentes no estado de Alagoas, conforme ilustrado na figura 6.

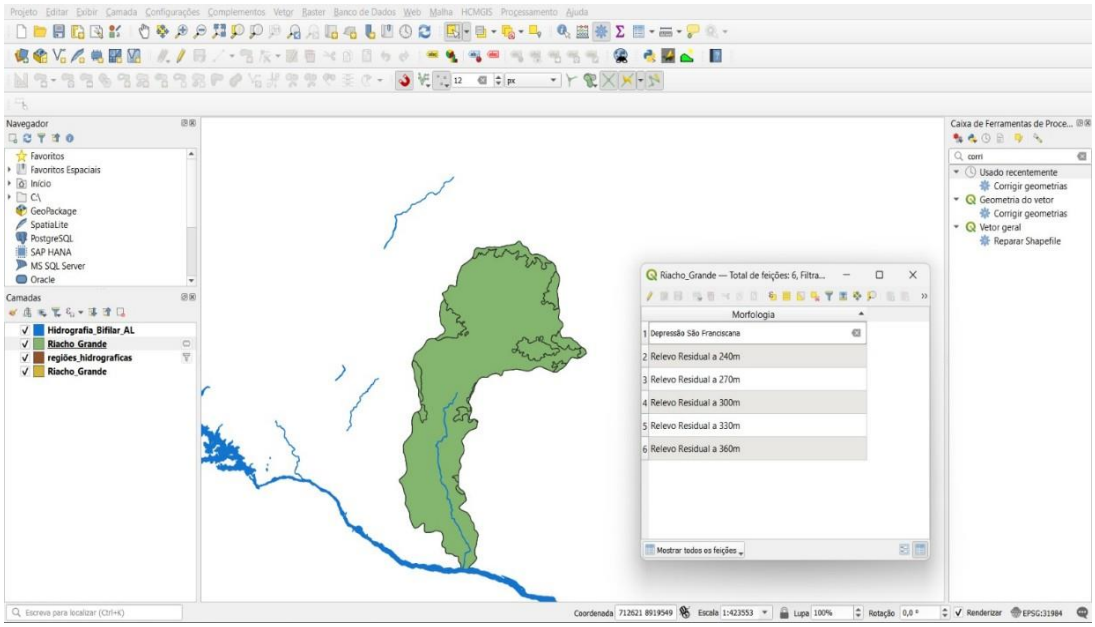
Figura 6- Shapefile da Bacia Hidrográfica Riacho Grande-AL



Fonte: QGIS 3.28.8 (2023).

Ao delimitar todas as áreas obteve-se um resultado prévio do que seria o modelo inicial, o passo seguinte foi a utilização de outra ferramenta do QGIS que possibilitou a criação do shapefile com as informações relevantes, chamada linhas com quebra, essa ferramenta gerou o shape como desejado para promover uma análise mais precisa e para finalizar as informações da bacia foram adicionadas informações na tabela de atributos, que é um identificador de áreas da bacia conforme figura 7.

Figura 7- Tabela de Atributos



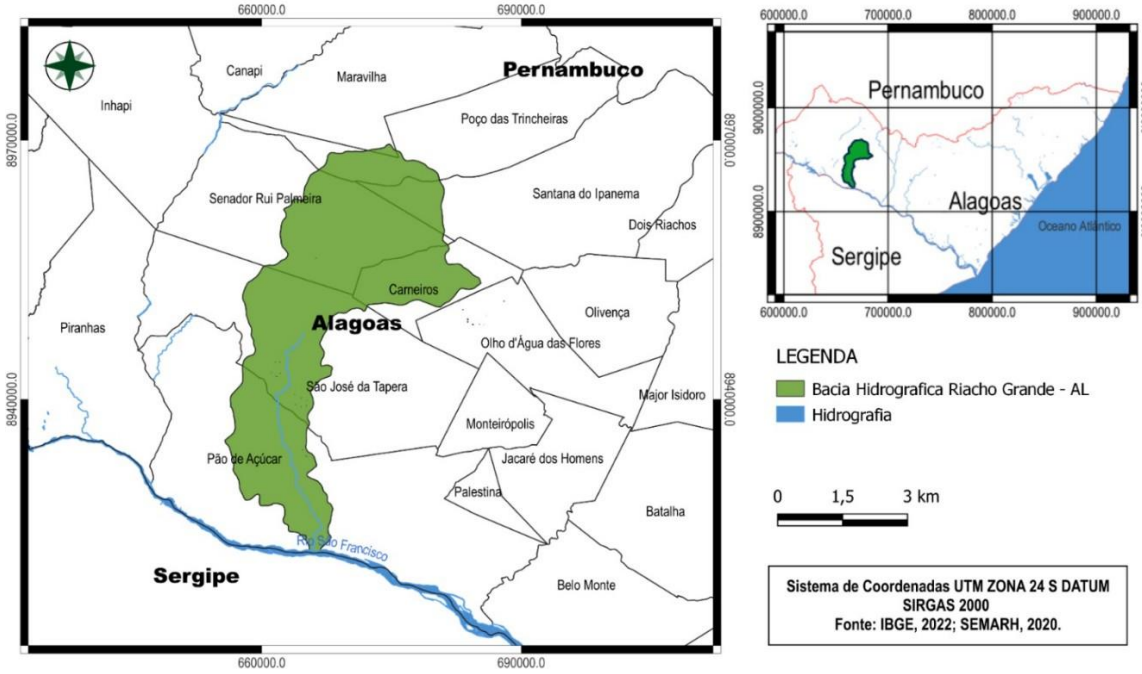
Fonte: QGIS 3.28.8 (2023)

Em suma, o QGIS foi fundamental na elaboração do mapeamento geomorfológico da Bacia Riacho Grande-AL, oferecendo ferramentas avançadas de análise, visualização e personalização de mapas, além de permitir a integração de diferentes camadas de informação geográfica. Sua versatilidade e facilidade de uso contribuem para a realização de estudos como estes.

Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica Riacho Grande (BHRG) está situada no oeste do estado de Alagoas entre os municípios de Maravilha, Poço das Trincheiras, Santana do Ipanema, Carneiros, Senador Rui Palmeiras, São José da Tapera e Pão de Açúcar; nas coordenadas 37°36’29”, 37°17’41” de longitude oeste e 9°19’12”, 9°44’28” de latitude sul, nas proximidades do rio São Francisco.

Figura 8 - Localização Geográfica da Bacia Hidrográfica Riacho Grande – AL.



Fonte: QGIS 3.28.8 (2023).

A bacia está totalmente localizada na Depressão São Franciscana, deste modo não há quase presença de estruturas de relevo com grandes altitudes, como planaltos. Os solos presentes na bacia são: Luvissolos, Argissolos, Neossolos e Planossolos. A estrutura geológica da sua área de abrangência se caracteriza por sua harmoniosidade, tendo seu desenvolvimento na Era Neoproterozóica, contendo no seu arranjo o Complexo Canindé do São Francisco e Suítes Intrusivas.

Resultados e Discussões

Através dessa análise foi possível detectar a morfoestrutura da Bacia Hidrográfica do Riacho Grande (BHRG) a partir da análise conjunta dos dados de geologia disponibilizados pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), do Modelo Digital de Elevação (MDE) e das curvas de nível. Verificou-se que a bacia completa apresenta nove características morfoestruturais, sendo ela pertencente no geral a unidade geomorfológica da Depressão São-franciscana. No que se compreende com a altitude presente, foi observado que as menores representam o pedimento, esses variam de início em 150m, aumentando a 240m, de 240m a 330m e chegando de 330m a 390m.

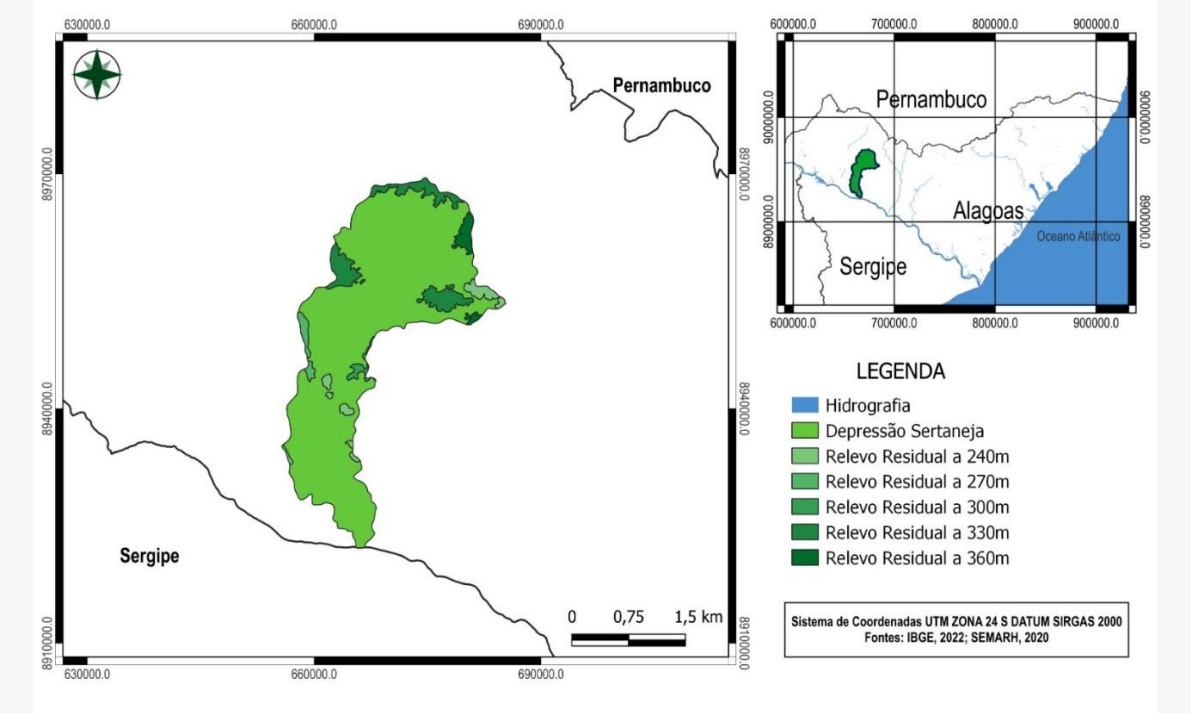
Enquanto as maiores elevações correspondem a cinco relevos residuais, estes com altura de 240m, 270m, 300m, 330m a 360m, respectivamente. É válido mencionar que essas regiões que estão concentradas nas bordas norte-nordeste-noroeste e no centro, são rochas

cristalinas, que, por consequência do grau de sua dureza, mantém preservada grandes estruturas no relevo, como os inselbergs e cristas, que contrastam com o restante da depressão do Riacho Grande.

A maior parte da área da Depressão da BHRG é composta de rochas ígneas, principalmente da unidade geológica da Serra do Catú e dos Plútons Carneiros, havendo também ocorrência de rochas metamórficas em menor quantidade, como da Suíte Chorrochó. Os principais litotipos encontrados nessa localidade de relevo em questão são compostos por Quartzo, Metagranito e Monzogranito.

No produto gerado pelo QGIS, é possível visualizar as unidades geomorfológicas de forma clara e precisa. Com o auxílio das ferramentas de geoprocessamento do software, foi permitido realizar a análise e classificação dos dados de altitude, produzindo um mapa temático da região da Bacia Riacho Grande-AL. Conforme figura 8.

Figura 8- Unidades Geomorfológicas da Bacia Riacho Grande-AL



A imagem apresenta diversas unidades geomorfológicas, dentre elas, destacam-se a depressão sertaneja e diferentes níveis de relevo residual, que podem ser identificados a partir de altitudes específicas.

A depressão sertaneja é caracterizada por uma área de baixo relevo, onde as terras apresentam-se planas ou levemente onduladas. Nessa unidade, é comum encontrar rios intermitentes, que geralmente possuem cursos secos durante longos períodos do ano. A vegetação predominante é o cerrado, adaptado às condições de clima seco e solos pobres.

Já os diferentes níveis de relevo residual são representados por altitudes específicas, que variam entre 240m, 270m, 300m, 330m e 360m. Essas altitudes indicam variações de elevação em relação ao nível do mar. Cada um desses níveis pode apresentar características topográficas distintas, como cristas e inselbergs, dependendo do contexto local.

Considerações finais

Considerando o mapeamento geomorfológico com o uso do QGIS, foi possível constatar que a metodologia técnica usufruída demonstrou ser eficiente, pois foi possível delimitar dentro do esperado, toda a unidade da geomorfologia presente na Bacia Hidrográfica do Riacho Grande - AL. No que diz respeito a morfoestrutura, foram identificados a Depressão São-franciscana e relevos residuais entre 240m e 360m, é válido destacar ainda que a Depressão possui quatro constituições de quebra de patamares ao longo de sua latitude: chegando a 150 m e variando até atingir 390m.

Sendo assim, os dados obtidos possibilitam compreender melhor a região hidrográfica, beneficiando inclusive estudos bem como aplicabilidades de cunho acadêmico, de planejamento urbano e socioambiental futuros sobre a referida bacia. Diante do exposto, compreende-se que o software QGIS apresenta grandes potencialidades em relação à pesquisa sobretudo na geografia física, porém, ainda é necessário incentivar o uso desta ferramenta e torná-la ainda mais difundida no meio acadêmico.

Agradecimentos

Agradecemos a FUNDEPES por financiar o projeto “UNIDADES DE PAISAGEM DO ESTADO DE ALAGOAS: Modelos Preditivos de Riscos à Sítios Arqueológicos”, pois foi através do projeto que tivemos a oportunidade de desenvolver práticas de pesquisas utilizando software QGIS. Gostaríamos de expressar nossa sincera gratidão pela valiosa contribuição do Professor Doutor Kleython de Araújo Monteiro, de Poliane Camila Lima dos

Santos e Lais Susana de Souza Gois, ambas doutorandas em Geografia pela Universidade Federal da Bahia e da Universidade Federal de Pernambuco, respectivamente, na construção e estruturação do nosso artigo. Sua experiência e conhecimento foram fundamentais para aprimorar o conteúdo e torná-lo mais claro e conciso.

Referências

ALVES, Gabriel do Nascimento; MONTEIRO, Kleython de Araújo. Controle Estrutural sobre a drenagem da bacia hidrográfica do riacho grande, Alagoas. Revista: Geonorte, V. 13, N. 41 p. 111-134, 2022. Disponível: https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/9347/7835. Acesso em 20 abr 2023.

DEMEK, Jaromir; EMBLETON, Clifford. Guide to medium-scale. Geomorphological mapping. 1978.

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL, CPRM-SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, SUPERINTENDÊNCIA

REGIONAL DE RECIFE. Mapa Geológico do Estado de Alagoas. Disponível: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/17649/5/mapageo.pdf. Acesso em 19 abr 2023.

SECRETARIA DE ESTADO DO PLANEJAMENTO, GESTÃO E PATRIMÔNIO. Mapas de caracterização territorial. 2ª Edição. Disponível: https://dados.al.gov.br/catalogo/am/dataset/mapas-de-caracterizacao-territorial/resource/ec00b15f-38c 9-4ec8-85fa-f93d89f8d7b8?view_id=58074171-8e7c-4079-a23c-03e3e709c361. Acesso em 19 abr. 2023.

SILVA, A. V. S.; SANTOS, K. T. SANTANA, SANTANA, M. M. MONTEIRO K. A. Análise de risco de inundação utilizando variáveis socioambientais. BH Riacho Grande, Alagoas. In: SIMPÓSIO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO -07, 09, 11, 14, 16 E 18 de dez. 2020, Belo

Horizonte, Minas Gerais. P. 3-8. Disponível: https://www.researchgate.net/profile/Kleython-Monteiro/publication/348279627_Analise_de_risco_de_inundacao_utilizando_variaveis_socioambientais_BH_Riacho_Grande_Alagoas/links/5ff5f6bd4585155 3a02487ee/Analise-de-risco-de-inundacao-utilizando-variaveis-socioambientais-BH-Riacho-Grande-Al agoas.pdf. Acesso em 19 abr. 2023.

Uso da plataforma CASSIE na identificação da linha de costa de um trecho de praia, no litoral da Paraíba

Use of the CASSIE platform in the identification of the coastline of a stretch of beach, on the coast of Paraíba.

Christianne Maria da Silva Moura
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-7907-4074
cmm_reis@yahoo.com.br

Maria Cecília Silva Souza
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0001-6138-3680
ceciliasilvalegat@gmail.com

Karina Massei
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0003-4152-1147
karinamassei@gmail.com

Nadja Cecília de Freitas Silva
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0009-0002-4516-3236
nadja.cecilia@gmail.com

Saulo Roberto de Oliveira Vital
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-2028-0033
saulo.vital@academico.ufpb.br

Resumo: O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados da análise das variações da linha de costa da praia do Seixas (João Pessoa, Paraíba), a partir do uso da plataforma CASSIE. Para determinar a mudança na linha de costa foram usadas imagens do Landsat (2010 a 2015) e Sentinel-2 (2016 a 2020). Para classificação da linha de costa foi utilizada a Taxa de Regressão Linear (LRR), em metros/ano. Baseado nestes resultados utilizou-se os seguintes intervalos de classificação (acreção, estável, erodida e criticamente erodida) propostos por Esteves e Finkl (1998). Os resultados deste estudo permitiram concluir que a área em estudo possui uma intensa atividade erosiva, e que a influência do ambiente recifal sobre a linha costeira é de extrema importância, uma vez que esse ambiente desempenha um papel crucial na dinâmica da linha de costa, contribuindo de forma significativa para sua estabilidade e proteção contra processos erosivos.

Palavras-chave: Erosão; Cassie; Ambiente recifal.

Abstract: The main objective of this paper is to present the results of the analysis of shoreline variations on Seixas beach (João Pessoa, Paraíba), using the CASSIE platform. Landsat (2010 to 2015) and Sentinel-2 (2016 to 2020) images were used to determine changes in the coastline. The Linear Regression Rate (LRR), in meters/year, was used to classify the coastline. Based on these results, the following classification intervals (accretion, stable, eroded and critically eroded) proposed by Esteves and Finkl (1998) were used. The results of this study led to the conclusion that the area under study shows intense erosive activity and that the influence of the reef environment on the coastline is extremely important, since this environment plays a crucial role in the dynamics of the coastline, contributing significantly to its stability and protection against erosive processes.

Keywords: Erosion; Cassie; Reef environment.

Introdução

Grande parte das atividades antrópicas realizadas na faixa costeira estão relacionadas ao turismo, uma atividade que representa cerca de 79,5% do PIB (Produto Interno Bruto) do Estado da Paraíba (BRASIL, 2023). Em particular, João Pessoa é a cidade que concentra predominantemente essa atividade no setor de serviços (BRASIL, 2023). Essas atividades dependem principalmente do estado da linha de costa, para poder garantir sua demanda de serviços. A praia do Seixas é um dos pontos mais procurados na cidade, essa possui um ambiente recifal que fica frente a sua linha de praia, onde diariamente ocorrem embarques e desembarques, com destino a esse ambiente.

Assim, é extremamente importante realizar um estudo que avalie a dinâmica de mudança da linha costeira na face da praia do Seixas ao longo dos anos em João Pessoa, para entender as dinâmicas envolventes que corresponde à área de estudo em questão (Figura 1), para compreender como o desenvolvimento litorâneo se relaciona com o uso do ambiente recifal do Seixas.

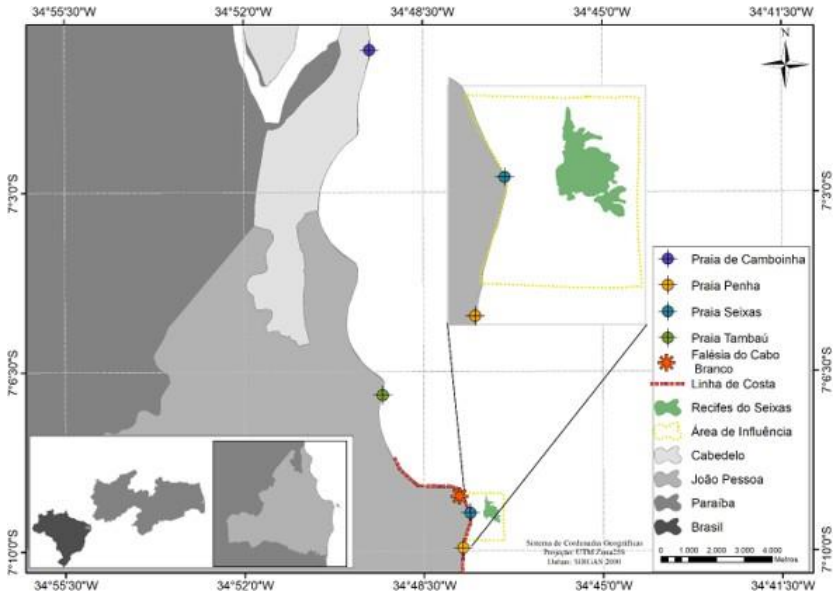


Figura 1: Localização da área de estudo.
Fonte: Os autores (2023).

É importante destacar que a problemática do uso da faixa costeira remete-se a aspectos desde a ocupação a fatores de urbanização até fatores de uso turísticos. O Ministério do Meio Ambiente (2018) calculou que o Brasil apresenta 274 municípios costeiros, distribuídos em 17 estados e com 8.500 km de costa litorânea, altamente urbanizados. Portanto, as zonas costeiras foram fortemente afetadas com o processo de ocupação territorial e consequentemente sofreram os impactos da urbanização, e ainda no que concerne

aos impactos negativos, as mudanças climáticas também têm afetado demasiadamente as cidades litorâneas trazendo grande preocupação quanto ao futuro da região (CARRIÇO; PINHO, 2021).

Devemos destacar que o processo de ocupação do Brasil foi marcado pelo uso incorreto dos recursos naturais, principalmente o solo. A substituição da cobertura original, somado a descaracterização dos ecossistemas e das unidades geológicas, e a interferência na dinâmica costeira acarretaram muitos problemas sociais e ambientais. Dentre eles a erosão costeira nos municípios litorâneos.

A erosão costeira ocorre em 70% das praias arenosas do planeta, o que torna esse processo uma preocupação global (BIRD, 2008). A erosão costeira é normalmente caracterizada como uma ação natural que modela cotidianamente as feições litorâneas e apresenta um importante papel na morfologia desses ambientes (DOYLE et al., 1984). Esta ocorre quando o balanço sedimentar de uma praia é negativo, ou seja, quando a praia perde mais sedimentos do que recebe. O recuo da linha de costa é uma consequência deste processo (SOUSA, 2013).

Ao longo da história, a Administração Pública demonstrou maior preocupação com o desenvolvimento econômico e aspectos como segurança, saúde e transporte, deixando a questão ambiental em segundo plano até que se tornou crítica. Consequentemente, quando a legislação ambiental brasileira foi consolidada, grande parte da Zona Costeira do país já havia perdido sua característica original e estava praticamente ocupada. Complexos habitacionais e áreas de lazer foram estabelecidos ao longo da costa, comprometendo sua estrutura ambiental. Sempre buscando a orla como areia de povoamento.

A orla costeira é definida como a porção do território em que o mar exerce uma forte influência, sendo uma estreita faixa de contato entre a terra e o mar, na qual ocorrem intensos processos costeiros que podem alterar a configuração da linha de costa por meio de efeitos erosivos ou deposicionais (BRASIL, 2007). Nessa faixa, Muehe (2001) destaca que a atividade humana representada pela destruição da vegetação e construção de edificações resulta em degradação ambiental latente como o desequilíbrio no balanço sedimentar e da linha de costa.

No litoral paraibano é bastante visível a formação na linha de costa de salientes (Figura 2), que são formas de acumulação costeira que se projetam mar adentro, formadas em decorrência da proteção oferecida por formações recifais (caso da praia do Seixas) presentes próximas à linha de costa (DOMINGUEZ, et al 2018). Essas pequenas variações na posição da costa estão sempre ocorrendo nas vizinhanças do ápice destes salientes. Por serem feições deposicionais, são mais numerosos no compartimento central do Estado (Lucena, Cabedelo e Tambaú) e nas vizinhanças da desembocadura do rio Tracunhaém

(Pitimbu) e Mamanguape (baía da Traição). As mudanças (erosão ou progradação) verificadas são pequenas, porém suficientes para impactar as construções situadas muito próximas da linha de costa, sua assimetria muda sazonalmente ou interanualmente em decorrência de mudanças no sentido resultante do transporte promovido pelas ondas, provocando erosão e progradação da linha de costa. (DOMINGUEZ; NEVES; BITTENCOURT; GUIMARÃES, 2018).

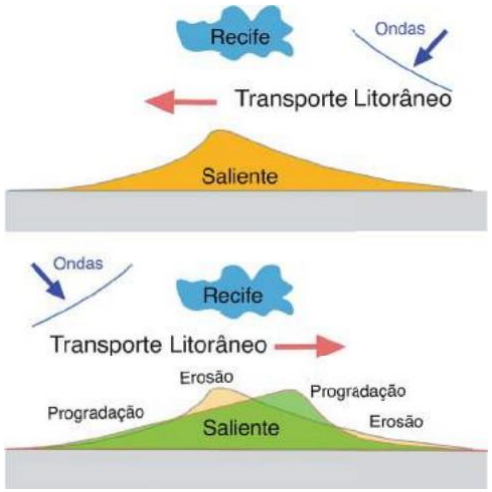


Figura 2: Formação na linha de costa de salientes.
Fonte: Panorama da erosão costeira no Brasil (Brasil, 2018).

Sendo assim, os ambientes recifais são uma primeira linha de defesa contra erosão através da atenuação das ondas e da produção e retenção de areia (ELLIFF e SILVA, 2017; FERRARIO et al., 2014). As cristas de recifes naturais em franja funcionam de forma muito semelhante a quebra-mares de crista baixa (BECK, LANGE, 2016), onde promovem a dissipação de ondas diminuindo a energia e promovendo a proteção da costa (GALLOP et al., 2014; ROGERS et al, 2013; SHEPPARD, 2005). Os ambientes recifais também geram muita areia de coral abastecendo as costas com areia gerada por forças físicas bem como a biota, por exemplo, Bellwood (1995).

É importante ressaltar que a erosão é um mecanismo natural de ambientes dinâmicos. A mesma é um fenômeno complexo, uma vez que envolve a ação direta ou indireta de diversos fatores, tais como as características oceanográficas, geológicas e geomorfológicas, os tipos de solos, clima, vegetação, além da interferência humana que modifica as condições naturais dos fatores supracitados (OLIVEIRA et al., 2019). É essa interferência humana que deve ser compreendida, mas devido à complexidade o resultado dessas interferências foi a geração de problemas cuja resolução é extremamente difícil, ou

mesmo, em muitos casos impossível, com consequências econômicas, sociais e ambientais de magnitude extremamente elevada (DIAS et al., 2005).

No entanto, poucos estudos sobre a dinâmica de mudança da linha de costa foram conduzidos no estado da Paraíba (MISHRA et al., 2020). Por exemplo, Barbosa et al. (1999) estimou o recuo da linha de costa, mas o estudo se restringiu a usar uma imagem do RADARSAT-1 para avaliar apenas uma área ao sul da Paraíba até 1996. Alves e Rossetti (2017) usaram imagens PALSAR/ALOS-1 para mapear a morfologia cúspide da planície costeira do norte da Paraíba e da foz do rio Soé-Tapira em relação ao Holoceno tardio, mas quase nenhuma pesquisa foi realizada no complexo litorâneo de João Pessoa, que é formado por três baías e passa por um intenso processo de urbanização (FURRIER e BARBOSA, 2017). A mais recente foi a de Tese de Moura (2008) que buscou classificar o litoral de João Pessoa (PB) quanto a sua vulnerabilidade à erosão costeira.

Na região dos ambientes recifais Moura (2008) descreveu que o trecho é constituído por praias estreitas com larguras máximas de 25 metros e limitadas por falésias vivas. Na porção sul do Cabo Branco, fica clara a existência de um processo erosivo intenso, evidenciado pela destruição de uma praça, sob o nome de praça de Iemanjá, e pelos constantes desmoronamentos de blocos das falésias vivas. Na praia do Seixas também são evidenciados indícios de intensa erosão costeira, com uma taxa de erosão de quase 2 metros/ano no período de 1985 a 2005 (MOURA, 2008).

Procedimentos Metodológicos

A análise da linha costeira foi realizada utilizando o módulo ShoreAnalyst do Coast Analyst System from Space Imagery Engine (CASSIE). Esse processador possui uma interface gráfica construída em JavaScript GEE API, o que permite criar e compartilhar códigos de forma livre. A CASSIE é uma ferramenta web de código aberto integrada à plataforma GEE, que oferece acesso direto a dados públicos de satélites internacionais.

Essa plataforma possibilita o mapeamento de linha costeira em escala planetária, desde que existam imagens de satélites disponíveis no banco de dados do GEE, e nelas são passíveis de interação entre água e terra, tanto no domínio espacial quanto temporal (Figura 3).

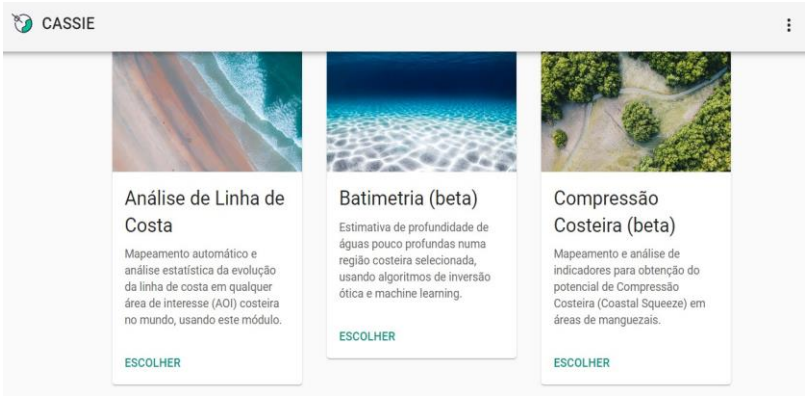


Figura 3: Vista inicial da plataforma CASSIE.
Fonte: CASSIE (2023).

Após a definição da linha de costa, o passo seguinte é a escolha do banco de imagens que será processado. As imagens disponíveis são das coleções Landsat e Sentinel. As imagens Landsat possuem resolução espacial de 30 m, com ciclos de capturas de 16 dias, e período de atividade de 1984 até o presente (2023). As imagens Sentinel possuem resolução espacial de 10 m, ciclos de captura de 5 dias, e período de atividade de 2013 até o presente (2023).

Para determinar a mudança na linha de costa foram usados ambos os satélites em busca de realizar uma cobertura maior da escala temporal de análise. Como as imagens utilizadas devem ter percentual de nuvem de 0%, isso reduz drasticamente a quantidade de imagens disponíveis para serem utilizadas na determinação da mudança da linha de costa.

Para reduzir o tamanho das imagens utilizadas, a plataforma permite que uma região de interesse possa ser definida pelo usuário, e que apenas esse recorte seja processado. Além disso, apenas as bandas espectrais específicas que são necessárias para a detecção da linha de costa (bandas vermelha, verde e infravermelha médio) são carregadas e usadas no processo.

Em seguida, são realizadas operações sequenciais para o pré-processamento das imagens, incluindo a criação de um mosaico de imagens (se necessário), a seleção da imagem por ano e o cálculo do percentual de nuvens. Essa porcentagem é obtida a partir das imagens utilizadas na análise, por meio do algoritmo CFMask para detecção de nuvens (FOGA et al., 2017).

Para determinar a mudança na linha de costa é necessário o uso de uma linha base determinada em campo ou digitalizada manualmente pelo usuário e serve como ponto de partida para todos os transectos lançados pela CASSIE. As estatísticas de linha de costa CASSIE (por exemplo, taxa de variação) são baseadas no método da distância da linha de base (LEATHERMAN e CLOW, 1983; THIELER et al., 1994).

Definição da linha base

A linha de base deve ser colocada no lado terrestre e a uma certa distância da linha de costa, para evitar interseção com qualquer linha de costa histórica, a partir da linha de base são selecionados a extensão e espaçamento entre os transectos de extração dos dados para a análise estatística. O espaçamento escolhido nesse estudo foi de 100 m com transecto de 1k de extensão.

A CASSIE aplica um algoritmo de detecção automática da linha de costa às imagens pré-processadas, que é realizado utilizando o Índice de Água de Diferença Normalizada (NDWI) aplicado a cada uma das imagens selecionadas:

$$NDWI = \frac{(NIR-GREEN)}{(NIR+GREEN)}$$

Onde NIR e GREEN são o reflexo do pixel SR na faixa infravermelha médio e na faixa verde, respectivamente. Quando a imagem NDWI resultante tiver um histograma bimodal claro (as duas classes, terra e água, são bem distintas na imagem), o corpo de água e a terra são classificados, usando um algoritmo de limiar de duas classes Otsu (OTSU, 1979).

Após a extração automática da linha costeira de todas as imagens selecionadas, a CASSIE calcula um conjunto de análises estatísticas para cada transecto individual, seguindo a abordagem usada no software Digital Shoreline Analysis System (DSAS) (THIELER et al., 2017), descrito abaixo por Franco (2021):

- Envelope de mudança de linha de costa (SCE): a distância (em metros) entre a linha de costa mais distante e mais próxima da linha de base em cada passagem. Apresenta uma distância (em metros), não uma taxa.

- Movimento Litoral Líquido (NSM): distância (em metros) entre as linhas costeiras mais antigas e mais jovens para cada transecto. Apresenta uma distância (em metros), não uma taxa.
- Taxa de Ponto Final (EPR): taxa de mudança de linha de costa (em metros/ano), calculada dividindo a distância do movimento da linha de costa pelo tempo decorrido entre a linha de costa mais antiga e a mais recente. Apresenta uma taxa de variação em metros/ano considerando a linha de costa mais antiga e a mais recente. Não leva em conta as datas intermediárias. Apresenta um valor de confiança, que é função das incertezas atreladas a cada linha de costa (ECI), (KLEIN et. al, 2016).
- Taxa de Regressão Linear (LRR): taxa de mudança de linha de costa (em metros/ano), baseada na inclinação da linha de regressão linear, e computada através do

ajuste de uma linha de regressão de mínimos quadrados a todos os pontos da linha de costa para todas as passagens. Apresenta uma taxa (metros/ano).

Classificação linguística

Para classificação linguística os intervalos serão divididos em classes considerando a legenda linguística aplicada por Esteves e Finkl (1998). Baseada no resultado do LRR: (acreção, estável, erodida e criticamente erodida) Tabela 1.

Tabela 1: Classificação das classes propostas por Esteves e Finkl (1998).

Status de alteração da linha costeira	**Condição do LRR**
Acreção	> 0,5 m/ano
Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
Erodido	−1 a −0,5 m/ano
Erodido criticamente	< −1 m/ano

Fonte: Esteves e Finkl (1998), adaptado.

Sendo possível realizar uma análise sobre a evidente mudança da linha de costa da área do recife do Seixas, na Figura 4 é possível entender de forma mais clara os métodos de execução aqui mencionados, para chegar a uma análise dos dados, é importante mencionar que em comparação o processamento de dados com as imagens com maior escala foi inferior aos dados com menor escala. E por ser uma ferramenta ainda em desenvolvimento ela mostra uma instabilidade nos dados muito grande. Mas foi de essencial importância seu uso na definição das linhas costeiras, pois, possibilitou uma validação para a técnica para áreas pequenas que necessitem de uma escala de detalhes muito grande.

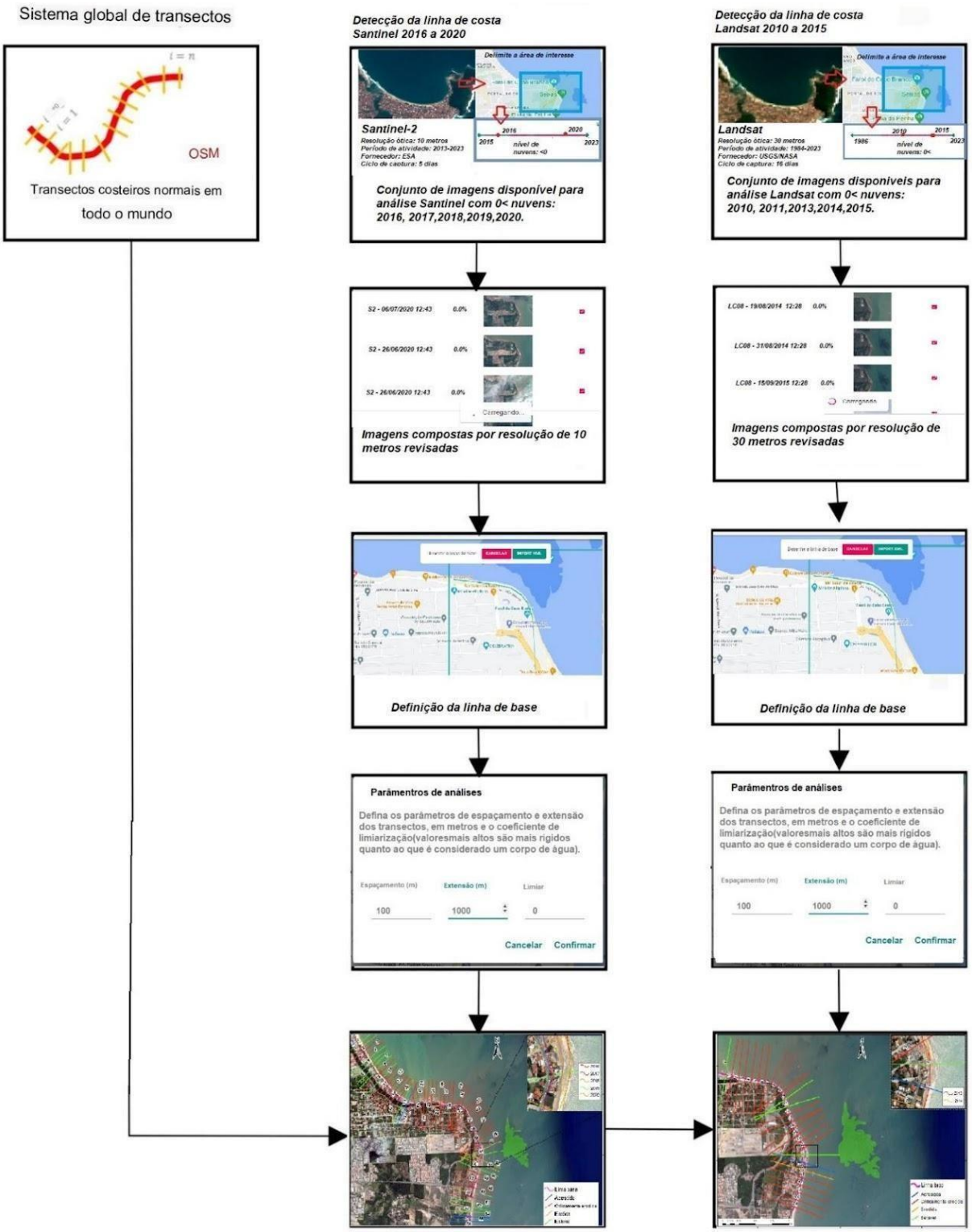


Figura 5: Procedimento de identificação da linha de costa com a CASSIE.
Fonte: Adaptado de Luijendijk (2018).

Resultados e Discussão

Conforme a metodologia, foi possível detectar os possíveis níveis de erosão da linha de costa nos respectivos anos de 2010 a 2015 com as imagens do Landsat, e dos anos de 2016 a 2020 com as imagens do Sentinel-2, respectivamente as análises seguem essa ordem. Para entender a variação da linha de costa partimos das classes aplicadas por Esteves e Finkl (1998). Baseada no resultado do LRR: (acreção, estável, erodida e criticamente erodida) que foram calculados, na tabela 2 é possível ver os dados para a análise com uso do Landsat, e para as análises com sentinel-2 a tabela 3.

Tabela 2: Resultado do status de alteração da linha costeira e do parâmetro de Esteves e Finkl (1998).

Transectos	LRR	Status de alteração da linha costeira	Parâmetro de Esteves e Finkl (1998)
0	0,00	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
1	-11,23	Criticamente erodida	< −1 m/ano
2	-15,02	Criticamente erodida	< −1 m/ano
3	-7,31	Criticamente erodida	< −1 m/ano
4	-8,61	Criticamente erodida	< −1 m/ano
5	-9,59	Criticamente erodida	< −1 m/ano
6	-9,61	Criticamente erodida	< −1 m/ano
7	-15,60	Criticamente erodida	< −1 m/ano
8	-13,46	Criticamente erodida	< −1 m/ano
9	-10,59	Criticamente erodida	< −1 m/ano
10	0,00	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
11	0,00	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
12	-8,42	Criticamente erodida	< −1 m/ano
13	-15,13	Criticamente erodida	< −1 m/ano
14	-16,73	Criticamente erodida	< −1 m/ano
15	-4,99	Criticamente erodida	< −1 m/ano
16	-3,98	Criticamente erodida	< −1 m/ano
17	-13,61	Criticamente erodida	< −1 m/ano
18	0,00	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
19	0,57	Acrescido	>0,5 m/ano
20	-0,51	Erodido	< −1 m/ano
21	-6,10	Criticamente erodida	< −1 m/ano
22	-14,25	Criticamente erodida	< −1 m/ano
23	-14,25	Criticamente erodida	< −1 m/ano
24	-5,41	Criticamente erodida	< −1 m/ano
25	-6,14	Criticamente erodida	< −1 m/ano

Fonte: Os autores (2023).

Os dados referentes à linha de costa, obtidos a partir das imagens do Landsat, revelaram um intenso processo de erosão ao longo dos transectos próximos ao ambiente do Seixas, com variação de até 1 m/ano de recuo em alguns trechos. Durante o período de 2010 a 2015, foram identificadas duas linhas de costa ao longo de 25 transectos para os anos de 2013 e 2014. Apesar das limitações da escala de análise, o uso da plataforma CASSIE possibilitou a observação de que os transectos 18 e 19, situados em frente ao ambiente recifal do Seixas (Figura 6), refletindo a influência significativa exercida por esse ambiente na linha de costa. “Meta-análises revelam que os recifes de coral fornecem proteção substancial contra riscos naturais, reduzindo a energia das ondas em uma média de 97%.

As cristas dos recifes sozinhas dissipam a maior parte dessa energia (86%) (FERRARIO et al, 2014). Os resultados obtidos confirmam essa afirmativa, uma vez que mesmo dentro do intervalo dos transectos analisados, que aponta um padrão de erosão crítica, esses transectos evidenciaram a relevância do ambiente recifal para a dinâmica costeira. Várias outras análises no mundo revelam essa relevância como: Costa et al, (2016) em recifes do Pernambuco, Jeanson et al. (2016), em Martinica no Caribe, e Faivre et al. (2020), na ilha de Efat, em Vanuatu.

É importante destacar que, para a utilização das imagens Landsat, na identificação de linhas de costa em pequenas áreas enfrentamos desafios significativos. As imagens Landsat possuem uma resolução espacial relativamente baixa, na faixa de 30 metros, o que pode resultar em uma representação imprecisa das características costeiras em escalas menores. Além disso, a presença de nuvens, cobertura vegetal densa e sombras podem obscurecer os detalhes costeiros nas imagens, dificultando ainda mais a identificação precisa das linhas de costa.

A dinâmica costeira, com a ação das marés, correntes e erosão, também pode causar alterações frequentes nas linhas de costa, tornando difícil capturar uma imagem precisa em um determinado momento. Portanto, embora as imagens Landsat sejam valiosas para análises de larga escala, a sua utilidade na identificação precisa de linhas de costa em áreas menores é limitada.

Outro fator importante é a localização da linha base, esta deve ficar a uma margem de distância que não seja confundida com a linha de costa e nem tão dentro do continente para não produzir dados irreais. Logo foi possível incessantemente realizar vários testes até chegar a um tamanho que de fato revela-se a realidade do ambiente, uma vez que na metodologia da plataforma Cassie não há uma indicação precisa sobre essa distância. Com os testes foi possível perceber que a distância de no máximo 500 m da praia, é uma distância ideal para a extração dos resultados.

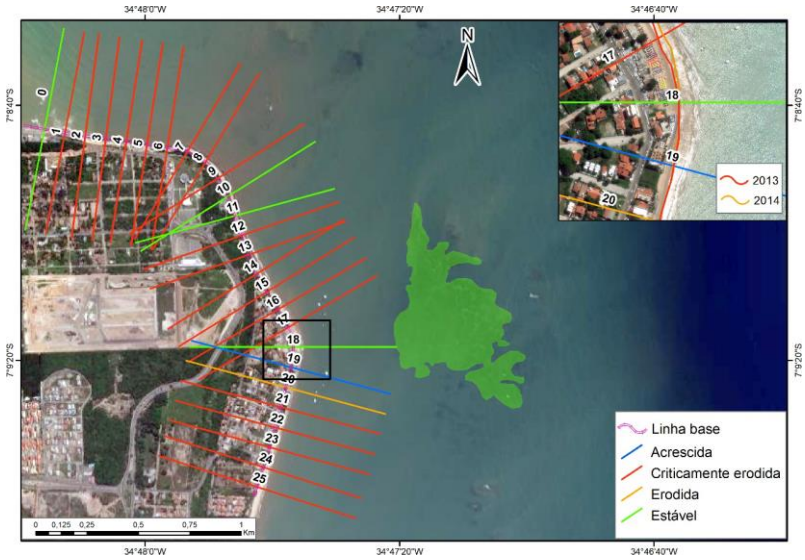


Figura 6: Linhas de costas Landsat 2013, 2014.
Fonte: Os autores (2023).

Os dados de linha de costa gerados pelas imagens Sentinel-2 entre o intervalo 2016 a 2020, obtiveram um processamento mais rápido, com a linha base de ao longo de 6 metros da praia partindo das imediações do rio cabelo mais ao sul, até o seguindo ao norte da costa pós falésia do Cabo Branco em meio a enseada. Foram gerados ao longo desses 6 km o total de 57 transectos. Estes mostraram (Tabela 3) que o quadro de erosão continuou à medida dos anos onde do intervalo analisado na costa a maioria das áreas revelaram estar sob forte ação erosiva. O percurso que revelou maior extensão de erosão foi do transecto 11 ao 40.

Tabela 3: Resultado das linhas de costas Santinel-2 com base nas classes aplicadas por Esteves e Finkl (1998). Baseada no resultado do LRR: (acreção, estável, erodida e criticamente erodida).

Transectos	LRR	Status de alteração da linha de costa	Parâmetro de Esteves e Finkl (1998)
1	0,17	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
2	-0,57	Erosão	−1 a −0,5 m/ano
3	-2,73	Criticamente erodido	< −1 m/ano
4	-2,55	Criticamente erodido	< −1 m/ano
5	0,22	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
6	0,21	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
7	0,17	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
8	0,31	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
9	-1,54	Criticamente erodido	< −1 m/ano
10	0,31	Criticamente erodido	−0,5 a 0,5 m/ano
11	-2,79	Criticamente erodido	< −1 m/ano
12	-2,52	Criticamente erodido	< −1 m/ano
13	-6,24	Criticamente erodido	< −1 m/ano
14	-1,11	Criticamente erodido	< −1 m/ano

15	-1,91	Criticamente erodido	< −1 m/ano
16	-1,43	Criticamente erodido	< −1 m/ano
17	0,37	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
18	0,89	Acrescido	>0,5 m/ano
19	-12,68	Criticamente erodido	< −1 m/ano
20	-12,43	Criticamente erodido	< −1 m/ano
21	-17,54	Criticamente erodido	< −1 m/ano
22	-18,69	Criticamente erodido	< −1 m/ano
23	-22,07	Criticamente erodido	< −1 m/ano
24	-28,38	Criticamente erodido	< −1 m/ano
25	-19,25	Criticamente erodido	< −1 m/ano
26	-11,83	Criticamente erodido	< −1 m/ano
27	-14,61	Criticamente erodido	< −1 m/ano
28	-19,14	Criticamente erodido	< −1 m/ano
29	-20,12	Criticamente erodido	< −1 m/ano
30	-14,97	Criticamente erodido	< −1 m/ano
31	-9,95	Criticamente erodido	< −1 m/ano
32	-3,33	Criticamente erodido	< −1 m/ano
33	-2,2	Criticamente erodido	< −1 m/ano
34	-3,97	Criticamente erodido	< −1 m/ano
35	-1,32	Criticamente erodido	< −1 m/ano
36	-2,11	Criticamente erodido	< −1 m/ano
37	-3,29	Criticamente erodido	< −1 m/ano
38	-4,65	Criticamente erodido	< −1 m/ano
39	-3,41	Criticamente erodido	< −1 m/ano
40	-3,04	Criticamente erodido	< −1 m/ano
41	-0,59	Erosão	−1 a −0,5 m/ano
42	0,11	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
43	-0,9	Erosão	−1 a −0,5 m/ano
44	-0,96	Erosão	−1 a −0,5 m/ano
45	-0,3	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
46	-1,34	Criticamente erodido	< −1 m/ano
47	-2,33	Criticamente erodido	< −1 m/ano
48	-2,74	Criticamente erodido	< −1 m/ano
49	-1,06	Criticamente erodido	< −1 m/ano
50	-0,83	Erosão	−1 a −0,5 m/ano
51	-1,15	Criticamente erodido O	< −1 m/ano
52	-0,04	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
53	0,22	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
54	0,41	Estável	−0,5 a 0,5 m/ano
55	0,6	Acrescido	>0,5 m/ano
56	0,79	Acrescido	>0,5 m/ano
57	0,94	Acrescido	>0,5 m/ano

Fonte: Os autores (2023).

Através da análise dos transectos (Figura 7), nota-se uma intensa atividade erosiva ao longo da linha de costa. Observando a faixa que abrange os transectos de 19 a 39, é possível identificar uma sequência de atividade erosiva crítica. No entanto, essa atividade é mitigada pela presença da formação do recife do Seixas, que oferece proteção à praia. O transecto central, número 41, revela estabilidade, indicando a influência benéfica do recife, como aqui já citado.

No entanto, os dois transectos subsequentes são classificados como apresentando atividade erosiva identificada. Ao se deslocar para o norte, nota-se uma maior erosão, enquanto ao sul, no transecto 45, é observada uma condição mais estável. No entanto, logo em seguida, é possível identificar um novo trecho com atividade erosiva. Dessa forma a influência do recife estaria diretamente, na porção dos transectos 40, 41, 42, 43, 44, 45, evidenciada na diminuição da energia das ondas sobre a costa. Burke e Spalding (2022) afirmam que as áreas protegidas por ambientes recifais fornecem uma cobertura limitada à sua extensão.

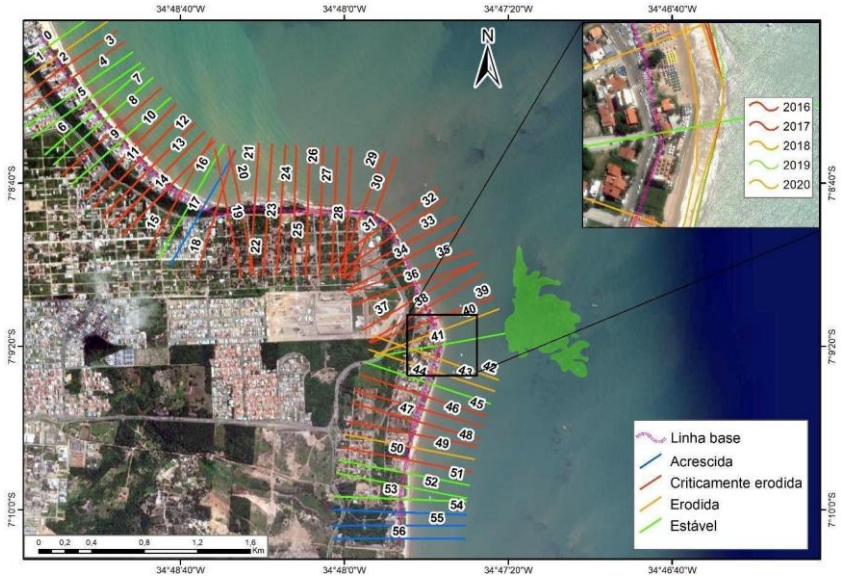


Figura 7: Linhas de costas anuais geradas com base em imagens Sentinel-2, para o período de 2016 a 2020.
Fonte: Os autores (2023).

Os resultados deste estudo evidenciaram a dinâmica da linha costeira ao longo de um período de 10 anos, permitindo a identificação do comportamento predominante de erosão crítica. Quando se considera a totalidade da faixa temporal analisada, é possível observar uma intensa dinâmica na região. Ao compararmos esses resultados com os obtidos por Santos (2022), verificamos que, embora tenham sido empregadas diferentes técnicas de execução, as conclusões acerca da linha de costa do município de João Pessoa na zona estudada são confirmadas, validando, assim, as análises realizadas. Podemos evidenciar que

fatores como a erosão costeira podem desencadear um processo de retroalimentação, onde a retirada de sedimentos expõe mais áreas à ação das ondas, intensificando a erosão e comprometendo ainda mais a estabilidade costeira. A compreensão dos processos que governam a erosão costeira e a implementação de medidas adequadas de gerenciamento e adaptação são essenciais para mitigar seus efeitos negativos e garantir a sustentabilidade das áreas costeiras.

Recentemente, a prefeitura do município de João Pessoa manifestou a intenção de desenvolver um projeto na área com base na técnica de engorda de praia, embasada na narrativa de uma intensa atividade erosiva local. Mas devemos aqui ressaltar que a problemática da engorda de praia reside em uma série de desafios e implicações que afetam sua eficácia e sustentabilidade como medida de proteção costeira. Um dos principais desafios é o custo financeiro envolvido na aquisição e transporte de grandes volumes de sedimentos necessários para a engorda. Além disso, a disponibilidade de sedimentos adequados pode ser limitada devido à extração excessiva de areia de leitos de rios e à redução causada pelas mudanças climáticas.

Ademais, a engorda de praia pode gerar impactos ambientais significativos, como a alteração de habitats naturais, a influência na qualidade da água e os efeitos negativos sobre os recifes de coral. Além disso, a eficácia a longo prazo da engorda de praia é incerta, uma vez que a erosão costeira é um processo contínuo e a manutenção constante pode ser necessária.

Considerando esses desafios, é fundamental buscar abordagens alternativas e uma gestão integrada da zona costeira para garantir a sustentabilidade e eficácia da proteção costeira.

Devemos aqui questionar que a atividade erosiva na área não justifica uma intervenção a este nível, uma vez que em áreas de falésias essa sinergia é natural. A definição de falésia utilizada por Ab'Sáber (1975, p. 18) destaca que uma falésia é um "paredão abrupto, originado pela erosão marinha (abrasão) na frente de pontas ou promontórios costeiros". Dessa forma, entender o processo natural da falésia como um problema a ser resolvido já inviabiliza a intervenção.

Segundo Alfredini (2005), o comportamento da solução de engenharia adotada deve ser avaliado considerando as condições extremas da região onde ela será inserida, pois somente assim se tem um parecer sobre as vantagens e desvantagens de determinada obra. Mas, antes de discutir a solução é importante discutir o problema, a intensa urbanização na faixa de praia historicamente vem trazendo danos ao meio ambiente. De acordo com Garcias e Sanches (2009), a atividade urbana constante provoca diversas alterações no ambiente, especialmente nos processos naturais, resultando em um aumento da exposição das cidades

a riscos e vulnerabilidades, tanto no aspecto social quanto ambiental. Dessa forma, para a cidade de João Pessoa a ocupação mal planejada da orla da capital, com o aditivo de construções feitas ao longo das décadas na área costeira estaria impulsionando o processo de erosão natural da área.

Considerações Finais

Partindo da avaliação da dinâmica de mudança da linha costeira da face da praia do Seixas entre os anos de 2010 e 2020, foi possível concluir que essa área possui uma intensa atividade erosiva, e que a influência do ambiente recifal sobre essa linha costeira é de extrema importância, uma vez que esses ambientes desempenham um papel crucial na dinâmica da linha de costa, contribuindo de forma significativa para sua estabilidade e proteção contra processos erosivos. Os ambientes recifais atuam como barreiras naturais, dissipando a energia das ondas e reduzindo a intensidade do impacto direto sobre a linha de costa. Essa função de proteção costeira é especialmente relevante em áreas suscetíveis à erosão costeira, caso da área analisada.

Referências

AB'SÁBER, A. N. Formas de relevo: Texto básico. São Paulo: Ed. FUNBEC/Edart, 80p., 1975.

ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. Obras e Gestão de Portos e Costas. 2. Ed. Edgard Blucher, 2009.

BECK, M.W, LANGE, G. M. Gerenciando costas com soluções naturais: Diretrizes para medir e valorizar os serviços de proteção costeira de manguezais e recifes de coral. Ed. O Banco Mundial, 2016.

BELLWOOD, D. Transporte de carbonato e padrões dentro do recife de bioerosão e liberação de sedimentos por peixes-papagaio (família Scaridae) na Grande Barreira de Corais. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES, v. 117, p. 127–136, 1995.

BIRD, E.C.F. Coastal Geomorphology: An introduction. 2nd edition. Chinchester. Ed. Wiley and Sons. 2008.

BRASIL. IBGE, (2023). Estimativa da população 2020 Rio: IBGE, 2010. 100 p. Disponível em: https://censo2020.ibge.gov.br/. Acesso em: 01 Julho 2023.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Manual de monitoramento Reef Check Brasil 2018

/Autoras: Beatrice Padovani Ferreira, Ana Lídia Bertoldi Gaspar, Mariana Sofia Coxey, Ana Carolina Grillo Monteiro – Brasília, Ed. MMA, 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Planejamento (org.). Projeto orla: fundamentos para gestão integrada. 2º edição. Brasília: Ed. Brasil, 2006.

BURKE, L., SPALDING, M. 2022. Shoreline protection by the world's coral reefs: Mapping the benefits to people, assets, and infrastructure. Marine Policy, v.146, p.105311.

CARRIÇO, J. M.; PINHO, R. M. L. A urbanização na zona costeira e os impactos ambientais – o caso da rmbs no estado de SÃO PAULO. LEOPOLDIANUM, v. 47, n. 131, p. 20–20, 2021.

DIAS, R. Introdução ao turismo. São Paulo: Ed. Atlas, 2005.

DOMINGUEZ, J. M. L.; NEVES, S. M.; BITTENCOURT, A. C. S. P.; GUIMARÃES, J. K. PARAÍBA. In: MUEHE, Dieter (org.). PANORAMA DA EROSÃO COSTEIRA NO BRASIL.

Brasilia: Ministério do Meio Ambiente – Mma, 2018. p. 327-344.

DOYLE, L. J.; SHAWMA, D. C.; HIM, A. C.; PILKEY JR., O. H.; NEA, W. J.; PILKEY, O. H.;

MARTIN, D., BELKNAP, D. F. Living with the West Florida shore. In: O. H. pilkey Jr. and W. I. Neal (eds) Living with the shore. North Carolina, Duke University Press, 255p. 1984.

ELLIFF, Carla I.; SILVA, Iracema R.. Coral reefs as the first line of defense: shoreline protection in face of climate change. Marine Environmental Research, v. 127, p. 148-154, 2017.

ESTEVES, L. S; FINKL, C. W. The problem of critically eroded areas (CEA): An evaluation of Florida beaches. Journal of Coastal Research, v.30 n. 26, p.11–18, 1998.

FERRARIO, F. et al. The effectiveness of coral reefs for coastal hazard risk reduction and adaptation. Nature Communications, v. 5, n. 1, p. 3794, 13 maio 2014.

FOGA, Steve et al. Cloud detection algorithm comparison and validation for operationalLandsat data products. Remote sensing of environment, v. 194, p. 379-390, 2017.

FRANCO, B. J. Análise do Índice de Vulnerabilidade Costeira no setor Oeste da Região Metropolitana de Fortaleza. 2021. 42 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas) Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

FURRIER, M., SOUZA, A., LAVOR, L. Environmental analysis and legal bases for coastal area evaluation: the Seixas beach sample – PB. Journal of Urban and Environmental Engineering, v.11, n. 2, p. 231-39. 2017.

GALLOP, SL, YOUNG, IR, RANASINGHE, R. et al. A influência em larga escala da matriz da Grande Barreira de Corais na atenuação das ondas. Coral Reefs, v. 33 , p. 1167–1178. 2014.

GARCIAS,C.M.; SANCHES,A.M. Vulnerabilidades sócioambientais e as disponibilidades hídricas urbanas: levantamento teórico-conceitual e análise da Vulnerabilidade ambiental aplicada à região metropolitana de Curitiba - PR Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo, v. 10,n. 2,p. 96-111. 2009.

IBGE, Censo demografico 2010. Rio: IBGE, 2010. 100 p.. Disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/. Acesso em: 07 abr. 2010.

KLEIN, A.H.F., SHORT, A.D., BONETTI, J. Santa Catarina beach systems. In: SHORT, A.D AND KLEIN, A.H.F. (eds), Brazilian Beach Systems. Springer Coastal Research Library. 2016.

LEATHERMAN, SP, e B. CLOW. "Projeto de mapeamento da costa UMD." Boletim da Sociedade de Geociências e Sensoriamento v0, n. 0. P. 5-8.

MISHRA, M. ; SUDARSAN, D. ; KAR, D. ; NAIK, A. K. ; D., Prabhu Prasad ; SANTOS, Celso A.G. ; SILVA, Richarde Marques . The development and research trend of using dsas tool for shoreline change analysis: a scientometric analysis. Journal of urban and environmental engineering (UFPB), v. 14, p. 69-77, 2020.

MOURA REIS, C.M.. NEUMANN, V. H. DE M. L., VIANA DE LIMA, E.R. Vulnerabilidade do litoral de João Pessoa (PB) à erosão costeira. Estudos Geológicos. v. 18 (2), p. 26 -36. 2008.

MUEHE, Dieter. Critérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da Orla Costeira para fins de Gerenciamento. Revista Brasileira de Geomorfologia, Brasília, v. 2, n. 1, p.35-44, set. 2001.

OLIVEIRA SOARES, M., TEIXEIRA, C.E.P., FERREIRA, S.M.C., GURGEL, A.L.A.R., PAIVA,

B. P., MENEZES, M.O.B., DAVIS, M., TAVARES, T.C.L. (2019). Thermal stress and tropical reefs: mass coral bleaching in a stable temperature environment? Marine Biodiversity, v.49, p.2921–2929.

OTSU, N. A threshold selection method from grey-level histograms. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics. 1979, vol. 9, no. 1, pp. 41–47.

PARAÍBA (Estado). Decreto nº 15149, de 19 de fevereiro de 1993. Cria o Projeto Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado da Paraíba, institui a Comissão Estadual do Zoneamento Ecológico-Econômico e dá outras providências. Decreto. Disponível em: <http://www.sudema.pb.gov.br/legis_files/decreto15149.html>. Acesso em: 07 abr. 2022.

ROGERS JS, MONISMITH SG, FEDDERSEN F, STORLAZZI CD. Hydrodynamics of spur and groove formations on a coral reef. Journal of Geophysical Research: Oceans. p.3059-3073. 2013.

SANTOS, C.A.G., NASCIMENTO, T.V.M., MISHRA, M., SILVA, R.M. (2021). Analysis of long and short-term shoreline change dynamics: A study case of João Pessoa city in Brazil. Science of the Total Environment, n.768, p.144889. 2021.

SHEPPARD, C. et al. Coral mortality increases wave energy reaching shores protected by reef flats: Examples from the Seychelles. Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 64, n. 2, p. 223–234, 1 ago. 2005.

SOUSA, Paulo Henrique Gomes de Oliveira. Erosão Costeira. São Paulo: Instituto Oceanográfico de São Paulo, 2013.

THIELER E., HIMMELSTOSS E., ZICHICHI J. E ERGUL A. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) versão 4.0 – Uma extensão ArcGIS para cálculo da alteração da linha costeira (ver.4.4, julho de 2017): U.S. Geological SurMuito. p.2008-1278, 2017.

THIELER Robert, WILLIAM W. Danforth. “Historical Shoreline Mapping (I): Improving Techniques and Reducing Positioning Errors.” Journal of Coastal Research, vol. 10, no. 3, 1994, p. 549–63.

Análise da Paisagem Urbana do Bairro do Recife Antigo a partir do método Townscape

Analysis of the Urban Landscape of Recife Antigo neighborhood from the Townscape method

Joana Gabrielly Carias do Nascimento
Universidade Federal de Pernambuco
0009-0003-0090-0842
joanacarias97@gmail.com

Lígia Albuquerque de Alcântara Ferreira
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0001-6117-2365
ligia.alcantara@ufpe.br

Lucas Costa de Souza Cavalcanti
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0001-9096-138X
lucas.cavalcanti@ufpe.br

Resumo: O presente trabalho apresenta uma análise da paisagem urbana do Bairro do Recife, localizado no município de Recife – PE, Região Nordeste do Brasil. Sabendo que o relevo da área de estudo é caracterizado por planícies marinhas com presença de corpos hídricos, foi aplicado o método Townscape que representa de forma cartográfica cada setor da paisagem, a suas mudanças e a situação atual de cada setor. Os resultados confirmam que categorização geográfica da paisagem vai além da estética visual, detalha as movimentações e as transformações que acontecem na forma do uso do solo possibilitando compreender a evolução ocorrida na gestão do espaço.

Palavras-chave: Paisagem; Recife; Townscape.

Abstract: The present work presents an analysis of the urban landscape of Bairro do Recife, located in the city of Recife - PE, Northeast Region of Brazil. Knowing that the relief of the study area is characterized by marine plains with the presence of water bodies, the Townscape method was applied, which cartographically represents each sector of the landscape, its changes and the current situation of each sector. The results confirm that the geographic categorization of the landscape goes beyond visual aesthetics, detailing the movements and transformations that occur in the form of land use, making it possible to understand the evolution that occurred in space management.

Keywords: Landscape; Recife; Townscape.

Introdução

No campo da ciência geográfica o conceito de paisagem é um dos mais antigos a ser estudado. Em muitas definições a paisagem contempla apenas os aspectos físico-naturais. Em uma abordagem mais ampliada, Swanwick (2002) conceituou a paisagem como a relação entre as pessoas e o lugar, resultando na maneira em que diferentes componentes naturais (geologia, solo, clima, fauna e flora) e culturais (uso do solo histórico e atual, assentamentos e intervenções humanas) interagem e são percebidos.

O trabalho de Simensen, Halvorsen e Erikstad (2018) mostra que os estudos de cartografia e caracterização de paisagens possuem ao menos duas formas de abordagem,

uma biofísica e outra holística. Na primeira enfatiza-se a constituição da paisagem como sistema ambiental (ou geossistema, em algumas propostas), valorizando-se atributos físico-naturais e ecológicos. Na segunda o foco está na transformação das paisagens pela ação humana, sobretudo considerando variáveis econômicas, políticas, sociais e culturais.

Marques Neto (2023) aponta que é preciso separar o chamado geossistema e sua expressão nas unidades de paisagem. Na visão do geógrafo Georges Bertrand, a paisagem deve analisada de forma integrada, através da abordagem Geossistema-Território-Paisagem (GTP) que foi criada pelo autor para inserir a figura do homem na paisagem. De outro modo, pode-se falar num caráter de cada paisagem, que pode ser resumido como o resultado da ação dos fatores naturais, humanos e suas inter-relações (SWANWICK, 2002).

No âmbito dos estudos da paisagem urbana, a noção de Townscape constitui um caminho fértil para a compreensão ampla das transformações produzidas pela sociedade em seu movimento histórico. Segundo Cullen (1961) “o ponto de referência da abordagem paisagística, é a capacidade individual de percepção visual: a cidade como objeto da percepção dos seus habitantes.” Nessa perspectiva podemos afirmar que, para o planejamento urbano funcionar, a estrutura da paisagem deve estar alinhada com as ações, as funções que a sociedade imprime sobre as edificações.

Quando tratamos do caráter da paisagem, podemos inferi-lo como uma ferramenta de planejamento para a cidade em que ele se aplica. Sendo assim, para analisar em si o caráter de uma paisagem, neste estudo foi adotada a abordagem holística, que considera a paisagem como um mosaico que contém diferentes tipos de áreas, que no decorrer da análise se caracterizam pela apresentação da sua identidade, mapeamento e a descrição propriamente dita (ANTROP; VAN EETVELD, 2017). Dessa forma o objetivo geral deste trabalho é analisar o caráter da paisagem urbana do Bairro do Recife, de forma a garantir que seja possível identificar a movimentação da gestão territorial a partir da setorização do espaço geográfico.

Materiais e métodos

A metodologia adotada no estudo se baseia na abordagem de avaliação do caráter da paisagem (Landscape Character Assessment) utilizando Townscape. O método tem como propósito “mostrar que, assim como a reunião de pessoas cria um excedente de atrações para toda a coletividade, também um conjunto de edifícios adquire um poder de atração visual a que dificilmente poderá almejar um edifício isolado” (CULLEN, 1961).

A avaliação do caráter da paisagem no contexto urbano iniciou com pesquisas para conhecimento detalhado da área de estudo, dos elementos que a compõe e tudo que se pode considerar parte da paisagem. Para tanto, foi utilizado o método que apresenta os dados em

uma abordagem qualitativa, o qual se apresenta por meio de percepções, atitudes do humano para com a paisagem e categorias que esta possa se encaixar. Também foi produzida, através da abordagem escolhida, uma ilustrativa cartografia setorizada.

O caráter da paisagem é mapeado por sua hierarquia, à medida que identificamos as idades das edificações, o contexto do estudo de como surgiu o bairro é apresentado de forma clara, para então setorizá-lo, uma vez que, o Townscape pode variar bastante de caráter e de estilo, levando em consideração a geografia, história e o patrimônio cultural. Para Martinelli e Petrotti (2001), as representações cartográficas são a pura realização de um fator social, uma vez que, essas representações se tornam um produto do raciocínio humano na busca da realidade concreta. Ou seja, é através da visualização que é possível identificar falhas e acertos.

Dentre os materiais utilizados estão as ortofotos do Projeto Pernambuco Tridimensional (PE3D) disponíveis gratuitamente no site http://www.pe3d.pe.gov.br/ e o software de processamento de dados geográficos Qgis (versão 32.22.2). Também foi realizado o trabalho de campo para validação das informações documentais coletadas.

Sendo assim, foram aplicadas as seguintes etapas metodológicas para setorizar a paisagem da área de estudo: i) identificação e mapeamento da área de estudo; ii) identificação das formas de uso de solo das principais edificações que estruturam o bairro; iii) classificação dos setores identificados; iv) aplicação da técnica Townscape com a base de informações e dados apurados para a organização da paisagem de forma cartográfica; e por fim, v) agrupamento dos resultados obtidos para identificar caráter atual da paisagem do bairro.

O bairro do Recife e seus aspectos ambientais

O bairro estudado é uma área estratégica no contexto político da Cidade do Recife-PE, apesar de atualmente ter uma formação espacial de ilha, esta não foi instituída pela natureza, mas sim por acidente, pois, até o século XX existia um Istmo que ligava o Porto do Recife a Vila de Olinda, e com as grandes construções esse Istmo foi atingido e rompido de maneira não proposital, ou seja, a paisagem do bairro foi/é modificada de acordo com a gestão territorial da área.

Ainda se tratando do Bairro do Recife Antigo (Fig. 1), algumas características são importantes serem mencionadas como: ser banhado pelo Oceano Atlântico e ao dispor tendo seu relevo plano, podemos caracterizá-lo como planícies litorâneas, fruto do processo constante de transporte e deposição de sedimentos realizado pelo mar e pelos rios da cidade, uma vez que a ilha do Recife Antigo também tem em seu entorno os rios Capibaribe e Beberibe, ou seja, geograficamente o bairro é muito rico em seus aspectos.

Diante da teoria dos sistemas e tratando da cidade do Recife, podemos fundamentar o geossistema numa perspectiva urbana. O geossistema traz consigo a função de permitir que a geografia avalie um determinado espaço (unidade de paisagem) levando em consideração o seu ambiente em geral. Sabendo disso, analisar o caráter da paisagem do Bairro do Recife Antigo faz com que seja englobado além da parte natural, a perspectiva social e econômica.

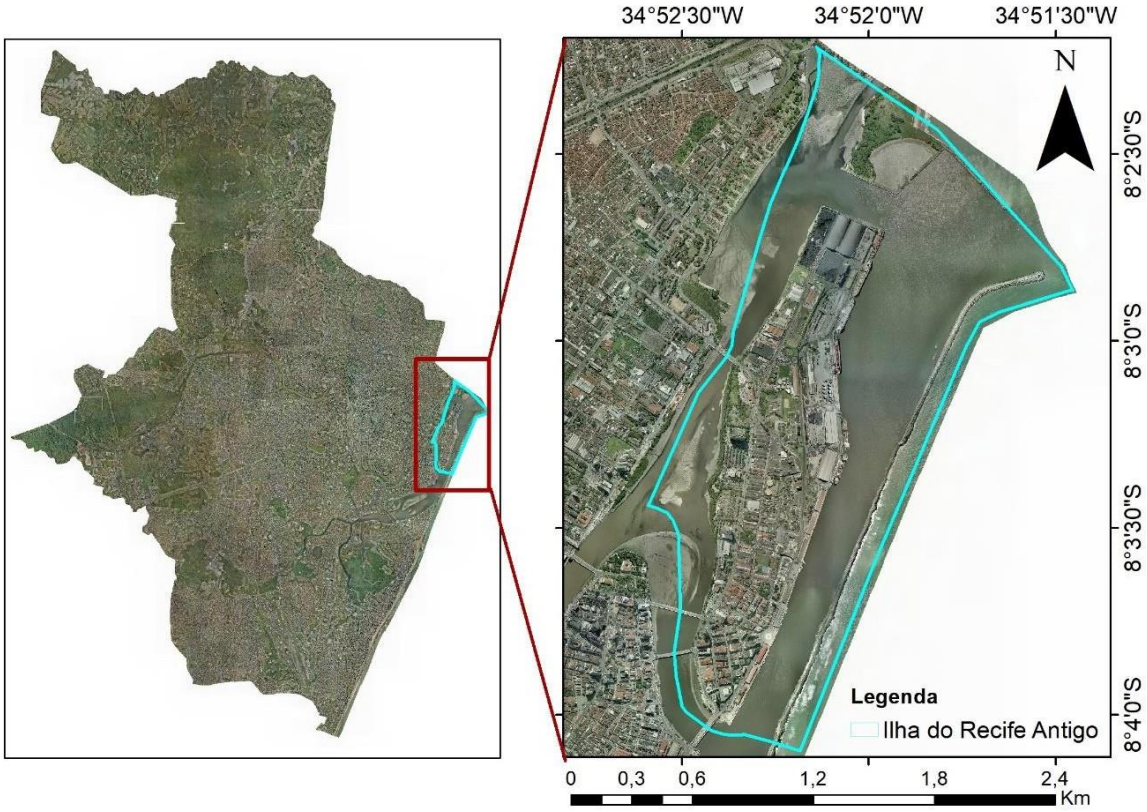
É preciso pontuar que diante do processo que abrange as áreas urbanas, o microclima é visto como um grande influenciador, sobretudo quando se trata de regiões metropolitanas como é o caso da cidade do Recife. Ao se referir ao clima podemos dizer que os aspectos da energia da área urbana também são importantes, uma vez que, mesmo esse tendo características peculiares possuem balanços semelhantes a energia encontrada nos desertos. Para entender essa energia que interfere no clima e como ele interfere na paisagem, precisamos compreender o que acontece na prática para que realmente ocorra todo esse ciclo de interferência e envolva a dinâmica do geossistema no espaço urbano. Quando avaliamos a paisagem, é possível verificar que o fator climático uma vez levado em consideração pode alterar completamente o caráter da paisagem em diferentes estações.

Não somente o clima em si, como também é considerado o asfalto e sua cobertura de concreto, a impermeabilidade da água que se torna inviável, e quando se refere a cidade do Recife, uma única tempestade pode apresentar um cenário de alagamento devido a ambientes predominantemente de planícies e de baixa declividade. A paisagem está intrinsecamente ligada ao aspecto geomorfológico que é dinamizado através do clima.

É através dos aspectos geomorfológicos que é constituído um importante método para uma análise ambiental, mesmo em um ambiente urbano, pois é através das informações geomorfológicas que propostas de planejamento, tendo como base o conhecimento citado, possa ordenar de forma consciente o uso da terra/espaço.

Segundo Joazadaque, Corrêa e Girão (2017), o Bairro do Recife, é classificado pelo relevo de planície marinha e de corpos hídricos e canais fluviais, sendo o primeiro citado responsável pela erosão, transporte e acumulação de sedimentos através das propagações das ondas ao longo do litoral e por conseguinte o relevo de corpos hídricos é fundamental para que a drenagem tanto do bairro como da cidade do Recife funcione.

Figura 1 – Mapa de localização do Bairro do Recife Antigo.



Fonte: A autora (2023).

Estrutura Cartográfica e Townscape

O bairro do Recife começou a se estruturar com relação a organização cartográfica atual por volta dos anos de 1900, e quando nos referimos a essa organização que deu origem ao caráter da paisagem, uma vez que, foi justamente nesse período que a Cidade passava por um processo de modernização, sendo cerca de 1/3 dela foi demolida ou aterrada para dar origem ao conjunto paisagístico atual.

Diante disso, podemos afirmar que pouquíssimas edificações que não são deste período (depois de 1900) ainda estão de pé. Algumas obras importantes que fizeram parte do pontapé inicial são: a reforma do Porto; molhe de Olinda, na altura da Fortaleza do Buraco; e a construção do cais, serviços de dragagem; linhas férreas, etc.

O Istmo que ligava Recife à Olinda foi rompido devido ao mal planejamento na execução de algumas obras já mencionadas, especificamente o Molhe de Olinda e por conseguinte a expansão do aterro do Porto do Recife.

Diante dos fatos mencionados, é necessário entender que a paisagem independente da sua fase, sempre vai ser paisagem e objeto de estudo, pois, é levado em consideração a parte espacial, temporal, como também a parte objetiva e subjetiva do espaço e além disso

quando se trata do Bairro estudado a questão material, cultural e simbólica se destaca em face da junção dos seus elementos que são analisados.

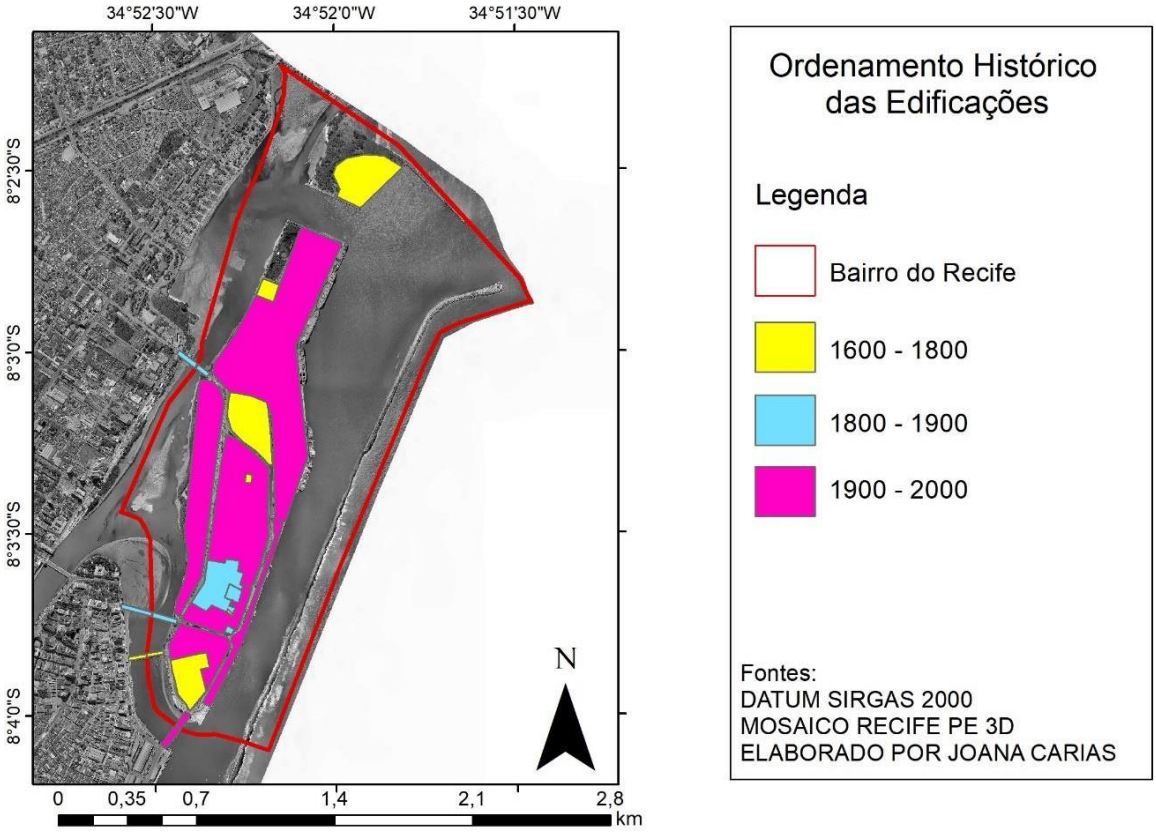
Ao analisar a Planta da Cidade (fig. 2) que apresenta uma primeira imagem do bairro e mais adiante na figura 3, a qual mostra uma hierarquia das edificações existentes no Bairro atual, é possível comparar a dimensão que os aterros e demolições que aconteceram dentro do Bairro do Recife, houve uma reconstrução geral, sendo mantidos apenas poucos edifícios anteriores.

Figura 2 – Planta da Cidade do Recife de 1906.

Fonte: Arquivo Público Estadual de Pernambuco (1906).

Diante da cartografia inicial do Bairro do Recife, colocaremos em prática a metodologia do “Townscape” para compreender como foi formada a paisagem urbana da área estudada. O Townscape se resume em nada mais do que na aparência visual de uma cidade ou mesmo de uma área urbana específica, como é o caso do Bairro analisado.

Figura 3 – Hierarquia histórica das edificações do bairro do Recife Antigo.



Fonte: A autora (2023).

Ordenar ou organizar a paisagem através da sua idade é identificar a base do espaço geográfico, em que é possível visualizar onde existia espaços vazios ou naturais, ao observar a cartografia da paisagem e as que forma que os espaços são preenchidos, transformando assim o caráter da paisagem. Exemplo disso, é a comparação da figura 2 com a figura 3, sendo possível identificar a grande proporção de aterro na fig. 3, aumentando a extensão urbana do bairro.

Pode-se inferir a partir da figura 3, um dos resultados efetivos na transformação da paisagem ocorrendo por volta dos anos de 1900, uma vez que, percebido o poder da terra, clima, e todos os aspectos geográficos favoráveis para a expansão do mercado, as construções de grande porte iniciaram-se para alterar mesmo que inconscientemente o caráter da paisagem.

Apesar do bairro ter sido reconstruído a partir do ano de 1900, o intuito de hierarquizar a paisagem por séculos, se deu pelo fato de que na paisagem atual ainda são encontradas edificações originais que resistiram ao movimento de modernização e consequentemente essas não podem ser generalizadas no contexto da paisagem.

Setores da Paisagem

Na perspectiva de setorizar uma paisagem urbana, constata-se que o adensamento populacional é efetivamente elevado, porém ao observar em primeira vista o mapa hierárquico do Bairro do Recife (fig.3) e do mapa de uso de solo (fig. 4), apesar de se desenvolver estruturalmente a partir dos anos de 1900, a sua estrutura é voltada quase que exclusivamente para a economia, logo, a estrutura paisagística urbana do Bairro é fora do comum.

Para tratar dos setores da paisagem infere-se que estes são baseados na dinâmica do uso do solo. E além disso, no caso do Bairro do Recife os setores da paisagem por ser predominantemente urbano, o qual é segregado em setores residenciais, ruas arborizadas, vias de transportes, como também as movimentações nas ruas, ou seja, toda essa setorização da paisagem tem uma finalidade importante no planejamento urbano e gestão territorial.

Em trabalho de campo foi constatado que, apesar do espaço ser voltado em sua grande parte para a economia, podemos subdividir essa economia em outros setores para assim como na hierarquia, não generalizar a paisagem como um único setor. Diante disso, classifica-se o Bairro nos seguintes setores:

1 - Setor Histórico Cultural

2 - Setor de Serviços

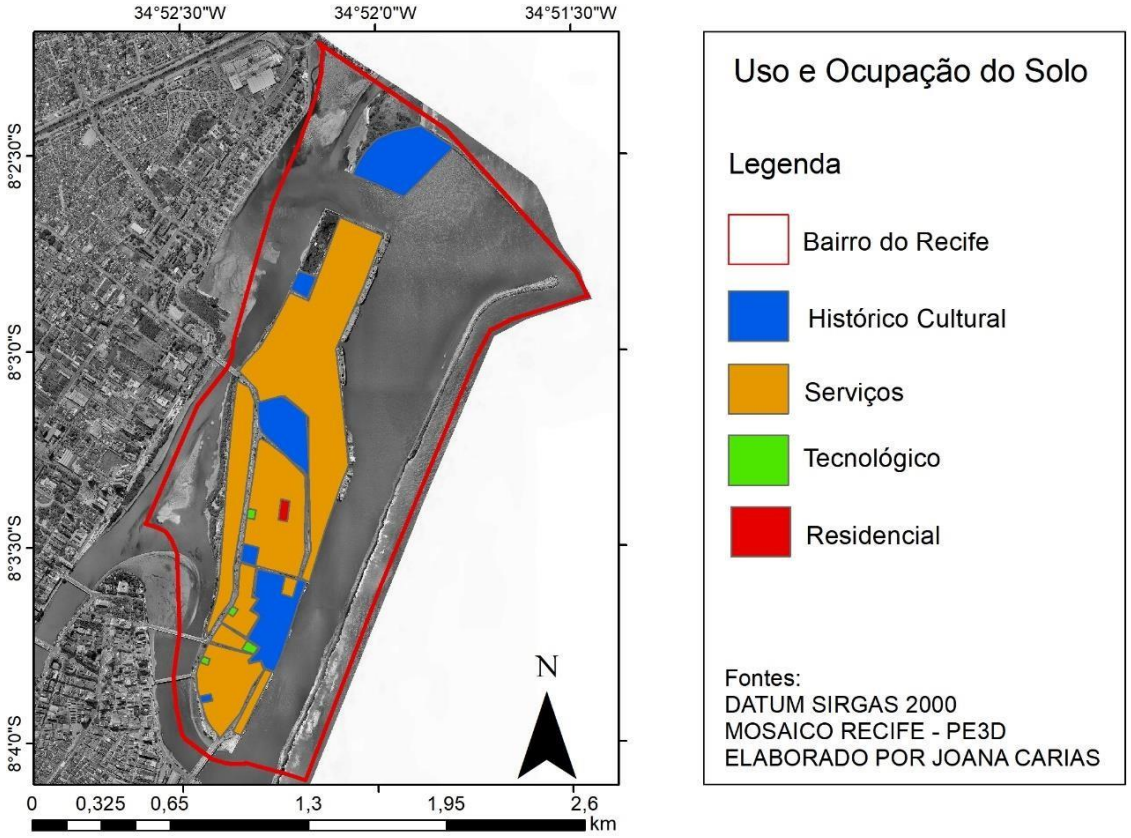
3 – Setor Tecnológico

4 - Setor Residencial

Essa divisão acima deu origem ao mapa de setorização da paisagem apresentado a seguir na figura 4, uma vez que, utilizada a técnica do Townscape os espaços são apresentados de maneira visualmente organizada. Ademais, será apresentado detalhadamente cada setor identificado e quais as características que moldam o caráter da paisagem.

A apresentação do mapa na figura 4, é um típico exemplo prático do movimento Townscape, pois, estudar a paisagem através do uso do solo, é estudar a categoria geográfica que perpassa o tempo e se prolonga para discursões atuais como o desenvolvimento do ambiente urbano. O caráter da paisagem é sistematizado pelos seus elementos, ganhando sentido.

Figura 4 – Mapa de uso e ocupação do solo.



Fonte: A autora (2023).

Setor Histórico Cultural

No início do século XX, Recife viveu um crescimento acelerado e com isso o bairro do Recife Antigo também foi atingido, ocorrendo por volta dos anos de 1907 quando iniciou as grandes obras já citadas. No entanto, em 1998, o conjunto arquitetônico, urbanístico e paisagístico do Antigo Bairro do Recife foi tombado pelo IPHAN.

A partir desse fato, esse tombamento incluiu: igrejas, palácios, conventos, prédios, fortalezas, entre outras obras que representam cada fase da capital de Pernambuco. O bairro do Recife é sem dúvidas um dos principais bairros históricos da cidade e traz nas suas fachadas uma imagem que nos remete ao passado. Com isso, atrativos históricos, ganha força pelo turismo e movimenta a economia local. Ou seja, a paisagem histórica é o principal foco desse setor.

Setor de Serviços

Que a paisagem é composta por todos os elementos existentes no ambiente não é novidade, mas saber que o setor de serviços faz com que a paisagem ganhe movimentos é um fator primordial para compreendê-la.

Quando tratamos desse setor no Bairro do Recife Antigo, em suma, obtemos pontos como, o do edifício em que funciona a prefeitura da cidade, Bancos, e algumas edificações que também compõe a economia. Com isso, podemos afirmar que, se o uso do solo alterar com o tempo também será alterada o sentido da paisagem, não o estético, mas sim o funcionamento e a dinâmica, por isso, a importância de compreender o caráter de cada espaço ocupado.

Na geografia quando se estuda a paisagem nem sempre o que é visto (visual) é o que de fato existe, dessa forma, podemos presumir que o setor de serviços do bairro só existe porque tem pessoas para movimentá-lo, é o setor que mais se precisa de movimento para existir, seja ele, movimento econômico, político, comunitário, social, entre outros diversos movimentos que dão vida ao bairro.

Setor Tecnológico

Na última década o campo tecnológico tem ganhado cada vez mais espaço no Bairro do Recife, algumas escolas de tecnologia de ponta estão ocupando prédios históricos afim de promover a inovação. Com isso, a paisagem em si não se altera, somente a maneira do uso do solo é alterada, pois esse setor se adequar aos espaços e edificações já existentes, inclusive a sua grande maioria funciona em edifício tombado.

Diante disso, podemos concluir que a tecnologia não precisa chegar destruindo todo o passado, uma vez que foi preciso a existência desse para conseguir o patamar atual, a tecnologia pode encontrar uma melhor forma de desenvolver, preservando o espaço e atraindo cada vez mais olhares para uma paisagem que poderia ser “escondida” por não ter fins, e a tecnologia passa dá sentido ao espaço.

Setor Residencial

A paisagem residencial é uma das que mais se destaca no estudo do espaço urbano, porém seria contraditório afirmar esse fato no Bairro do Recife, pois, se comparar a outros bairros da cidade, existe um número pequeno de pessoas que resistem a falta de saneamento básico, infraestrutura e vivem em precariedade extrema, sob uma situação que são diariamente “expulsos” pelo poder público.

A Comunidade do Pilar, é o único conjunto residencial existente no espaço do bairro, no entanto, como a localização da comunidade é bem central e o bairro é um ponto turístico, a comunidade não tem nenhum reconhecimento nem privilégio. O que se entende diante do que é encontrado é que a gestão territorial por parte política é apenas para desenvolver a economia e “expulsar” os residentes locais.

Dessa maneira, a paisagem que o Bairro apresenta é contraditória a todos outros setores já apresentados, não há preservação e o descaso acontece de propósito para que as pessoas se desloquem da sua área de origem.

Funções das Edificações

Na paisagem urbana, principalmente quando se trata de uma área importante para determinada cidade, como é o caso do Recife Antigo, as edificações têm relevância para a dinâmica da gestão territorial do bairro, pois, é o uso do solo que dá sentido a paisagem. E um edifício pode ser visto de diferentes maneiras, durante um período temporal devido as atividades que nele funcionam, como por exemplo, podemos citar o Paço Alfândega que inicialmente não tinha a função que apresenta na atualidade.

Figura 5 – Linha do tempo da edificação Paço Alfândega.

Fonte: A autora (2023).

A partir da linha do tempo da Edificação do Paço alfândega, observa-se que ele passou por três mudanças com relação a sua função, primeiramente tinha uma função residencial como convento dos religiosos, no entanto em 1826 quando a economia local respirava as exportações da cana-de-açúcar, ele foi transferido para ser cede da Alfândega de Pernambuco, passando a exercer então a função de serviços, e só por volta dos anos 2000, o edifício foi tombando pelo IPHAN sendo restaurado e por conseguinte passou a ser um centro comercial e um retrato da história da cidade e do bairro, exercendo então uma função mista de histórico cultural com a de serviços.

Considerações Finais

A geografia como ciência é caracterizada por ser uma disciplina muito completa que é ligada a diversas outras ciências e, por vezes, chega a ser confundido se determinado assunto faz realmente parte do campo geográfico.

Diante dos fatores apresentados, que categorizaram a paisagem do Bairro do Recife, concluímos que quando se pensa em paisagem, tê-la organizada em forma de mapa se torna essencial para compreender a unidade em que ela se encontra, devido ao seu relevo, clima e outros aspectos. Dessa forma, esse modelo cartográfico se torna objeto de análise para ações posteriores, seja por parte da gestão política, seja para estudos complementares.

Com a utilização da metodologia Townscape, a cartografia do bairro não apenas foi categorizada, como também foi possível compreender a sua evolução. Com isso, a paisagem urbana observada saiu do “padrão” de ter uma alta densidade de espaços residenciais, e é caracterizada a princípio pela formação geográfica específica de ilha, sendo uma localidade a qual é o pontapé inicial das principais decisões da cidade, devido as movimentações econômicas.

Já na sua estética o bairro ao dispor de um conjunto arquitetônico que é tombado pelo IPHAN, é observado que as diversas construções que aconteceram no bairro, foram feitas sem nenhuma dimensão ambiental, que tanto se cobra nos dias atuais, mas foram construções pensada na economia local, e em nenhum momento teve a preocupação com um planejamento paisagístico do bairro, apenas hoje, é que esse tema começa a ganhar pauta.

Além disso, é necessário deixar claro que a paisagem é uma extensão do seu estético, ela proporciona o conhecimento do espaço para melhor transformá-lo. Analisando o controle paisagístico que deveria acontecer é inevitável que ocorra uma interferência política que alinhe a gestão territorial de acordo com suas preferências.

Por fim, o Bairro do Recife antigo, denominado Ilha do Recife, é em si um exemplo de espaço que a multidisciplinaridade é presente, diante da diversidade de atividades que acontecem no seu espaço, isso faz com que, a paisagem do bairro seja cada vez mais valiosa, devido a sua beleza histórica, cultural e ambiental, sendo feita a preservação para que as gerações futuras também possam compreender as origens do seu lugar natal e entender o caráter da sua paisagem.

Referências

ANTROP, M.;. VAN EETVELDE, V. Landscape Perspectives: the holistic nature of landscape. Dordrecht: Springer-Verlag. 2017. 446p.

BERNARDINO, D.S.M.; OLIVEIRA, A.M.; DINIZ, M. T. M Georges Bertrand e a Análise Integrada da Paisagem em Geografia. REGNE. V. 4 Nº 2, 2018.

BERTRAND, Georges et BERTRAND, Claude. Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades; organizador, Messias Modesto dos Passos. – Maringá: Ed. Massoni, 2007.

CABRAL, Renata Campello e Pontual, Virgínia Pontual, Transformações do território e representações cartográficas: o Istmo de Olinda e Recife, Brasil, 2011.

CAVALCANTI, Lucas Costa de Souza. Cartografia da paisagem: Fundamentos. 2 ed. São Paulo. Oficina de texto, 2018.

CAVALCANTI, Lucas. O QUE SÃO GEOSSISTEMAS?. Carta de Paisagem. Dez,2013. Disponível em: http://cartadepaisagem.blogspot.com/2013/12/o-que-sao-geossistemas.html

CORRÊA, Antônio Carlos. Contribuição à Análise do Recife como Geossistema Urbano. Revista de Geografia UFPE. V. 23, n. 3. 2006. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/228672/23094

GUILDFORD LANDSCAPE CHARACTER ASSESSMENT & GUINDACE FINAL REPORT. Preparado pelo município de Guildford e consultores de uso de terra. Janeiro 2007.

LUCA, Virginia Gomes de; SANTIAGO, Alina Gonçalves. Avaliação do Caráter da Paisagem: Abordagem Europeias. Paisagens e Ambiente: Ensaio – N. 36 – São Paulo. P. 37-46, 2015.

MARCHIGIANI, Elena. Gordon Cullen, Townscape, 1961: i molteplici paesaggi della percezione. In: BIAGI, Paola Di (org.) I classici dell'urbanistica moderna. Roma: Donzelli, 2002.

MARQUES NETO, R. Paisagem e Geossistema: bases teórico-metodológicas da Geografia Física Aplicada. Curitiba: CRV. 2023. 314p.

Martinelli, M., & Pedrotti, F. (2011). A cartografia da unidade de paisagem: questões metodológicas. Revista Do Departamento De Geografia, 14, 39-46.

RECIFE (PE). IPHAN. Disponível em: http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/352/ Acesso em: 10, janeiro de 2023.

ROSOLÉM, Nathália Prado. Geossistema, Território e paisagem como método de análise geográfica. VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra, 2010.

SCHIER, Raul Alfredo. Trajetórias do conceito de paisagem na geografia. R. RA'E GA, Curitiba, n.7, p. 79-85. Editora UFPR, 2003.

SILVA FILHO, Luiz Carlos da. Do geossistema-território-paisagem à cartografia antropofágica das paisagens: proposta para compreensão da formação histórica e ocupação do solo litorânea do Recife-PE. Natal, 2021.

SILVA, Márcia Luiz da. Paisagem e geossistema: contexto histórico e abordagem teórico-metodológica. Geoambiente on-line. Jataí-Go, 2018.

SIMENSEN, T.; HALVORSEN, R. ERIKSTAD, L. Methods for landscape characterisation and mapping: a systematic review. Land Use Policy. 75. 2018. p.557-569.

SOUZA, Joadazadaque; CORRÊA, Antônio; SILVA, Osvaldo. Compartimentação Geomorfológica da Planície do Recife, Pernambuco, Brasil. Revista de Geografia (Recife). V. 34, nº 1, p. 147-168. Recife, 2017.

SWANWICK, Carys. Landscape Character Assessment: guidance for England and Scotland. Scottish Natural Heritage & The Countryside Agency, 2002. Disponível em: . Acesso em: 10 jan. 2023.

Uso do Método de Classificação Supervisionada/Não supervisionada para composição da mancha urbana na Região Metropolitana da Grande São Luís (RMGSL), estado do Maranhão, no ano de 2020

Use of the Supervised/Unsupervised Classification Method to Compose the Urban Sprawl in the Greater São Luís Metropolitan Region (RMGSL), state of Maranhão, in 2020

Marcos Vinicius Lima de Sousa
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
0000-0001-8480-2841
ahmarcos.vinicius@gmail.com

Juciana da Conceição Birino de Souza
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
0000-0002-1674-3568
jucianasouza16@gmail.com

Silas Nogueira de Melo
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
0000-0003-3363-5208
silasmelo@professor.uema.br

Resumo: A mancha urbana é um indicador importante do crescimento e expansão das áreas urbanas, permitindo a análise das transformações espaciais ao longo do tempo. Tendo em vista estas informações este trabalho tem como objetivo destacar a Região Metropolitana da Grande São Luís (RMGSL) qual se trata de um território em expansão urbana que compreende 13 municípios maranhenses. A metodologia deste trabalho foi pautada na aquisição de imagens de satélite pelo portal da USGS Earth Explorer, tratamento das imagens pelo software ArcMap 10.5, composição da mancha urbana e a construção de mapas temáticos. Os resultados mostraram que a mancha urbana desta região está concentrada nos municípios de São Luís, São José de Ribamar, Raposa e Paço do Lumiar pois esses municípios foram porta de entrada para a frente de ocupação litorânea do estado. Os demais munícipios seguem as mesmas tendencias dos municípios da grande ilha, mas de forma lenta e menos distribuída.

Palavras-chave: Mancha Urbana; Classificação supervisionada; Classificação não supervisionada.

Abstract: The urban land cover is an important indicator of the growth and expansion of urban areas, enabling the analysis of spatial transformations over time. Considering this information, this study aims to highlight the Metropolitan Region of Greater São Luís (MRGSL), which is a territory undergoing urban expansion and comprises 13 municipalities in the state of Maranhão, Brazil. The methodology of this study involved the acquisition of satellite images through the USGS Earth Explorer portal, image processing using ArcMap 10.5 software, urban land cover composition, and the construction of thematic maps. The results showed that the urban land cover in this region is concentrated in the municipalities of São Luís, São José de Ribamar, Raposa, and Paço do Lumiar, as these municipalities served as the gateway to the coastal occupation of the state. The remaining municipalities follow similar trends as those of the main island but at a slower pace and with less distribution.

Keywords: Urban Land Cover; Supervised Classification; Unsupervised Classification.

Introdução

A Expansão urbana brasileira pode ser lida a partir de duas perspectivas, sendo através do aspecto demográfico e/ou territorial. Em termos territoriais o desenvolvimento da cidade cresce de modo a ampliar sua área urbana, ou seja, o perímetro urbano, ou aumentando sua mancha edificada para além dos limites da cidade (JAPIASSÚ et al 2014).

De forma genérica e objetiva, a urbanização pode ser definida como um processo do crescimento populacional urbano decorrente da migração de pessoas do campo para a cidade, decorrente de diversos fatores como as mudanças econômicas, avanços tecnológicos, científicos e administrativos, e as transformações sociais (LUCCI et al., 2005 apud SILVA et al., 2014).

De acordo com Gomes e Vestena (2018), a urbanização brasileira iniciou-se a partir da década de 1960, quando houve uma expansão do êxodo rural e o aumento na taxa de crescimento populacional que implicou na concentração de um grande número de habitantes situados em núcleos urbanos. Em consequência deste fenômeno, as cidades acabaram expandindo-se de forma desordenada e sem um plano de ocupação que direcionasse corretamente a ocupação em espaços urbanos.

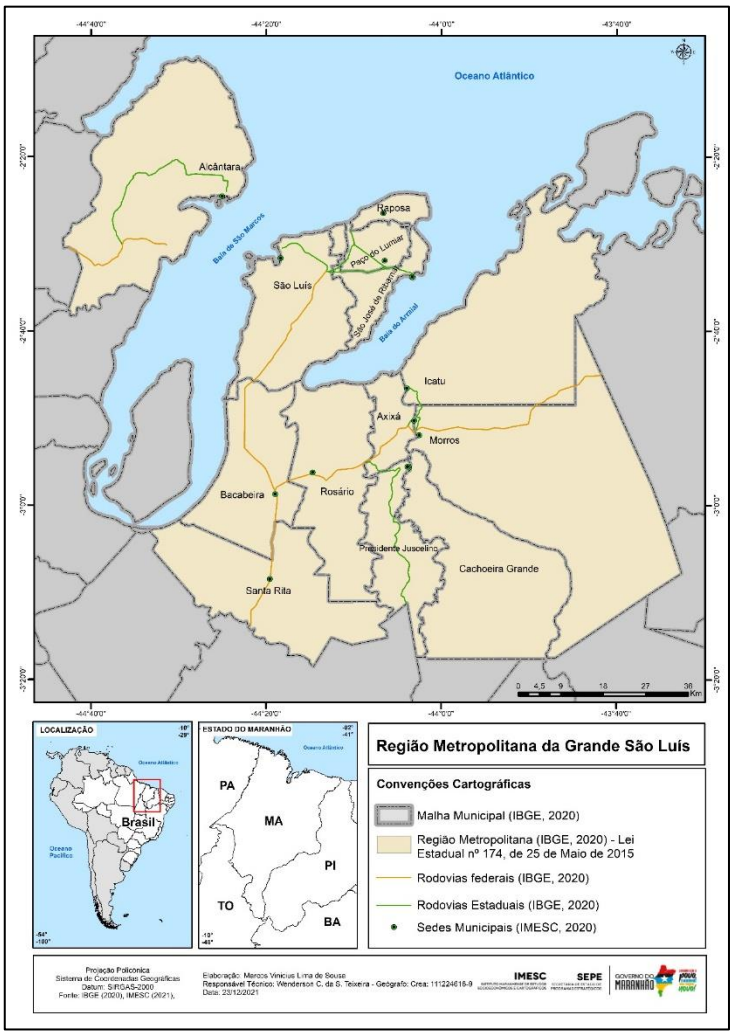
Dentre as principais problemáticas decorrentes da urbanização desordenada, se destacam a poluição atmosférica e dos recursos hídricos; a intensificação de processos erosivos; alagamentos e o aumento do número de desastres naturais (GOMES E VESTENA, 2018).A partir dos avanços advindos das geotecnologias permitiu-se a coleta, processamento e a análise de informações de referência geográfica, em especial, as imagens de satélite que fornecem informações e compreensão de diferentes fenômenos. Dentre os fenômenos que se desenvolve nas cidades passiveis de estudos e representações através das imagens de satélite, se destaca a mancha urbana que, segundo a Agência Nacional de Águas – ANA (2009), representa uma área densamente habitada cuja proximidade das edificações não permite a sua representação individualizada e sim, o contorno da área do conjunto das edificações.

A observação da mancha urbana pode indicar os limites da cidade, dentro do qual encontram-se as áreas construídas, os aglomerados urbanos e a urbe (ENDICI, 2015). De acordo com Nunes (2015), a mancha urbana atesta a ligação física entre as cidades, proximidade das áreas construídas e a intensificação dos fluxos de transporte, como índices de novas configurações citadinas, que trazem transformações significativas, bem como uma série de questões para lidar com as discrepâncias entre o real e o imaginário de organização das cidades.

Tendo em vista estas informações, este trabalho tem como objetivo analisar a expansão urbana da RMGSL, utilizando o método de classificação supervisionada/não

supervisionada para composição da mancha urbana na Região Metropolitana da Grande São Luís (RMGSL), estado do Maranhão, no ano de 2020. A Região Metropolitana maranhense se trata de um território em expansão urbana que compreende os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Raposa, Paço do Lumiar, Alcântara, Bacabeira, Rosário, Axixá, Santa Rita, Presidente Juscelino, Cachoeira Grande, Morros e Icatu. Como mostra abaixo a figura 1 – Mapa de localização.

Figura 19 - Mapa de localização da Região Metropolitana da Grande São Luís.



Fonte: Os autores, 2021.

Esta região de planejamento foi criada pela Lei Complementar Estadual nº 174 de 2015 e detém de cerca de 40% do PIB maranhense distribuído por 1,6 milhões de pessoas que vivem nestes 13 municípios (SECID, s.d).Com base no exposto esta pesquisa tem por objetivo identificar o desenvolvimento da mancha urbana nos municípios da RMGSL, além de apontar as tendências e problemáticas decorrentes da mancha urbana existente.

Metodologia

USGS Earth Explorer

Inicialmente foram feitas a aquisição de imagens do satélite Landsat – 8 que de acordo com a EngeSat (2021) se trata de um importante setor de observação da terra que possui as bandas multiespectrais 1-7 e 9; a banda 8 pancromático P&B e as bandas termais 10 e 11. Sua resolução é de 30,0 m nas bandas 1-7 e 9; 100,0 m metros nas bandas 10 e 11 e 15,0 m na banda 8 pancromático P&B. A plataforma que forneceu as imagens de satélite se trata do portal de dados USGS Earth Explorer (Figura 2) qual possui um conjunto de dados geoespaciais de extensas coleções de imagens de satélite (EARTH EXPLORER, 2021). A base de informações do USGS Earth Explorer permite selecionar critérios para obter imagens com melhores qualidades, além de delimitar a sua área de estudo e o dia, mês e ano que você deseja trabalhar. A escala temporal utilizada para este trabalho foi de 01 de janeiro de 2020 a 31 de dezembro de 2020, além disto, outro critério levado em consideração foi a seleção de imagens de meses próximos para ter uma maior compatibilidade de dados.

Cabe destacar que na seção Data Set do USGS Earth Explorer foi selecionada a Coleção 1 Level 1 e a opção Landsat 8 OLI/TIRS C1 Level-1. Foram efetuados o download de duas cenas que continham os municípios da Região Metropolitana da Grande São Luís, a cena 1 foi retirada do dia de 23 de junho de 2020 e a cena 2 foi do dia 17 de agosto de 2020 (Figura 4).

As figuras, 2, 3 e 4 mostram:

Figura 20 - USGS Earth Explorer

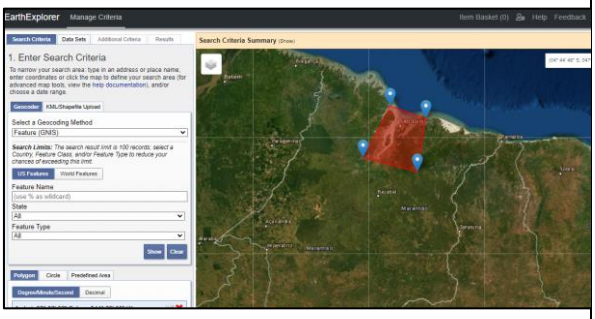


Figura 21 - Data Sets

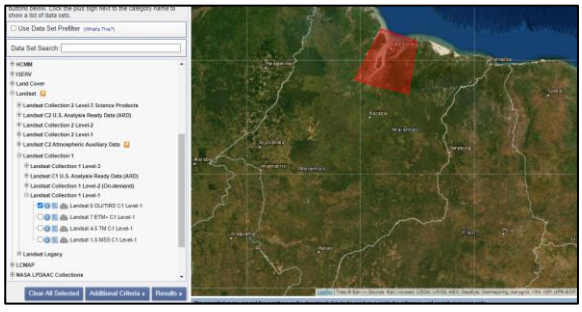


Figura 22 - Informações das imagens de satélite

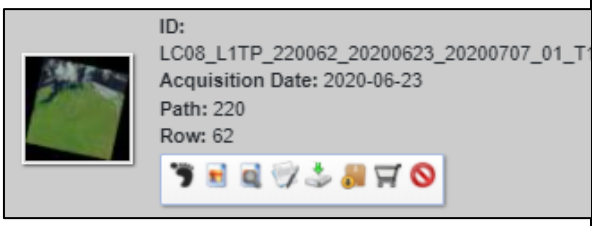
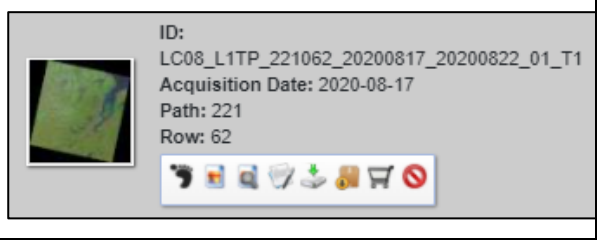


Figura 4 - Informações das imagens de satélite



Fonte: Os autores, 2021.

Tratamento das imagens no ArcMap 10.5

Para realizar o tratamento das imagens raster foi utilizado o software ArcMap versão 10.5, usandoa ferramenta *Composite Bands* (figura 5), qual de acordo com PRATES (2015) tem como objetivo realizar a conversão de vários arquivos matriciais em um só. Nesta ocasião, foram convertidas 11 bandas da imagem Landsat – 8 em uma só, exceto a banda 8 (pancromática).

Todas as bandas espectrais do Landsat 8 têm resolução de 30 metros por pixel, exceto a banda 8 (pancromática) que se diferencia das demais por possuir a resolução de 15 metros por pixel (FOREST GIS, 2015).

Com o objetivo de obter uma imagem mais nítida que possibilite um melhor detalhamento foi realizado uma nova conversão da imagem, desta vez utilizando a banda 8 através da ferramenta Create Pansharpened Raster Dataset (Figura 6) que é uma função que permite que dois ou mais conjuntos dados rasters sejam fundidos com o objetivo de gerar um novo arquivo raster de alta resolução (MANDEVILLE, 2015).

Nessa ferramenta, selecionou-se a imagem raster, especificando quais bandas seriam trabalhadas na nitidez pancromática. Usou-se as bandas 7,5,4 do Landasat – 8 que representa o infravermelho curto. A composição destas bandas apresentou uma clareza maior na distinção da mancha urbana em relação as demais classes, realizando com as duas cenas baixadas.

Por último, uniu-se as cenas através da ferramenta *Mosaic To New Raster* (Figura 7) que permite unir as duas imagens em uma só, para realizar tal função foram selecionadas as imagens trabalhadas e foi especificado o número exato de bandas de cada uma. Além de especificar o raster dataset, sistema de coordenadas e o tipo de pixel.

Figura 5 - Composite Bands.

Figura 5 - Composite Bands

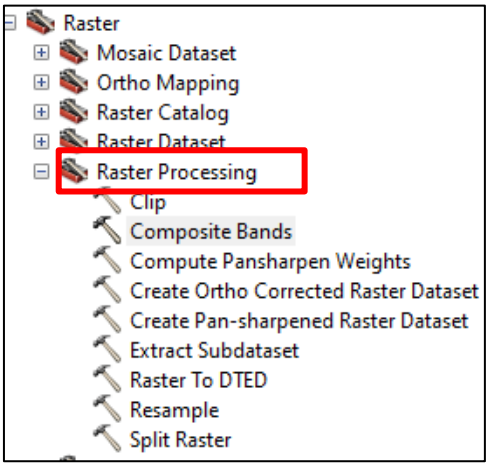


Figura 5 - Composite Bands

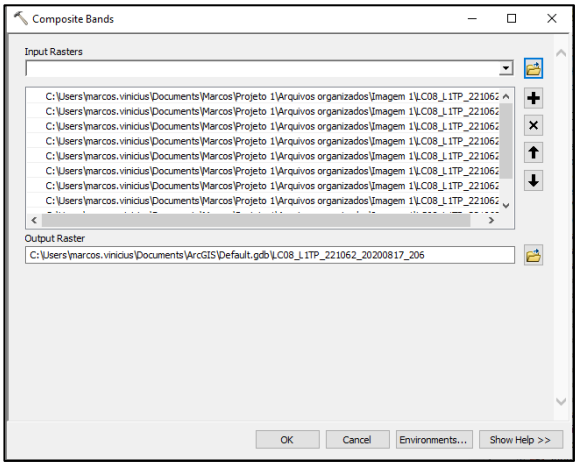
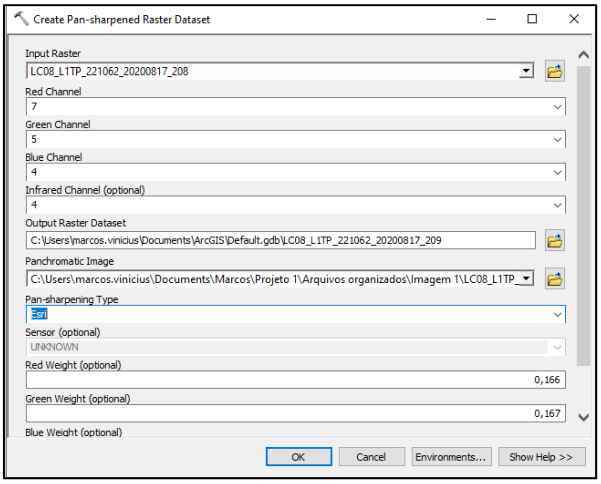
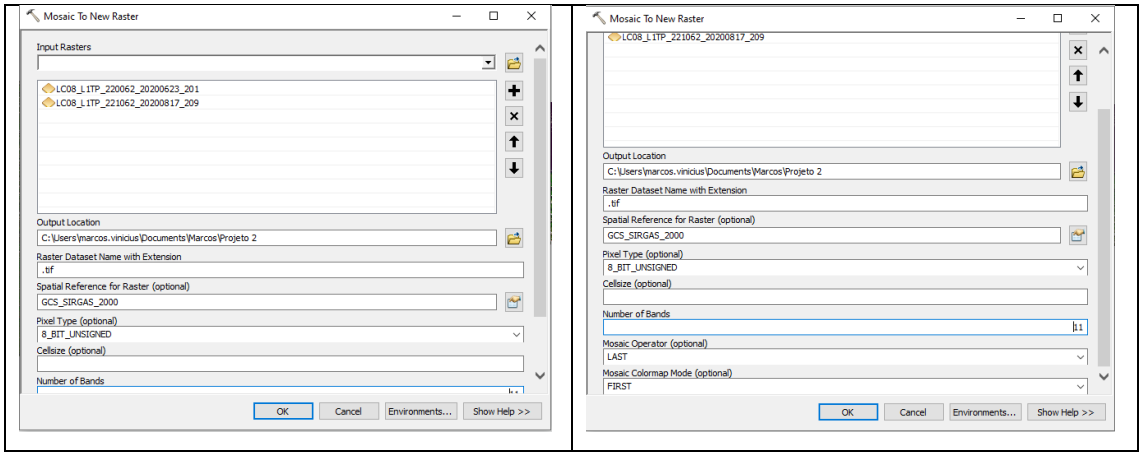


Figura 6 - Create Pansharpened Raster Dataset.



Fonte: Os autores, 2021.

Figura 7 - Mosaic To New Raster



Fonte: reprodução da pesquisa, 2021.

Classificação Supervisionada e não supervisionada

Utilizou-se a análise quantitativa de dados de imagens de sensoriamento remoto comalgoritmos para nomear os pixels em uma imagem de forma que represente tipos específicos de cobertura terrestre (LILLESAND e KIEFER, 1994 apud SANTOS et al, 2019).

Foi utilizado o software Arcmap versão 10.5, a princípio foi feito o recorte do raster através da ferramenta Clip. Foi necessário fazer um recorte para cada município da área (Figura 8) de estudo utilizando o Shapefile (SHP) dos municípios do estado do Maranhão (2020) baixado no portal de Mapas do IBGE. Por conseguinte, foi feito o recorte do arquivo raster com base no shapefile de municípios do Maranhão. Em seguida, foi criado um novo arquivo SHP de pontos (Figura 9) para poder criar os diferentes tipos de classes com base na imagem raster da área de estudo. Para não haver confusões de classes foi definido a seguinte classificação de pontos (Quadro 1).

Figura 8 - Recorte do município de Icatu

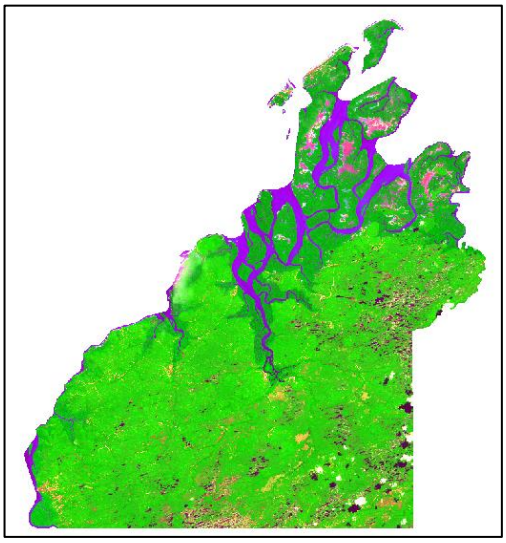
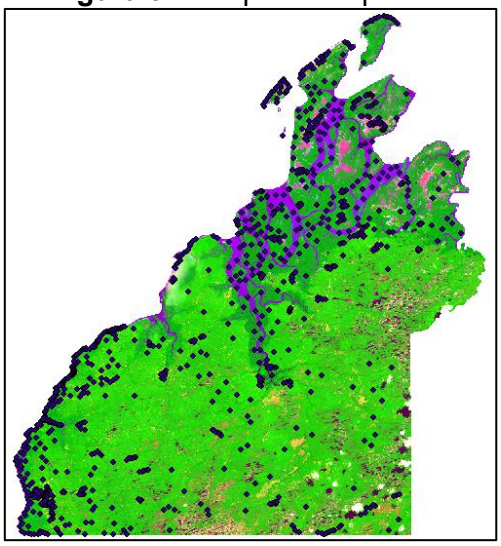


Figura 9 - Shapefile de pontos



Fonte: Os autores, 2021.

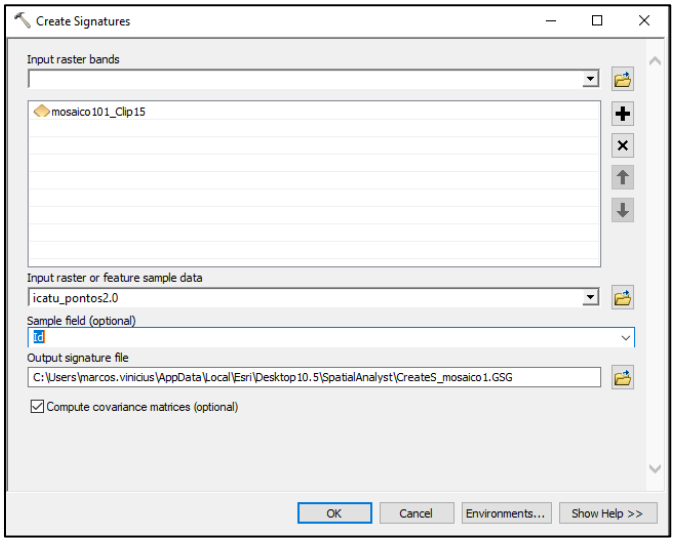
Quadro 4 - Classes

1	Mancha urbana
2	Vegetação
3	Água
4	Solo exposto/Areia

Fonte: Os autores, 2021.

Após a seleção e classificação dos pontos foi necessário criar uma assinatura dessas informações através da ferramenta *Creat signature* (Figura 10) que é descrita pelo *Resources for ArcMap (2021)* como uma descrição estatística das classes derivadas das amostras identificadas no raster de entrada ou nos dados de amostra de recursos. Após esse processamento é criado um arquivo de assinatura de saída no formato GSG.

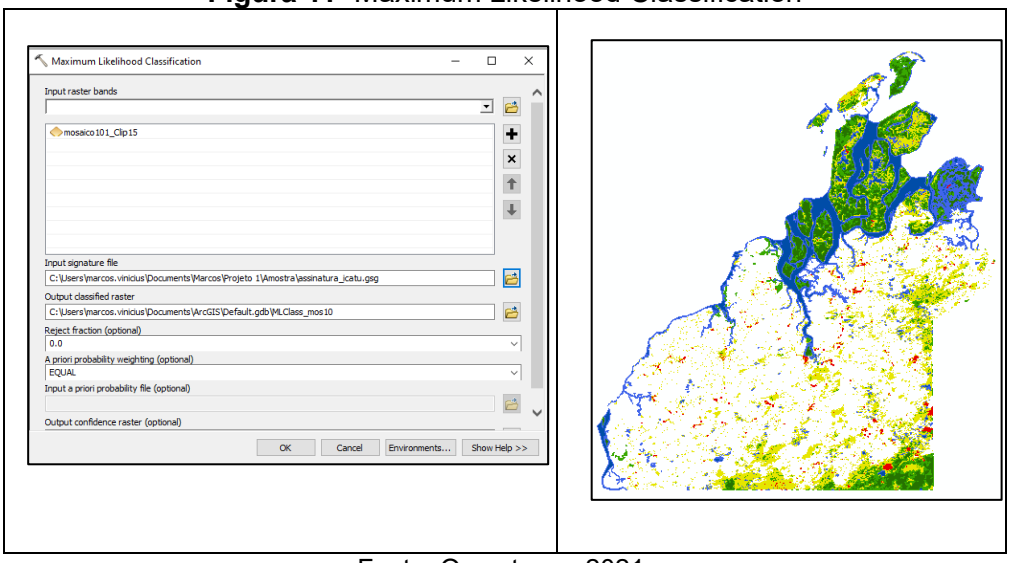
Figura 10 - Creat Signatures



Fonte: Os autores, 2021.

Por fim, foi utilizada a ferramenta *Maximum Likelihood Classification* (Figura 11) que através do arquivo raster original e a assinatura dos pontos é possível realizar a classificação supervisionada. Neste procedimento, a classificação supervisionada assume que as estatísticas para cada classe e em cada banda são normalmente distribuídas, e calcula a probabilidade de um determinado pixel pertencer a uma classe específica (L3 HARRIS GEOSPATIAL, 202

Figura 11 -Maximum Likelihood Classification

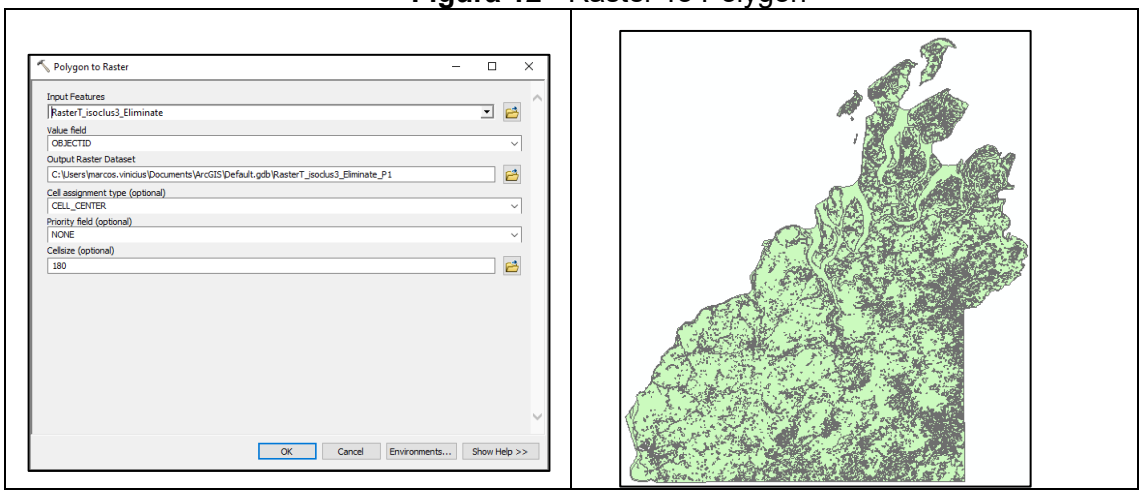


Fonte: Os autores, 2021.

Após a classificação supervisionada foi preciso transformar o arquivo raster gerado em formato SHP, para isso foi necessário utilizar a ferramenta *Raster To Polygon* (Figura 12). Agrupou-se todas as classes que tiverem o mesmo valor de campo em comum em uma só,

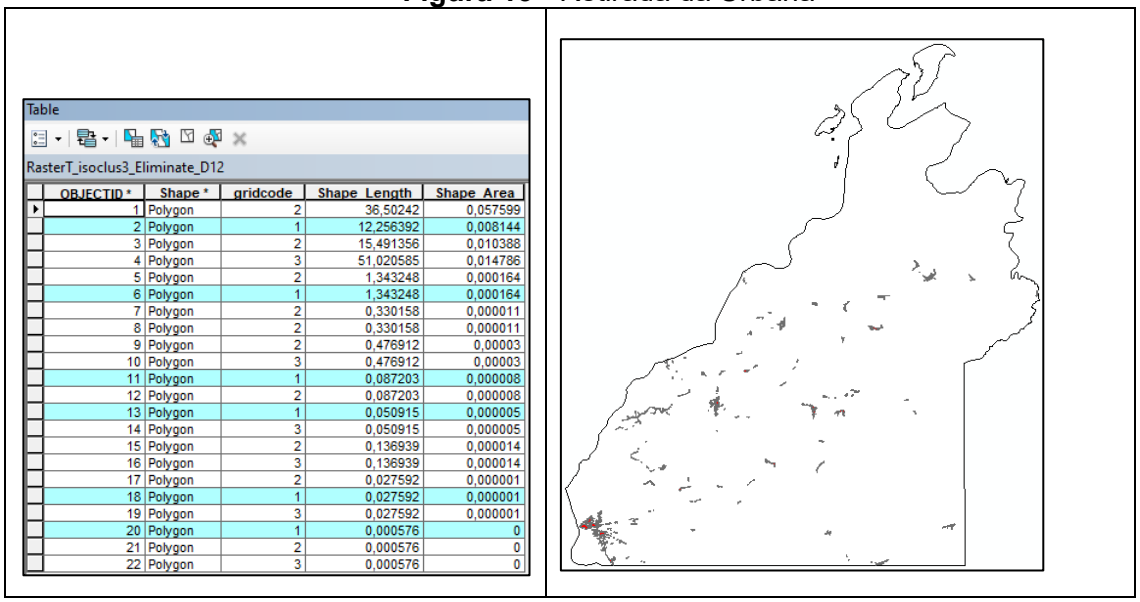
para isso foi utilizada a ferramenta dissolve. Após isso é possível selecionar através da tabela de atributos apenas a classe 1 e salvar um novo arquivo SHP (Figura 13).

Figura 12 - Raster To Polygon



Fonte: Os autores, 2021.

Figura 13 - Retirada da Urbana



OBJECTID *	Shape *	gridcode	Shape_Length	Shape_Area
1	Polygon	2	36,50242	0,057599
2	Polygon	1	12,256392	0,008144
3	Polygon	2	15,491356	0,010388
4	Polygon	3	51,020585	0,014786
5	Polygon	2	1,343248	0,000164
6	Polygon	1	1,343248	0,000164
7	Polygon	2	0,330158	0,000011
8	Polygon	2	0,330158	0,000011
9	Polygon	2	0,476912	0,00003
10	Polygon	3	0,476912	0,00003
11	Polygon	1	0,087203	0,000008
12	Polygon	2	0,087203	0,000008
13	Polygon	1	0,050915	0,000005
14	Polygon	3	0,050915	0,000005
15	Polygon	2	0,136939	0,000014
16	Polygon	3	0,136939	0,000014
17	Polygon	2	0,027592	0,000001
18	Polygon	1	0,027592	0,000001
19	Polygon	3	0,027592	0,000001
20	Polygon	1	0,000576	0
21	Polygon	2	0,000576	0
22	Polygon	3	0,000576	0

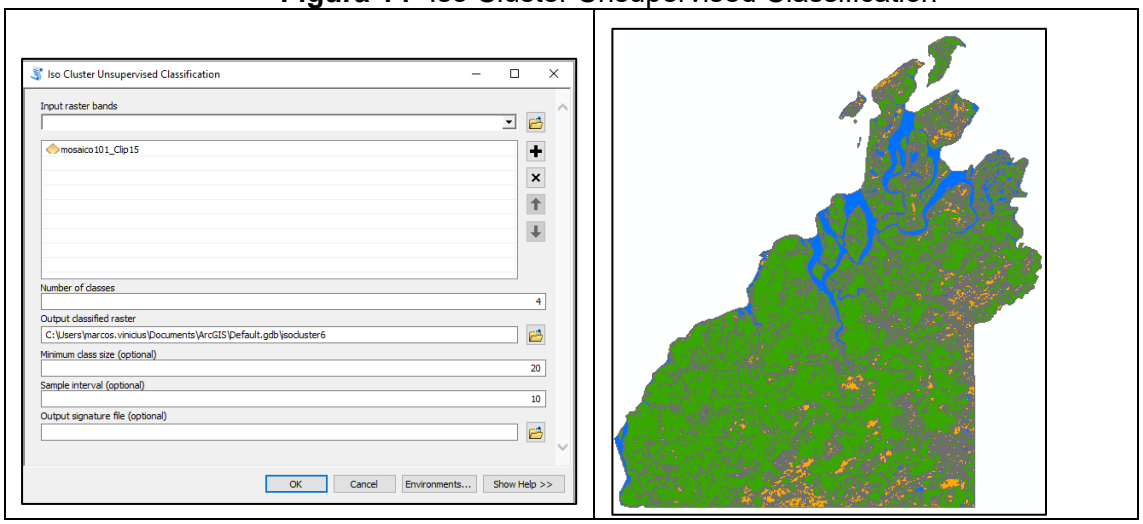
Fonte: Os autores, 2021.

Alguns municípios não apresentaram um resultado coerente e satisfatórios a partir da classificação supervisionada e foi necessário realizar uma classificação não supervisionada. Consoante Crosta (1999) a classificação não supervisionada é realizada com base em regras estatísticas, em que o software é capaz de identificar os diferentes tipos de classe dentro de um conjunto de dados

Para realizar tal classificação foi preciso apenas a utilização da ferramenta *Iso Cluster Unsupervised Classification* (Figura 14) que permite utilizar o raster como arquivo de entrada

e definir o número de classes que você deseja e assim o software realiza o procedimento de classificação.

Figura 14 -Iso Cluster Unsupervised Classification



Fonte: Os autores, 2021.

Vetorização da mancha urbana

Alguns municípios classificados não obtiveram resultados satisfatórios na retirada da mancha urbana através da classificação supervisionada e não supervisionada e em decorrência disto foi necessário aplicar o procedimento de vetorização através de um arquivo Shapefile do tipo polígono. Este método consiste em realizar a vetorização com base nas imagens de satélite em informações que podem ser exibidas em softwares SIG (Sistema de Informação Geográfica), desta forma essa aplicação pode ser vista como uma cópia daquiloque está em uma imagem de forma simplificada (Instituto Prístino, 2021).

Resultados e discussões

Análise do atual progresso da mancha urbana na Região Metropolitana da Grande São Luís (RMGSL)

Referente a Região Metropolitana da Grande São Luís, a figura 15 mostra que os municípios de São Luís, São José de Ribamar, Paço do Lumiar e Raposa possuem a maior concentração da mancha urbana da região. Esta informação pode estar associada ao histórico de ocupação do estado do Maranhão, que iniciou pelo litoral e seguiu em direção ao interior do estado pelo vale dos rios Itapecuru, Mearim e Grajaú, chegando assim as cidades a leste do estado (CABRAL, 1992).

A região costeira da RMGSL tem sido historicamente atrativas para a população devido à sua localização estratégica, recursos naturais e atividades econômicas relacionadas ao mar,

como pesca, turismo e comércio (CABRAL, 1992). A ocupação litorânea maranhense mostra uma concentração significativa da população e da infraestrutura urbana nessas áreas.

Outro ponto importante é que o município de São Luís é a capital do estado do Maranhão e, em consequência disto, concentra principais relações político-administrativas do estado. Em contrapartida, os demais municípios não apresentaram índices tão expressivos, seus resquícios de mancha urbana não são concentrados e se alinham principalmente às principais rodovias estaduais e federais que cortam estas cidades.

Estas informações mostram que apesar de pertenceram a mesma região de planejamento ainda há uma grande disparidade no que diz respeito ao desenvolvimento e concentração da mancha urbana em cada município. Esta realidade pode ser observada através da tabela 2 que mostra o total da população de cada município, área km² e o PIB da região no ano de 2020.

Tabela 2 – Caracterização populacional dos municípios da RGLM.

Município	**Área (km²)**	**População (2020)**	**PIB (2018)**
Alcântara	1168	18.466	125.751,64
Axixá	160	11.790	78.701,61
Bacabeira	543	16.966	253.430,20
Cachoeira Grande	707	9.732	56.014,99
Icatu	1124	24.794	162.343,32
Morros	1712	18.554	135.316,40
Paço do Lumiar	127	145.643	992.331,47
Presidente Juscelino	356	11.356	82.197,03
Raposa	79	30.839	250.623,94
Rosário	648	38.475	371.815,87
Santa Rita	757	37.035	281.370,71
São José de Ribamar	180	244.579	2.133.552,54
São Luís	583	1.037.775	32.103.746,49
Total	**8144**	**1.646.004**	**37.027.196,21**

Fonte: IBGE, 2020, adaptado pelos autores (2021).

O município de São Luís se destaca por possuir a maior concentração da mancha urbana dentre todos os municípios da Região Metropolitana da Grande São Luís. A expansão da mancha urbana está mais acentuada na parte Norte e Leste da cidade em proximidade/direção aos municípios vizinhos de São José de Ribamar e Paço do Lumiar, este processo também é conhecido como conurbação urbana que é definido por Tessari (2009) como um processo de fusão de diferentes núcleos urbanos, até formar uma aglomeração maior, mas cada um desses núcleos possui o seu próprio centro e estruturação.

De acordo com Guilhon et al (2006), a mancha urbana do município de São Luís também apresenta uma tendencia de expansão para a direção oeste da cidade onde está localizado o Distrito Industrial e consequentemente está ocupando áreas de ecossistema fluvio-marinho frágil, além da forte degradação ambiental e a ocupação irregular. O autor ainda destaca que o eixo sul do município possui uma certa expansão em direção à BR135 que possui a ocupação de grandes empresas entorno da região.

O município de São José de Ribamar apresenta a segunda maior concentração da mancha urbana da Região Metropolitana da Grande São Luís. A mancha urbana se dá em proximidade ao município de São Luís e Paço do Lumiar e apresenta um grande número de conjuntos habitacionais, atividades políticas administrativas e industriais.

A concentração da mancha urbana está localizada na porção Norte, Leste e Oeste do Município seguindo a Rodovia MA-201 e a sede da cidade. Enquanto o desenvolvimento da mancha urbana de Paço do Lumiar mostra que a porção Oeste e Sul do município apresenta um alto grau de ocupação urbana que está associada com a especulação imobiliária de habitações populares, agregando impactos sociais, econômicos e ambientais que hoje se refletem na configuração territorial do município (COSTA, 2020).

Apesar disto, é notável que o município de Paço do Lumiar apresenta uma tendencia de desenvolvimento da mancha urbana nas regiões Noroeste e Leste em direção ao município de Raposa. Todavia há uma mancha urbana concentrada na região Oeste, o município de Raposa possui os menores índices menores dentre as cidades da Ilha de São Luís (figura 6). Assim como seus municípios vizinhos, Raposa apresenta sua mancha urbana próxima aos municípios de Paço do Lumiar e São José de Ribamar, que é caracterizado pela conurbação urbana das cidades.

Com uma população estimada de 22.126 (IBGE, 2021), o município de Alcântara não apresenta uma mancha urbana tão concentrada, mas espalhada em pequenos fragmentos por todo o seu território, exibindo uma maior concentração na sua porção Leste. À medida que as dinâmicas de desenvolvimento da mancha urbana do município de Bacabeira mostram que o avanço urbano segue parte do percurso da rodovia BR – 135 que se trata de uma

importante rodovia longitudinal que cruza o país de norte a sul, passando pelos estados do Maranhão, Bahia e Minas Gerais (MPB ENGENHARIA, 2020). Sendo assim o seu desenvolvimento segue a leste e sul do município e as margens da rodovia em sentido a cidade vizinha de Rosario e Santa Rita.

Assim como o município de Rosário que apresenta o progresso de sua mancha urbana situada a Oeste da cidade, nas proximidades de sua sede municipal e as margens da rodovia BR-402 que corta o município, também é perceptível o avanço urbano na região sudoeste de Rosário o que mostra uma tendencia de desenvolvimento mais a sul da cidade. Além deste, o município de Axixá apresenta uma mancha urbana bem dispersa levando em consideração os seus municípios vizinhos e seu percurso segue as rodovias estaduais e federais que cortam a cidade. A mancha urbana do município está concentrada na porção leste em sua sede municipal.

O município de Icatu evidencia em seu território pontos dispersos de mancha urbana que, destaca para a sua sede localizada a sudoeste do município, concentrando boa parte da mancha urbana e perpassa a rodovia estadual. Sua sede apresenta proximidade com os municípios de Axixá, Morros, Cachoeira Grande e Presidente Juscelino.

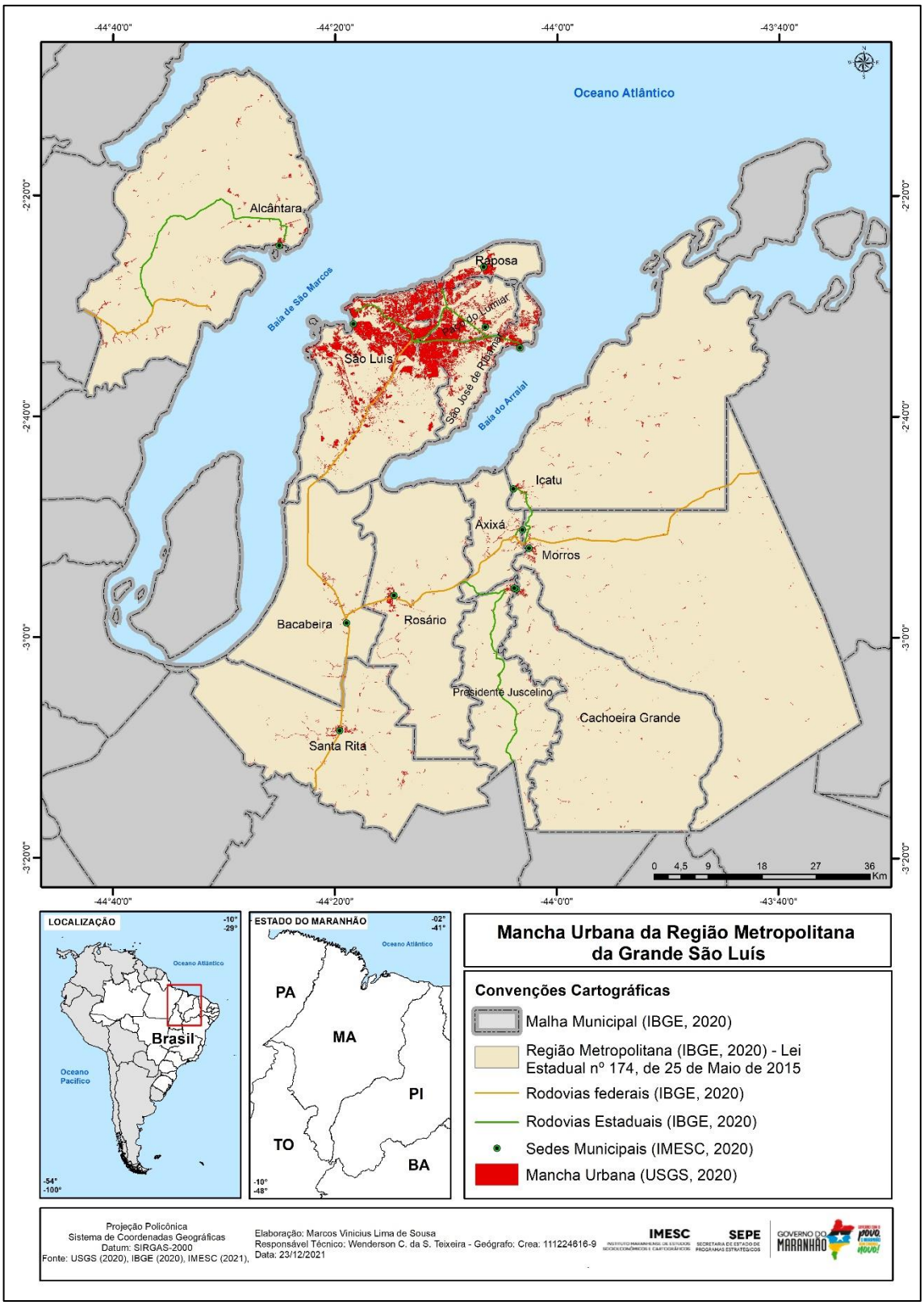
Assim como os demais municípios próximos de Morros, sua mancha urbana se concentra em sua sede municipal localizada a Noroeste em proximidade das rodovias estaduais e federais. O restante de seu território não apresenta uma mancha urbana significativa.

A cidade de Cachoeira Grande concentra sua mancha urbana em torno de sua sede municipal que é próxima da sede do município de Presidente Juscelino, fato este que mostra uma espécie de conurbação urbana entre as duas cidades. O restante do território apresenta apenas pequenos pontos de mancha urbana não tão significativas.

Na mesma proporção o município de Presidente Juscelino apresenta uma mancha urbana que segue a rodovia estadual que corta o município e que culmina em seu ponto de maior concentração em sua sede municipal. Cabe destacar que o município apresenta pequenas porções de mancha urbana por todo o seu território.

O município de Santa Rita possui concentra sua mancha urbana em sua sede municipal e suas proximidades (Figura 15). Cabe destacar que seu território possui uma mancha urbana dispersa em quase todos os pontos do município, com destaque para a rodovia federal que corta o município.

Figura 15 - Mancha Urbana da Região Metropolitana da Grande São Luís.



Fonte: Os autores, 2021.

Conclusão

Com base no exposto, é perceptível que a Região Metropolitana da Grande São Luís é uma divisão territorial que está em constante desenvolvimento urbano. Sua mancha urbana concentra-se nos municípios de São Luís, São José de Ribamar, Raposa e Paço do Lumiar, pois esses municípios foram porta de entrada para a frente de ocupação litorânea do estado.

Apesar das demais cidades não apresentarem uma mancha urbana tão relevante como os 4 municípios citados anteriormente, é importante destacar que os municípios de Bacabeira, Rosário, Axixá, Santa Rita e Presidente Juscelino tiveram tendência de desenvolvimento urbano concentrado em suas sedes e em proximidade dos limites entre os mesmos.

Os demais munícipios como Alcântara, Cachoeira Grande, Morros e Icatu seguem as mesmas tendencias dos municípios que municípios, mas de forma lenta e menos distribuída. É importante destacar que o desenvolvimento dos municípios segue a delimitação das rodovias federais e estaduais que cortam os municípios.

Em síntese a Região Metropolitana da Grande São Luís apresenta altos índices de mancha urbana nos municípios da grande ilha quais São Luís, São José de Ribamar, Raposa e Paço do Lumiar, enquanto os demais municípios se desenvolvem lentamente.

Referências

ANA - Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. **Manchas Urbanas, 2009**. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/a426906b-077c-43ec-a82c-200d65acc83d>. Acesso em: 05 de dez, de 2021.

ATAIDE JÚNIOR, F.; Dantas, E. W. C.; Freitas, A. L. R.; Moura, E. D.; Santos, L. E. N.; Ataide, P. C. **Tempo e espaço**: a influência da maritimidade no processo de ocupação pretérita e atual do litoral maranhense, 2020. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/5914/5299>. Acesso em: 10 de dez, de 2022.

CABRAL, Maria do Socorro Coelho. **Caminhos do Gado**. São Luís: Siogi, 1992.

COSTA, Cleynice Maria Cunha. **Uso do território e questão habitacional na ilha do Maranhão**: a situação geográfica do Conjunto Habitacional Cidade Verde I, Paço do Lumiar – MA / São Luís, 2020.

CROSTA, Alvaro Penteado. **Processamento digital de imagens de sensoriamento remoto**. UNICAMP/Instituto de Geociências, 1999. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/1901009/mod_folder/content/0/1_Capa_Indice_Introducao.pdf?forcedownload=1>. Acesso em: 15 de jan, de 2022.

CUNHA, R. C. C. **Ocupação e o desenvolvimento das duas formações socioespaciais do Maranhão**, 2015. Disponível em: <https://www.periodicos.furg.br/cnau/article/view/5525>. Acesso em: 13 de jan, de 2022.

DE SOUZA G.E.; VESTENA, L. R**. A Expansão da Mancha Urbana da Cidade de Guarapuava-PR, entre 1940 e 2016**, 2018. Disponível em: <

https://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/29042>. Acesso em: 03 de jan, de 2022.

ENDICI - Enciclopédia Discursiva da Cidade. **Mancha Urbana**, 2015. Disponível em: <https://www.labeurb.unicamp.br/endici/index.php?r=verbete%2Fview&id=138>.

GUILHON, A. R. C. M. F.; CARVALHO, C. B.; BARBOSA, E. G. R.; MORAES, C. M. A.; MAGALHAES, D. N.; RIBEIRO, E. C. M. D.; FARIAS, F. M. F.; MARACAIPE, G. V.; LOPES, J. A. V.; SANTO, J. M. E.; LEITE, L. H. S. L. E.; LINDOSO, L. C.; FARIAS FILHO, M. S.; CARVALHO NETA, R. N. F. **São Luís**: uma leitura da cidade. 2006. Disponível em: < http://www.saoluis.ma.gov.br/midias/anexos/1442_sao_luis_uma_leitura_da_cidade_parte5_pag82a93.pdf>. Acesso em: 05 de dez, de 2021.

HOW Create Signatures works. **Resources for ArcMap**, 2021. Disponível em <https://desktop.arcgis.com/en/arcmap/10.3/tools/spatial-analyst-toolbox/how-create-signatures-works.htm>. Acesso em: 03 de dez, de 2021.

INSTITUTO Prístino. **O que é digitalizar e o que é Vetorizar em cartografia digital?**. Disponível em: <https://institutopristino.org.br/7102-2/>. Acesso em 13 de jan. de 2022.

JAPIASSÚ, L. A. T.; LINS, R. D. B. **As diferentes formas de expansão urbana**. 2014. Disponível em:<https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/764>. Acesso em: 03 de dez, de 2021.

LANDSAT 8. **Engesat**, 2021. Disponível em: <http://www.engesat.com.br/imagem-de-satelite/landsat-8/>. Acesso em: 03 de dez, de 2021.

MANDEVILLE, Aimee. Part 3: Create a Pansharpened Image Using ArcGIS, **Enviroment Data Center**, 2015. Disponível em: <https://www.edc.uri.edu/blog/part-3-create-a-pansharpened-image-using-arcgis/>. Acesso em: 03 de dez, de 2021.

MAXIMUM Likelihood. **L3 Harris Geospatial**, 2021. Disponível em <https://www.l3harrisgeospatial.com/docs/maximumlikelihood.html>. Acesso em: 03 de dez, de 2021.

MPB – Engenharia. **Rodovia BR-135/PI**, 2020. Disponível em: <http://www.mpb.eng.br/n/project/rodovia-br-135pi/>. Acesso em: 05 de dez, de 2021.

NUNES, J. H. **Mancha Urban**a, 2015. Disponível em: <https://www.labeurb.unicamp.br/endici/index.php?r=verbete%2Fview&id=138>. Acesso em: 03 de dez, de 2021.

PRATES, Izabela. Artigo: Decifrando a ferramenta Composite Bands do ArcGIS. **Mundo Geo**, 2015. Disponível em: <https://mundogeo.com/2015/07/15/artigo-decifrando-a-ferramenta-composite-bands-do-arcgis/>. Acesso em: 03 de dez, de 2021.

RESOURCES for Teachers. **Earth Explorer**, 2021. Disponível em: <https://www.usgs.gov/science-support/osqi/yes/resources-teachers/earth-explorer>. Acesso em: 03 de dez, de 2021.

SANTOS, A. S. R. M., Mauro, T. L., Souza, L. A., Senigalia, R. L. C., Castro, D. A., & Santos, E. S. (2019). **Métodos de classificação supervisionada aplicados no uso e ocupação do solo no município De Presidente Médice–RO**. Disponível em: <https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/biodiversidade/article/view/8242>. Acesso em: 03 de dez, de 2021.

SECID - Secretaria de Estado das Cidades e Desenvolvimento Urbano do Maranhão. **Região metropolitana da grande São Luís**. Disponível em: <https://secid.ma.gov.br/2019/05/27/com-estudos-e-mapeamento-governo-direciona-programas-para-regiao-metropolitana-da-grande-sao-luis/>. Acesso em: 15 de jan, de 2022.

SILVA, J. A. B.; BARROSO, R.C.A.; RODRIGUES, A. J.; COSTA, S. S.; e FONTANA, R. L. M. **A urbanização no mundo contemporâneo e os problemas ambientais**, 2014. Disponível em: < https://periodicos.set.edu.br/cadernohumanas/article/view/1723/964>. Acesso em: 15 de jan, de 2022.

TESSARI, Leandro Marcos. **Processo de expansão urbana e conurbação em uma aglomeração urbana não-metropolitana no interior paulista**. 2009. 163 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/95657>.

Potencial do Uso de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA) para mapeamento de Áreas Protegidas

The use of Remotely Piloted Aircraft System (RPA) for mapping Protected Areas

Larissa Monteiro Rafael
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0001-9955-0763
larissa.rafael@academico.ufs.br

Vanessa Santiago dos Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0009-0008-9483-9435
vanessasantiagook@gmail.com

Bruno de Azevedo Cavalcanti Tavares
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-1823-3016
bruno.tavares@ufpe.br

Resumo: O uso de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA), popularizadas como “drone”, tem ampliado nas últimas décadas. No planejamento da conservação em Áreas Protegidas (AP), essa abordagem ainda é pouco ampla quando comparada com outros métodos como o mapeamento por imagem de satélite. Objetivando investigar o potencial do uso de RPA para o mapeamento da paisagem em AP, foi realizado o mapeamento dos topos e encosta da serra do Cajueiro no Parque Nacional Serra de Itabaiana - Sergipe. A partir do mapeamento foi gerado um ortomosaico, um Modelo Digital de Superfície e um Modelo 3D. Verificou-se que o uso de RPA, Classe 3, tem potencial para mapeamento da paisagem, mas preferencialmente em áreas menores que 1km2. Áreas maiores, exigem hardware mais robustos com capacidade de processamento de imagens. Em setores elevados, o uso da RPA deve considerar as condições meteorológicas que restringem a janela para execução do plano de voo.

Palavras-chave: Aeronave Remotamente Pilotada. Áreas Protegidas. Modelo Digital de Superfície.

Abstract: The use of Remotely Piloted Aircraft (RPA), popularized as “drone”, has increased in recent decades. In conservation planning in Protected Areas (PA), this approach is still not wide when compared to other methods such as satellite imagery mapping. Aiming to investigate the potential of using RPA for mapping the landscape in AP, summits and slopes of the Cajueiro ridge were mapped in the Serra de Itabaiana National Park - Sergipe. From the mapping, an orthomosaic, a Digital Surface Model and a 3D Model were generated. It was found that the use of RPA, Class 3, has potential for mapping the landscape, but preferably in areas smaller than 1km2. Larger areas require more robust hardware capable of image processing. In highland surfaces, the use of RPA must consider meteorological conditions that restrict the window for executing the flight plan.

Keywords: Remotely Piloted Aircraft (RPA). Protected Areas. Digital Surface Model.

Introdução

As Áreas Protegidas representam importantes espaços para manutenção dos serviços ecossistêmicos, que são importantes por sustentar a vida e a biodiversidade. A manutenção dos Serviços Ecossistêmicos carece do reconhecimento da estrutura e função dos ecossistemas associados aos impactos da ação humana. Diante do aumento da complexidade da relação sociedade e natureza e geração de incertezas sobre a manutenção

dos serviços prestados pela natureza ao ser humano, a resiliência de sistemas ecológicos e sociais exige decisões que prevejam diferentes cenários (IPBES, 2019). Segundo Fonseca e colaboradores (2010) com o aumento da população humana, os impactos sobre os recursos naturais tem aumentado e, atualmente tem sido a preservação dessas áreas que tem conservado os serviços ambientais, que são benefícios concedidos às sociedades, esses como reserva de água, conservação dos solos e mitigação dos efeitos causados pelas mudanças climáticas.

No Brasil, ainda no século XIX, André Rebouças foi quem tomou iniciativas para a criação de parques nacionais no país, alguns anos depois, com a sua morte, é criado o Parque Nacional de Itatiaia em 1937. Mas mesmo com a criação de diversas unidades de conservação no Brasil, ainda não existia uma estrutura de organização que fosse coesa. E, essa estrutura vai surgir nos anos 2000, com a criação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), atendendo as necessidades de organização voltadas para uso e conservação. Para Fonseca e colaboradores (2010) as Unidades de Conservação (UCs) são divididas em duas categorias e definidas segundo o uso que lhe são permitidas, sendo do tipo: Proteção integral ou Uso Sustentável. Proteção inclui as categorias de: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque Nacional, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre. Uso sustentável inclui Áreas de Proteção Ambiental, Áreas de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva do Desenvolvimento Sustentável, Reserva de Fauna e Reserva do Patrimônio Natural.

As Unidade de Conservação, sejam de tipo Proteção integral ou de tipo Uso Sustentável, mesmo com as suas definições de uso e conservação, ambas sofrem com os impactos das ações humanas. O monitoramento dessas áreas é de extrema importância para atenuar estragos futuros ao ecossistema, a capacidade de previsão de diferentes cenários diante da complexidade das relações entre as pessoas e a natureza, tem demandado novos recursos para monitoramento e mapeamento. Amaral e colaboradores (2019) cita que a paisagem é alterada desde o surgimento dos seres humanos, por conta de sua necessidade de expansão antrópica sobre o espaço para fins de sua sobrevivência. Desse modo, ao longo da existência humana as mudanças ambientais são observadas com mais frequência, além de gerarem mais impactos aos sistemas naturais. O monitoramento do uso e cobertura do solo se faz essencial, visto que possibilita evitar alterações futuras no espaço que podem ser danosas para os ecossistemas, além de auxiliar na proteção e conservação ambiental.

De acordo com Dantas e colaboradores (2010) a posição geográfica do Parque Nacional da Serra de Itabaiana (PARNASI), garante características especiais que favorecem a existência de diversos tipos vegetacionais a depender do solo e relevo no qual se encontram. Ao analisar a diversidade da topografia e empecilhos ao que diz respeito ao

monitoramento da área da PARNASI, sem um equipamento adequado torna-se difícil coletar os dados necessários com precisão. Amaral e colaboradores (2019) cita que os métodos cartográficos ajustados ao desenvolvimento das geotecnologias atuam como uma forma plena e precisa de diagnostico, prognósticos e de detecção de mudanças, tendo em vista que contribuem com análises quantitativas e qualitativas do espaço. As determinadas análises são realizadas mediantes o uso de Sensoriamento Remoto, que tem como vantagem o ganho de tempo e precisão no mapeamento. Nesse uso, Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), tem ganhado espaço e reconhecimento na cartografia, principalmente na questão de monitoramento de UCs (Seier et al., 2021). Nesse sentido, Lopes (2019) cita que nos tempos atuais, surgiram novas tecnologias e equipamentos que possuem o intuito de facilitar a execução da obtenção de dados, e as Aeronaves Remotamente Pilotadas (RPA) vem mudando a forma de produção cartográfica.

O Sensoriamento Remoto (SR), faz parte da combinação de três tecnologias que compõem o SIG, Sistema de Informação Geográfico, assim como o GPS e o Geoprocessamento. O SR integra na utilização de ferramentas, como radares e satélites, para a capitação de informações e imagens a respeito do campo terrestre. Suas funções podem oferecer informações significantes, essas como extensão de área agrícola, tamanho de uma determinada cobertura vegetal, localizar focos de incêndios e desmatamentos, aplicações para o ensino (Huang; Lin, 2017). Segundo Figueiredo (2005) atualmente o Sensoriamento Remoto é quase em sua totalidade alimentado por imagens recebidas através da tecnologia dos satélites orbitais.

O desenvolvimento da tecnologia tem facilitado a produção de mapeamentos, principalmente no que se refere a escala de detalhe. Já que o SIG, Sistema de Informação Geográfica tem possibilitado a criação de diversos bancos de dados, tanto para caráter social quanto para atributos físicos de um determinado local, como: geologia, geomorfologia, pedologia, clima etc. Esse sistema vai possibilitar o processamento de elevados números de informações e cruzamentos de dados para diversas análises do meio.

O sensoriamento remoto por satélite é uma das principais ferramentas para o desenvolvimento de trabalhos de mapeamentos, Menezes (2019) cita que o satélite possui uma abrangência geográfica de informações, porém a utilização de imagens de satélite gratuitamente se torna inviáveis quando a área a ser mapeada apresenta uma escala de detalhe, semidetalhe ou requer uma melhor resolução de imagem. Há a possibilidade de alternativas, porém são de alto custo para pesquisas destinadas ao ambiente acadêmico, por isso o mercado de sensoriamento remoto tem investido mais em RPA a qual é conhecida por forma popular de drone. A ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil) apresenta em seu protocolo (2015) os requisitos gerais para os veículos aéreos não tripulados e aeromodelos,

resultado da necessidade da criação de requisitos para regulamentar operação das aeronaves remotamente pilotadas no Brasil devido ao progressivo aumento de sua popularidade.

O drone possui diferentes características que auxiliam no mapeamento. De acordo com Menezes (2019) esse equipamento possui pontos extremamente positivos ao sobrevoo abaixo de nuvens e aquisição de imagens com um maior detalhamento da área, além de possuir baixo custo de operação e maior produtividade. Para Silva (2019) o mapeamento por aerofotogrametria proporcionou a elaboração de um mapa mais atualizado sobre a região da praia do Abais em Estância, Sergipe. O trabalho tinha como principal objetivo, analisar o zoneamento urbano desta praia, com foco em entender e analisar a ocupação humana em as zonas costeiras. O uso da geotecnologia, possibilitou que Silva (2019) concluísse que a praia do Abais vem sofrendo com impactos ocasionados pelo avanço da ocupação humana na zona costeira e pela carência de políticas públicas voltadas para o reordenamento da região. Esse ordenamento é indicado especialmente para áreas que deveriam ser livres da ocupação antrópica como regiões de praia, dunas, restinga e margens de lagoas. O drone possibilitou que essa análise fosse feita com mais eficiência, entregando uma maior escala de detalhe e uma maior qualidade para a criação dos mapas confeccionados.

A partir do uso dessa mesma tecnologia, Rodrigues e colaboradores (2020) conduziram o mapeamento do uso e cobertura da terra do PARNASI, a partir de quadrantes de 4 hectares distribuídos aleatoriamente. O mapeamento resultou em dados que auxiliam o monitoramento do PARNASI, como por exemplo o percentual de cobertura da terra distribuída entre florestas (90,96%), áreas de cultivo (5,06%), desmatamento (2,45%), declividade (82,2%). As áreas pesquisadas do Parque trazem o resultado de que 92,45% se mantêm em um nível bem baixo de impacto ambiental. Os resultados evidenciaram um parque bem preservado, onde as classes de cultivo e desmatamento representam as maiores ameaças. Esse resultado foi adquirido com maior rapidez e qualidade a partir do uso do drone.

Entretanto, apesar dos resultados serem bastantes significativos, o trabalho de Rodrigues e colaboradores (2020) deixam lacunas a respeito da continuidade da paisagem, tendo em vista que, para mapear representativamente o PARNASI, os autores utilizaram unidades amostrais descontínuas. Portanto, este trabalho objetivou mapear uma área menor, uma das serras do Parque Nacional da Serra de Itabaiana, a serra do Cajueiro, e assim extrair lições da condução de um mapeamento da paisagem por RPA. Para tanto, foram produzidos Ortomosaico, Modelo Digital de Elevação e Modelo 3D do topo e encosta da serra do Cajueiro.

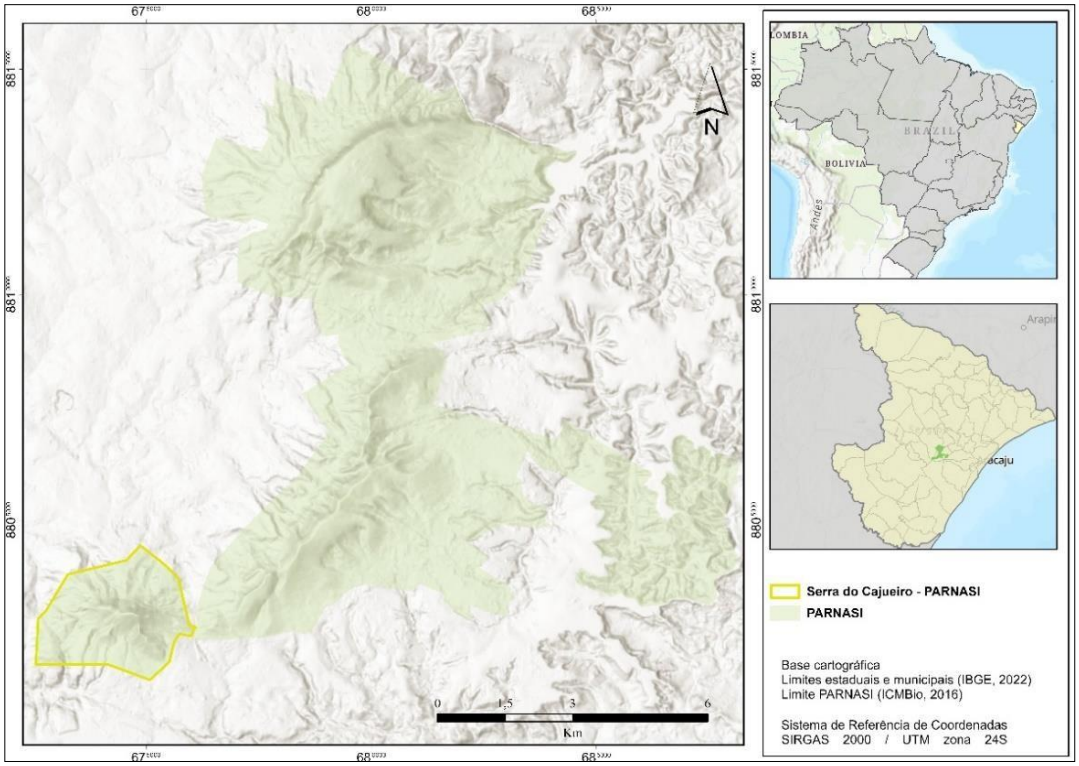
Materiais e Método

Caracterização da área

A serra do Cajueiro integra uma das serras da Formação Itabaiana que bordeja do Domo de Itabaiana e compõe uma das feições morfológicas do Parque Nacional Serra de Itabaiana (PARNASI). Abrangendo as cidades de Areia Branca, Itabaiana, Laranjeiras, Itaporanga D'ajuda, Campo do Brito e Malhador, o PARNASI consiste em uma Unidade de conservação Federal (UC) criada pelo Decreto da Lei s/no de 15 de junho de 2005 e tem como administrador o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Sua área abrange 7.966ha, abrangendo a mata da Cafuz e três serras: Cajueiro, Comprida e Itabaiana (Figura 1). O Parque representa um ecótono entre Mata Atlântica e Caatinga, no Agreste, onde coabitam espécies da fauna e flora de ambos os biomas.

A Serra do Cajueiro está localizada dentro do PARNASI, no qual está situado no contexto da Província Borborema e uma pequena porção do seu território nos terrenos do Cráton do São Francisco (Setor Norte). A litologia do PARNASI de forma geral, incluindo todas as serras que são encontradas na área é caracterizada pelo predomínio de rochas metamórficas e, em pequenas porções, por grupos de rochas sedimentares. A geologia predominante situada na faixa central da serra é caracterizada pela presença das formações e complexos metamórficos que compõem a Faixa de Dobramentos Sergipana (meso e neoproterozóico). O destaque da litologia associada as faixas metamórficas é a Formação Itabaiana que é estruturada por quartzitos e notadamente marcada pelos setores mais elevados do Parque. Os setores extremo Norte e Sul da Serra do Cajueiro são recobertos por formações superficiais detríticas que compreendem depósitos coluvionares.

Figura 1 – Mapa de Localização do Parque Nacional Serra de Itabaiana, com destaque para a área de estudo, a serra do Cajueiro.



Fonte: autores.

A Serra do Cajueiro além de deter importantes características físicas e geológicas, detém também um grande potencial hídrico e, assim como a Serra de Itabaiana, a Serra do Cajueiro apresenta belas paisagens que atraem turistas e a população local, seja para lazer ou outros usos. O PARNASI é circundado tanto por propriedades agricultoras, quanto de mineração que exercem pressão sobre essa paisagem e possuem pouco diálogo com a gestão do PARNASI (ICMBio, 2016). De acordo com Dantas e Ribeiro (2010), as capoeiras estão associadas a essas áreas que foram desmatadas pelas seguintes atividades anteriormente citadas. O arranjo desses elementos atuando na dinâmica da paisagem realçam a necessidade do seu reconhecimento a partir de mapeamento de detalhe para garantia da manutenção dos serviços ecossistêmicos prestados.

Materiais

Aquisição de imagens de alta resolução e georreferenciadas

Para que o Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA, acrônimo do inglês) possa tirar fotos para serem processadas pela fotogrametria Structure from Motion/Multi-View Stereo (SfM/MVS), ele deve vir acoplado de sensores RGB que possuam, pelo menos, 1″ e CMOS de12 MP (Albuquerque et al., 2022). Para a presente pesquisa foi utilizado o Mavic 2

Pro que vem acoplado com uma câmera RGB 1″ e sensor CMOS de 20 MP. Para ganho de maior autonomia de tempo na realização do mapeamento, esse equipamento é acompanhado do Kit Fly More, que acompanha mais duas baterias, permitindo uma autonomia total de, em média 1h e 20min de voo (Figura 2).

Figura 2 - Sistema de Aeronave Remotamente Pilotada (RPA) e demais dispositivos utilizados para execução dos planos de voo, compostos por: Mavic 2 Pro Kit Fly More e iPad Apple Pro.

Fonte: autores.

A partir da RPA, foram executados 2 planos de voo pelo aplicativo DJI GO 4, interface entre a aeronave e o controle que permite a visualização, captura e ajustes de configuração dessas funções para realização do voo. Essa plataforma é comumente utilizada para voos manuais. O planejamento e execução dos voos automatizados foi conduzido no aplicativo Drone Deploy na versão gratuita de teste. Os voos foram executados em janeiro de 2023.

Para geração das ortofotos, Ortomosaico, Modelo Digital de Superfície (MDS) e Modelo 3D da serra do Cajueiro, foi utilizado o programa WebODM 1.9.12, um programa de Licença de software livre. Todo o processamento dos dados foi feito no ArcGIS Pro 3.1.1 sob a “Licença de Usuário Nomeado”, adquirida por um dos autores do trabalho.

Padronização da Base Cartográfica

A base cartográfica incluiu dados de diferentes tipos e fontes, incluindo Sistemas de Referência de Coordenadas (SRC) distintos (Quadro 1). Os dados referentes a representação espacial menos detalhada que a escala de Sergipe (escala cartográfica menor que 1:300.000) foram reprojetados para o Sistema de Coordenada Geográfica e Datum SIRGAS2000 (EPSGS 4674). Dados com recorte para Sergipe e representações espaciais de maior detalhe (escala cartográfica maior que 1:300.000) foram reprojetados para o Sistema de Coordenadas Projetado UTM referente à zona 24S e Datum SIRGAS2000 (EPSGS: 31984).

Quadro 1 - Apresentação da base cartográfica utilizada incluindo o dado e sua respectiva fonte, tipo e Sistema de Referência de Coordenada (SCR). Também é apresentado os dados que precisaram ser reprojetados para padronização cartográfica.

DADO	FONTE	TIPO	SRC	REPROJEÇÃO
Limites municipais e estaduais	IBGE, 2022	Vetorial (Polígono)	SIRGAS 2000 (EPSGS: 4674)	X
Limite do PARNASI	ICMBio, 2005	Vetorial (Polígono)	WGS 84 (EPSGS: 4326)	UTM 24 S / SIRGAS 2000 (EPSGS: 31984)
Ortofotos, Ortomosaicos, DSM, DTM	Mapeamento VANT, 2023	Matricial	WGS 84 / UTM zona 24 S (EPSGS 32724)	UTM 24 S / SIRGAS 2000 (EPSGS: 31984)
Pontos de controle	All-in-one Offline Maps, 2023 (© 2013-2023 Psyberia)	Vetorial (Ponto)	WGS 84 / UTM zona 24 S (EPSGS 32724)	UTM 24 S / SIRGAS 2000 (EPSGS: 31984)

Fonte: autores.

A área selecionada para realização do mapeamento foi a Serra do Cajueiro, umas das serras estruturais que compõem o PARNASI. O polígono referente aos limites do PARNASI disponibilizado na página eletrônica do ICMBio é composto por dois registros: o primeiro corresponde às serras de Itabaiana, Comprida e a Mata da Cafuz; o segundo, a serra do Cajueiro. Dessas 4 unidades de paisagem, a serra do Cajueiro é a menor das áreas e com características geoambientais homogêneas (serra individualizada), sendo escolhida como área focal para realização do mapeamento. Desse modo, foi utilizado o registro da serra do Cajueiro, presente na camada vetorial do PARNASI.

Coleta, Processamento e Análise os dados

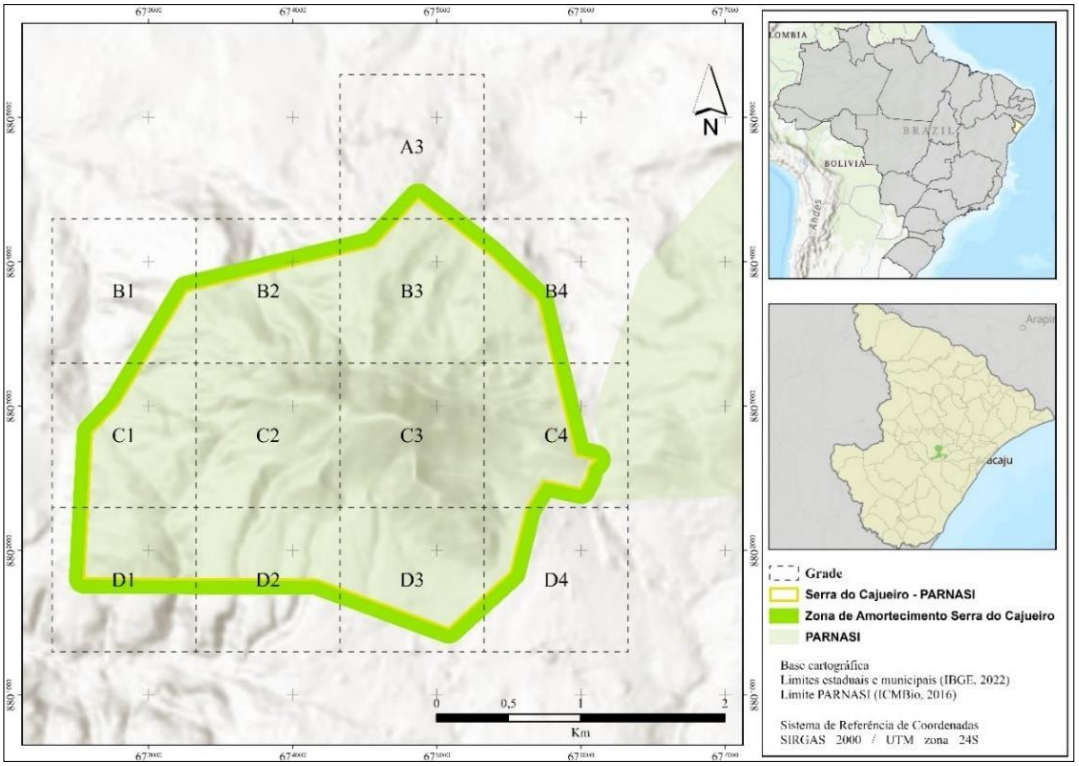
Planejamento e execução dos planos de voo

O procedimento para delimitação dos polígonos para planejamento dos voos, foi antecedido pela elaboração de um sistema articulado de nomenclatura que facilitasse a organização dos voos e dados gerados. Assim, a partir da seleção do polígono da serra do Cajueiro foi gerada uma zona de amortecimento de 100 m, adaptada na proposta de Zona de Amortecimento do Plano de Manejo do PARNASI (ICMBio, 2016). Essa zona de amortecimento foi delimitada tanto para compreensão do padrão de uso da terra no perímetro adjacente ao parque, quanto para reduzir a chance de distorção do Ortomosaico gerado do mapeamento pelo VANT. Para criar a camada da zona de amortecimento foi utilizado o seguinte caminho: Analysis Tools > Buffer > 100 m.

A partir da delimitação da zona de amortecimento, foi plotada uma grade com células de 1x1 km, ajustada ao polígono, para facilitar a organização dos planos de voo para

imageamento da área. Essas células foram codificadas seguindo o padrão de planilhas iniciando em A3 até D4 e totalizando 11 células (Figura 3). Para criar a camada da grade foi utilizado o seguinte caminho: Cartography Tools > Grid Index Features > 1x1km.

Figura 3 - Índice de nomenclatura da grade contendo células de 1x1 km utilizadas para a elaboração dos planos de voo da RPA.

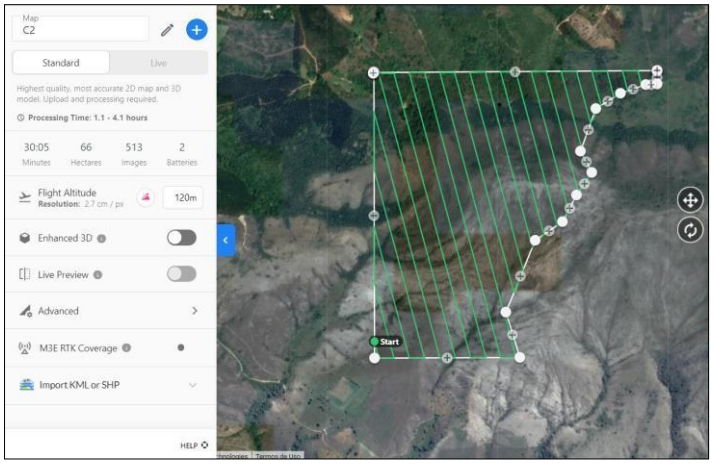


Fonte: autores

A partir do índice de nomenclatura foram criados vetores de polígonos ajustados a cada célula (Figura 4 e Figura 5). O limite dos polígonos foi ajustado na célula tanto para abranger setores do relevo (topo e encosta) quanto para complementar as áreas que já haviam sido mapeadas ou que precisavam de ajuste para especificação do Mavic 2 Pro. Todos os planos de voo foram configurados para os seguintes parâmetros: (1) 120 m para altura do voo, resultando na resolução de 2,7cm/px; (2) sobreposição frontal de 75% e lateral de 65%.

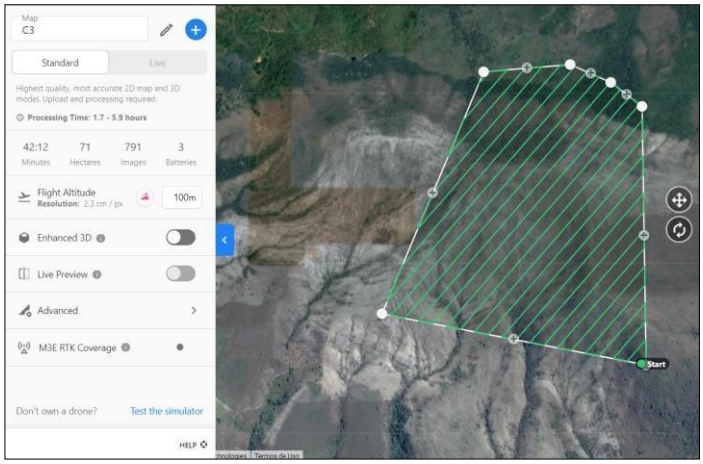
As informações específicas de cada plano de voo como tempo total, área mapeada, quantidade de imagens capturadas e quantidade de baterias necessárias estão especificadas na Figura 4 e na Figura 5. Para a presente pesquisa foram utilizados os dados do mapeamento das células C2 e C3.

Figura 4 - Informações do Plano de voo para a célula C2, evidenciando o tempo total de voo (30 min), área mapeada (55 hectares), quantidade de imagens capturadas (513), quantidade de baterias necessárias (2), a altura do voo (120m) e resolução (2,7cm/px).



Fonte: autores.

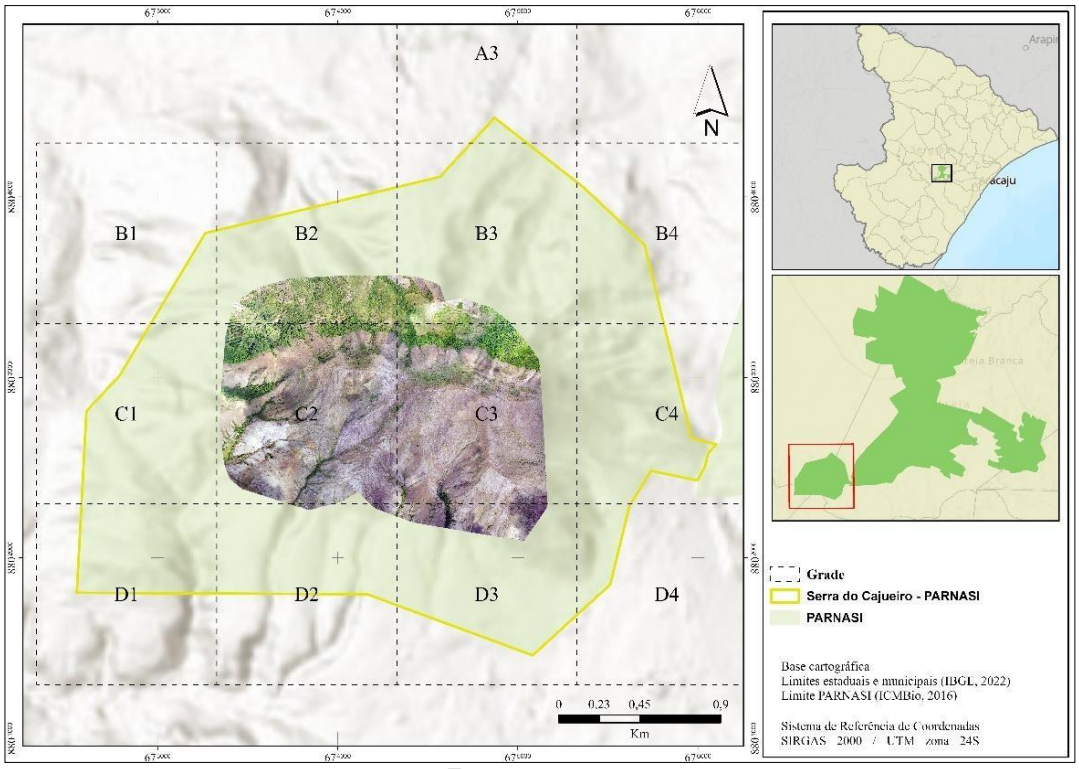
Figura 5 - Informações do Plano de voo para a célula C3, evidenciando o tempo total de voo (42 min), área mapeada (71 hectares), quantidade de imagens capturadas (791), quantidade de baterias necessárias (3), a altura do voo (120m) e resolução (2,7cm/px).



Fonte: autores.

Quando os planos foram concluídos prosseguiu-se com a execução deles em campo. Foram realizados 2 planos de voo, resultando na geração de ortofotos relativas às células C1, e C2 (Figura 6). Ao final da execução do plano de voo, foi utilizado o DJI GO 4 em voo manual para reconhecimento e registro fotográfico da paisagem.

Figura 6 - Mapa das ortofotos geradas pelo WEB ODM a partir de dois voos com o Mavic 2 Pro na serra do Cajueiro, Parque Nacional Serra de Itabaiana – Sergipe.



Fonte: autores.

Processamento das imagens

Para construção do Ortomosaico, do Modelo Digital de Superfície (MDS), e do Modelo 3D do Ortomosaico referente ao mapeamento dos topos e encosta da serra do Cajueiro (células C2 e C3), foi utilizado o programa WEB ODM. Os arquivos extensão .tif gerados pelo programa foram importados para elaboração dos mapas no ArcGIS Pro.

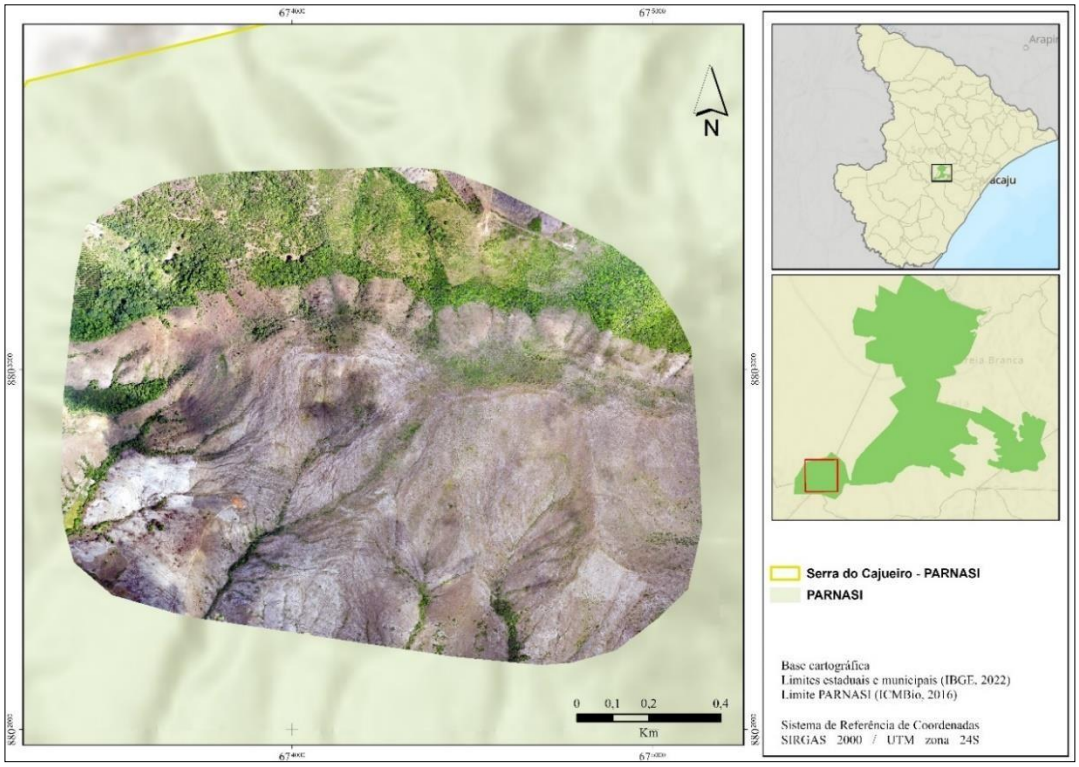
Resultados e Discussão

Análise do Ortomosaico e dos Modelos Digitais de Superfície e Terreno e 3D Apresenta-se os produtos gerados a partir do mapeamento automatizado realizado por RPA da serra do Cajueiro em seus setores de topo e encosta superior e média. O uso da captação de imagens de setores aguçados na paisagem, a partir de RPA, permitiu a visualização evidente de distintos setores do modelado e dos aspectos físicos e bióticos que o recobrem.

A observação do Ortomosaico permitiu a compartimentação de unidades de paisagem orientadas pelo modelado do relevo e relação solo-vegetação (Figura 7). Observou-se no topo uma crista bem marcada, onde encontra-se inclusive uma pequena estrada. Na encosta voltada para Norte dessa crista observou-se uma escarpa de declive íngreme maior do que 75o, onde se verifica a ausência de erosão linear com competência para formação de

canais fluviais. Ainda nessa face da encosta, no terço médio, o declive íngreme é menos marcado, favorecendo a formação de canais de ordem zero. No terço inferior e baixada, observou-se a presença de uma linha de divisão fisiográfica bem marcada pela presença da formação florestal. Essa expressão na paisagem pode estar associada ao contato do quartzito com o gnaisse ou anda ao estabelecimento de colúvio.

Figura 7 - Mapa do topo e encosta da serra do Cajueiro (PARNASI) representado por imagem área de alta resolução.



Fonte: autores.

Na encosta voltada para Sul, observou-se um declive mais suave (média de 20o), com presença de cabeceiras de drenagem em anfiteatro e a presença marcante da mata ciliar entrincheirada principalmente a partir dos canais de 2ª ordem. Os anfiteatros ocorrem próximos à crista. Observou-se, ainda, na porção oeste da serra, o padrão de drenagem subsequente ao caimento das camadas.

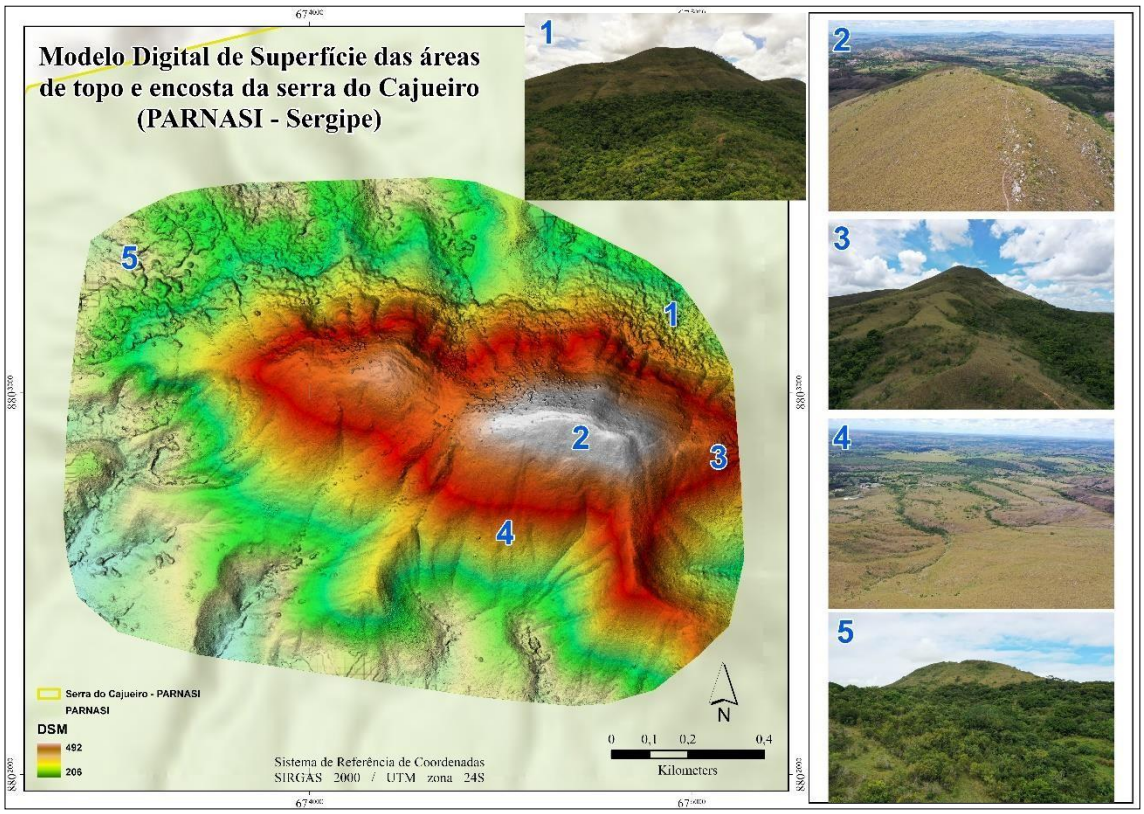
O Modelo Digital de Superfície da área possibilitou a individualização de alguns patamares topográficos com maiores detalhes. Observou-se que da base para o topo a diferença altimétrica varia entre 206 e 492m (Figura 8). A crista que separa as duas escarpas se porta como um estreito patamar de cimeira, onde o Quartzito da Formação Itabaiana se faz presente aflorando intercalado com a cobertura herbácea (Figura 8 - 2). Nos setores de erosão diferenciada, no entanto, há também a formação de solos com presença de turfeiras

e presença de sinúsia de arbustos e bromélias. A crista possui um direcionamento ENW-WSE e atua como um divisor de drenagens para as bacias de ordem local que ocorrem no contexto do Parque Nacional Serra de Itabaiana.

A escarpa voltada à Norte é subdividida por um terço superior (entre 480 e 435m) com declividades elevada e formada por afloramentos de quartzitos e um Neossolo Litólico, também denominado de tipo de terreno pelo Manual de Pedologia do IBGE (2007). Predomina nesse setor a cobertura por formação campestre com sinúsia associada a arbustos e arvoretas e rosetas (Figura 8 - 1). O terço médio da encosta (entre 435 e 350m) já apresenta a ação da erosão linear, onde o grau de resistência da superfície é ultrapassado pela capacidade de erosão em função da força da energia potencial convertido em energia cinética. Essa condição permite a formação de drenagens obsequentes de ordem zero voltadas para Norte. Na formação desses sulcos na escarpa, há entrincheirada nesses canais a presença de formação florestal. Na base do terço médio até o sopé da escarpa a declividade se suaviza, no entanto, o trabalho geomorfológico com estruturas de corte e geração de canais de primeira ordem já se fazem presentes, essa condição dá suporte a uma vegetação de porte arbóreo característica da Floresta Atlântica com dossel fechado. Esse setor é marcado pelo contato entre o Quartzito intemperizado da Formação Itabaiana e, ora subjacente ora aflorando, o Gnaisse do Domo de Itabaiana, gerando uma pedogênese mais ativa.

A encosta com caimento mais suave é voltada para Sul (Figura 8 - 4). Essa encosta apresenta uma drenagem consequente, com caimento de acordo com a estrutura do Quartzito e o desenvolvimento de alguns anfiteatros erosivos. Essa morfologia indica a presença da atuação da circundenudação na dissecação do relevo nesse setor da serra do Cajueiro. Enquanto na escarpa íngreme (Face Norte) a dissecação atua de forma mais intensa nos setores rebaixados, na escarpa voltada para Sul, a dissecação indica processos mais avançados, com drenagens nos alvéolos dissecando a escarpa e formando canais de segunda ordem na base na escarpa. Dessa forma, é possível verificar com a análise do Ortomosaico da área, a presença de vegetação de porte arbóreo dentro dos canais (Figura 8 - 4). Essa condição indica a presença de depósitos alojados nos eixos de drenagem dando suporte ao desenvolvimento da formação florestal densa nesse setor da encosta.

Figura 8 - Mapa do Modelo Digital de Superfície das áreas de topo e encosta da serra do Cajueiro (PARNASI), e fotografias aéreas representativas de 5 perspectivas: 1 – Face Norte da encosta; 2 – Crista; 3 - Face Leste da Encosta; 4 – Face Sul da encosta; 5 – Face Oeste da encosta.



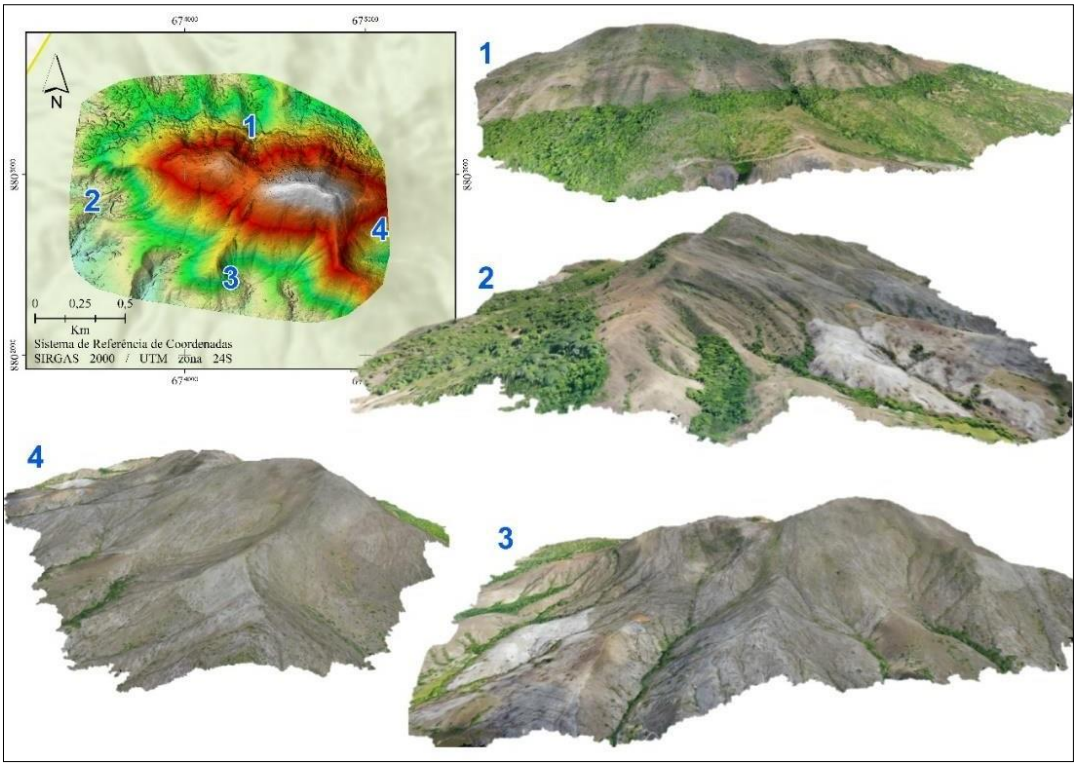
Fonte: autores.

A encosta com caimento mais suave é voltada para Sul (Figura 8 - 4). Essa encosta apresenta uma drenagem consequente, com caimento de acordo com a estrutura do Quartzito e o desenvolvimento de alguns anfiteatros erosivos. Essa morfologia indica a presença da atuação da circundenudação na dissecação do relevo nesse setor da serra do Cajueiro. Enquanto na escarpa íngreme (Face Norte) a dissecação atua de forma mais intensa nos setores rebaixados, na escarpa voltada para Sul, a dissecação indica processos mais avançados, com drenagens nos alvéolos dissecando a escarpa e formando canais de segunda ordem na base na escarpa. Dessa forma, é possível verificar com a análise do Ortomosaico da área, a presença de vegetação de porte arbóreo dentro dos canais (Figura 8 - 4). Essa condição indica a presença de depósitos alojados nos eixos de drenagem dando suporte ao desenvolvimento da formação florestal densa nesse setor da encosta.

A partir do Modelo 3D representativo dos topos e encosta superior da serra do Cajueiro, foi possível observar a geomorfologia típica de um Flatiron da serra do Cajueiro. Este tipo de superfície é formado a partir de diferentes graus de resistência do material estruturador do modelado (Figura 9 – modelo 3D 2). Essa distinta resistência se torna palco para a atuação da erosão superficial no Quartzito da Formação Itabaiana que controla a

geomorfologia local. Sendo assim, a morfologia ressaltada na paisagem se destaque por uma face formada por uma escarpa íngreme (Figura 9 – modelo 3D 1) e a escarpa oposta com um caimento homoclinal mais suave (Figura 9 – modelo 3D 3). Essas duas escarpas são separadas por uma crista aguçada, dando assim a característica de um Flatiron.

Figura 9 - Mapa do Modelo Digital de Superfície das áreas de topo e encosta superior da serra do Cajueiro (PARNASI), evidenciando modelos 3D de quatro diferentes perspectivas: 1 – Face Norte da encosta; 2 – Face Oeste da Encosta; 3 – Face Sul da encosta; 4 – Face Leste da encosta.



Fonte: autores.

Lições para aplicação do RPA ao mapeamento da paisagem

A pesquisa se propôs a investigar o potencial do uso de RPA para o mapeamento e monitoramento da paisagem em Áreas Protegidas, tendo um caráter experimental. Apesar do mapeamento e sensoriamento remoto aéreo ter sua importância para o imageamento de baixa altitude demonstrada na literatura científica (Albuquerque, 2022), no planejamento e gestão de áreas protegidas, o RPA ainda não são uma abordagem estabelecida quando comparado com outros métodos, como sensoriamento remoto baseado em satélite (Seier et al., 2021). No presente trabalho se concluiu que o uso do RPA para mapeamento exige o reconhecimento de dinâmicas importantes da paisagem e a extensão da área amostral.

Para o planejamento dos voos três elementos se provaram importantes: (1) o intervalo entre a execução dos planos de voo; (2) O período diurno da captura das imagens; (3) as condições meteorológicas. No primeiro caso, foram executados planos de voo em

janeiro/abril e em julho (período de estiagem-período de chuva). Durante esse período há diferenças nos estádios fenológicos da vegetação (Figura 8) e podendo ter impacto significativo na capacidade de algoritmos e modelos prever corretamente a saúde e densidade da vegetação (Barbedo, 2019). Essa diferença nos valores espectrais pode ainda dificultar o processamento de ortofotos.

Sobre os valores espectrais, o período do dia quando ocorreu a execução do plano de voo se provou relevante principalmente para as áreas de formação florestal. Observou-se que a janela ideal foi entre 10h e 13h, intervalo de zênite solar. Principalmente após às 13h a obliquidade do sol gera sombra da copa das árvores, podendo os valores espectrais serem compatíveis com valores atribuídos a água ou solo exposto.

O fator meteorológico foi especialmente relevante para o mapeamento, exigindo uma flexibilidade do cronograma. Por incluir o mapeamento de uma serra, observou-se ao longo do ano (mesmo no período de estiagem) a frequência de nebulosidade e precipitação que inviabilizavam o voo. Também por ser a face de exposição, ventos de elevada intensidade (> 35 km/h) foram frequentes principalmente no período da tarde e nos entre os meses de agosto a outubro. Assim, o planejamento de diversos voo exigiu uma disponibilidade para as visitas a campo em dias que as condições meteorológicas eram favoráveis. Entende-se que, o uso do RPA para o monitoramento de eventos na unidade de conservação, é mais viável se comparado com seu uso para o mapeamento, principalmente de grandes áreas.

Seier e colaboradores (2021) observaram que nos trabalhos que investigam o uso da RPA para áreas protegidas, pouco se considera seu impacto para os animais e o ambiente. No presente trabalho, o uso da RPA, principalmente na decolagem e pouso (momento de maior proximidade ao nível do solo) apresentou impacto no grupo das aves, principalmente as de rapina, mas comuns na região. No momento do voo, observou-se voos por essas aves ao redor do RPA. Não houve, contudo, intercorrência nem para o equipamento e nem para as aves.

Confirmou-se, ainda, que para o mapeamento de áreas extensas, faz-se necessário um conjunto de hardware robusto para processar uma quantidade elevada de fotografias, sendo capaz de gerar MDS e MDT. No presente trabalho, o Ortomosaico derivou da composição de 1090 fotografias e o equipamento com processador Intel(R) Core (TM) i7-10750H CPU @ 2.60GHz, 16 GB RAM, não processou as imagens em alta resolução. Foi necessário trabalhar com as ortofotos por célula da grade, para gerar o Ortomosaico.

Foi importante levar em consideração a extensão da área dos planos de voo, uma vez que células como a do presente trabalho (1x1km) podem conter obstáculos entre o controle e a aeronave, correndo o risco de perder o sinal. É importante levar em consideração o ponto de partida do início do voo em relação ao piloto do controle.

Por fim, de acordo com Huang e Lin (2017) as tecnologias de modelagem 3D e técnicas relacionadas têm surgido como grande potencial via impressoras 3D para aplicação no ensino, facilitando a construção de uma cognição espacial nos estudantes. Nesse sentido, a modelagem 3D do mapeamento pode ser transformada em recurso didático quando convertida em maquete através de impressoras 3D.

Considerações Finais

Os resultados obtidos salientam a necessidade de uma maior compreensão acerca da manipulação, planejamento e execução de voos pelo RPA e seu papel no mapeamento de áreas protegidas.

O RPA tem potencial para mapeamento da paisagem, mas preferencialmente de extensão territorial menor do que 1km2. Áreas maiores, exigem hardware mais robustos com capacidade de processamento de imagens. Para o monitoramento da paisagem o RPA tem grande potencial, mas as condições meteorológicas, principalmente em paisagens serranas, devem ser consideradas.

O RPA se provou uma ferramenta útil para o reconhecimento das unidades de paisagem em uma escala de detalhe. Os contrastes paisagísticos, como quebras de patamares hipsométricos, padrão da cobertura florestal, cobertura do terreno foram mais bem compreendidos a partir desse mapeamento.

Referências

ALBUQUERQUE, R. W. et al. A protocol for canopy cover monitoring on forest restoration projects using low-cost drones. **Open Geosciences**, v. 14, n. 1, p. 921-929, 2022.

ANAC, AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Regulamento Brasileiro Da Aviação Civil Especial RBAC-E no 94**. SAR/SPO, 2015.

BARBEDO, J. G. A. A review on the use of unmanned aerial vehicles and imaging sensors for monitoring and assessing plant stresses. **Drones**, v. 3, n. 2, p. 40, 2019.

DANTAS, T.V.P.; RIBEIRO, A.S. Caracterização da vegetação do Parque Nacional Serra de Itabaiana, Sergipe – Brasil. **Revista Biotemas**, 23 (4), dezembro de 2010.

DANTAS, T.V.P. e colaboradores. Florística e estrutura da vegetação arbustivo-arbórea das Areias Brancas do Parque Nacional Serra de Itabaiana/Sergipe, Brasil. **Revista Brasil. Bot.**, V.33, n.4, p.575-588, out.-dec. 2010.

DÍAZ et al. **The global assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services**. Ibpes, 2019.

FIGUEIREDO, D. **Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto**. Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB. Brasília - DF, 2005.

FONSECA, Mônica; LAMAS, Ivana; KASECKER, Thais. O papel das unidades de conservação. **Scientific American Brasil**, v. 39, p. 18-23, 2010.

HUANG, T.; LIN, C. From 3D modeling to 3D printing: Development of a differentiated spatial ability teaching model. **Telematics and Informatics**, v. 34, n. 2, p. 604-613, 2017.

IBGE. **Manuais Técnicos**. Manual técnico de pedologia. 2a ed. Rio de Janeiro, 2007.

ICMBio, **Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana.** 2016. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano-de-manejo/dcom_plano_de_manejo_Parna_Serra_de_Itabaiana.pdf>. Acesso em: 04 Jun 2023.

LOPES, T. **Avaliação do uso de RPA quadrimotor para aplicações de mapeamento.** 2019. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2019.

MENEZES, L.S.; SANTOS, M.R.R.; SENRA, A.S. Fotointerpretação obtida por aeronave remotamente pilotada (RPA) aplicada em mapeamento litoestrutural de escala 1:800, afloramento do domínio Macururé, município de Capela-SE. **Geociências**, v. 38, n. 2, p. 483 - 493, 2019.

RODRIGUÊS, J.L.; FERNANDES, M.M.; FERNANDES, M.R.M. Mapeamento e avaliação de impacto ambiental utilizando aeronave remotamente pilotada no Parque Nacional da serra de Itabaiana (Brasil). **R. gest. sust. ambient**., Florianópolis, v. 9, n. 4, p. 591-607, out/dez. 2020.

SANTOS, R. S. et al. Seções-tipo e representação das paisagens no alto sertão sergipano, nordeste brasileiro. **Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento**, v. 1, p. 5802-5810, 2017.

SEIER, G. et al. Unmanned aircraft systems for protected areas: Gadgetry or necessity? **Journal for Nature Conservation**, v. 64, p. 126078, 2021.

SILVA, R.O. **Zoneamento urbano da praia do Abaís, Estância/SE**. São Cristóvão, 2019. 233 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2019.

Monitoramento Ambiental de Plano de Desmatamento Racional em Área Metropolitana no Ceará

Environmental monitoring of rational deforestation plan in a metropolitan área in ceará

Waleska Peixoto Xavier
Universidade Federal do Ceará (UFC)
waleskaxavierr@gmail.com

Mayara Mara Rocha de Oliveira
Instituto Federal do Ceará (IFCE)
Mayaramr.oliveira@gmail.com

Delrilane de Paiva Oliveira
BIOAGIL (Soluções Ambientais e Energia Solar)

Resumo: O transplante de árvores é uma alternativa ao desmatamento, e por isso essa prática se faz tão importante. As árvores têm grande importância para o ecossistema, para o meio ambiente e principalmente, pela qualidade de vida dos seres vivos. O trabalho foi executado mediante a um plano de desmatamento racional de uma empresa para a construção de estacionamento de um supermercado na região metropolitana de Fortaleza no município de Maracanaú-Ceará. Constou-se na aquisição de um relatório de monitoramento de supressão vegetal e transplantio de árvores objetiva compensar os impactos ambientais gerados pelas ações de limpeza do terreno, constituindo-se em um elemento básico de planejamento e de diagnóstico. Este trabalho tem como conclusão direcionar as principais medidas preventivas adotadas, com base na caracterização ambiental e no conhecimento do projeto, orientando e direcionando todos os procedimentos referentes às ações a serem realizadas. Baseados em dados de um Inventário Florestal que foi realizado para suporte de conhecimentos e a aplicação de metolodogias eficientes para a derrubada da vegetação e o transplantio realizado.

Palavras-chave: Desmatamento racional; Transplantio Vegetal; Monitoramento Ambiental.

Abstract: Transplanting trees is an alternative to deforestation, which is why this practice is so important. Trees are of great importance for the ecosystem, for the environment and, above all, for the quality of life of living beings. The work was carried out through a rational deforestation plan of a company for the construction of a supermarket parking lot in the metropolitan region of Fortaleza in the municipality of Maracanaú-Ceará. It consisted in the acquisition of a monitoring report on vegetation suppression and tree transplantation aimed at compensating the environmental impacts generated by land clearing actions, constituting a basic element of planning and diagnosis. The conclusion of this work is to direct the main preventive measures adopted, based on the environmental characterization and knowledge of the project, guiding and directing all procedures related to the actions to be carried out. Based on data from a Forest Inventory that was carried out to support knowledge and the application of efficient methodologies for the felling of vegetation and the transplanting carried out.

Keywords: Rational deforestation; Vegetal Transplantation; Environmental monitoring.

Introdução

A Caatinga é um Domínio Fitogeográfico (DFC) exclusivamente brasileiro compreendido por cerca de 850 mil km2 de áreas do Bioma “Floresta e Mata Tropical Sazonalmente Seca”, além de manchas menores e irregularmente espaçadas dos biomas “Floresta Tropical Úmida”, “Savana” e “Campo Rupestre” (Queiroz et al. 2017). No período seco, essas mesmas áreas de Caatinga apresentam árvores e arbustos desfolhados e que

não produzem flores, frutos e/ou sementes, um estrato herbáceo pouco abundante e pobre em espécies (quando presentes) e solo muito exposto ao sol (Melo et al. 2019).

Ainda que o acesso a diversidade taxonômica de plantas da Caatinga tenha avançado consideravelmente nos últimos 20 anos, menos da metade da área de abrangência desse Domínio Fitogeográfico foi contemplada com algum tipo de levantamento florístico ou fitossociológico (Moro et al. 2014, Fernandes et al. 2020).

As lacunas de informações sobre a riqueza, composição, abundância e fitossociologia de plantas da Caatinga tem limitado o conhecimento tanto da história natural desses organismos quanto sobre padrões de estruturação de comunidades vegetais em condições ambientais particulares do Domínio (Moro et al. 2014) ou conservação de ecossistemas, pois são atributos que refletem alterações causados pela ação antrópica (Queiroz et al. 2021).

Nesse contexto Chaves et al. (2013), relatam que estudos da vegetação e uso da terra vêm sendo desenvolvidos, com o objetivo de obter informações a partir de imagens de satélite e de outros produtos do sensoriamento remoto, em busca de facilitar a análise e a interpretação dos dados de superfície, para posterior estudo e avaliação buscando melhor aplicação na gestão do município.

Estudos da vegetação e uso da terra vêm sendo pontos de pesquisa, com o objetivo de obter informações a partir de imagens de satélite e de outros produtos do sensoriamento remoto, em busca de facilitar a análise e a interpretação dos dados da superfície terrestre, pois índices de vegetação ressaltam o comportamento espectral de alvos de interesse de diversos ambientes, possibilitando distinguir alterações ao longo de décadas de degradação tanto antrópica, quanto natural.

Florenzano (2011), relata que no cenário em que à interferência das ações antrópicas acabam por comprometer a preservação da vegetação, as ferramentas geotecnologias de monitoramento através de imagens de Sensores Remotos podem ser amplamente utilizadas na análise da degradação vegetal.

Nesse contexto, a realização de pesquisas cientificas sobre a degradação ambiental, sua destruição ou regeneração, associado a vulnerabilidades da população, com o uso de geotecnologias que proporcionam verificar o uso do solo e aumento ou redução dos impactos ambientais em uma área, são fundamentais para a gestão dos recursos naturais e identificação dos fatores que causam a degradação ambiental, bem como para a tomada de decisão das políticas públicas na busca da sustentabilidade ambiental para a preservação do meio ambiente.

O objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento florestal de uma área passível ao desmatamento racional com monitoramento e acompanhamento de equipe especializada

para minimizar os impactos ocasionados e realizar a compensação ambiental do transplantio e plantio de mudas.

Metodologia

O terreno está localizado na região metropolitana de Fortaleza, no município de Maracanaú, no entorno de uma área industrial com diversas empresas, industrias e comércios. O objetivo da elaboração do Plano de Desmatamento (PDR) e o inventário florestal realizado foi para a execução de cortes de arvores, transplantio de carnaúbas e compensação após a retirada dessa vegetação sendo destinado a construção de um estacionamento para os estabelecimentos que estão localizados no entorno. Tal necessidade surgiu por conta da localização, pois a via no entorno não supre a demanda de veículos que necessitam estacionar nos estabelecimentos. Dessa forma, a construção de um estacionamento amplo para receber os veículos de clientes dos estabelecimentos, mostra-se como uma alternativa para diminuir os riscos de acidentes e de congestionamentos.

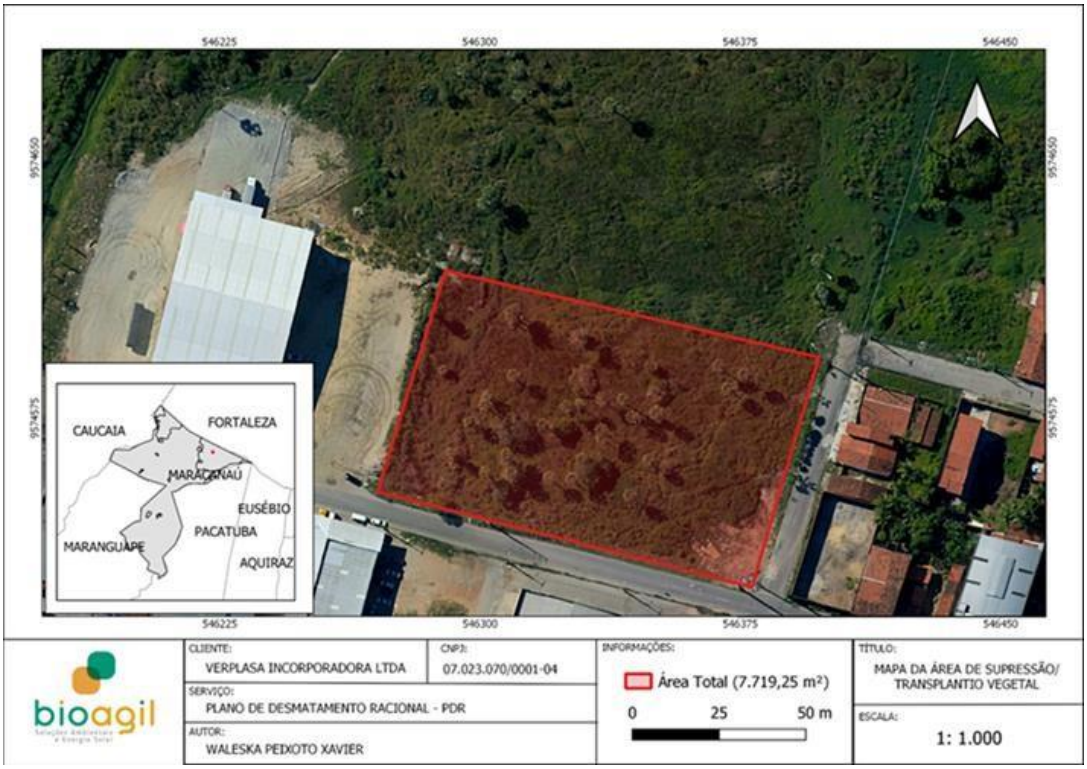
A vegetação apresenta porte pequeno com baixa diversidade de espécies que se encontram em estágio inicial de regeneração natural, o que indica a baixa potencialidade para sua recuperação ambiental sem que haja intervenção humana. De um modo geral, a composição florística é bastante pobre, uma vez que ela se encontra quase que totalmente descaracterizada.

A espécie de maior predominância observada na área foi a Carnaúba (Copernicia prunifera). Foi realizado um levantamento florístico de todas as espécies no local, e catalogadas em um inventário florestal. Entretanto a prioridade do terreno era realizar o transplantio de carnaúbas para aproveita-las em outra área para um novo plantio dessas arvores. As arvores no plano de desmatamento racional cortadas da vegetação nativa da caatinga foi compensada em outra área de preservação permanente (APP).

As espécies arbóreas encontradas na área foram autorizadas para suas retiradas com corte de vegetação pois nenhuma espécie catalogada encontra-se em extinção. A área analisada através do reconhecimento das espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção, aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção" da PORTARIA MMA Nº 443, DE 17 DE DEZEMBRO DE 2014, que nenhuma espécie encontrada no local consta em extinção, em vulnerabilidade ou risco ambiental.

A imagem a seguir (Figura 1) apresenta o mapa de delimitação de área do terreno que foi passível ao desmatamento racional com monitoramento.

Figura 1 – Localização e delimitação da área de trabalho de execução do PDR (Plano de Desmatamento Racional)

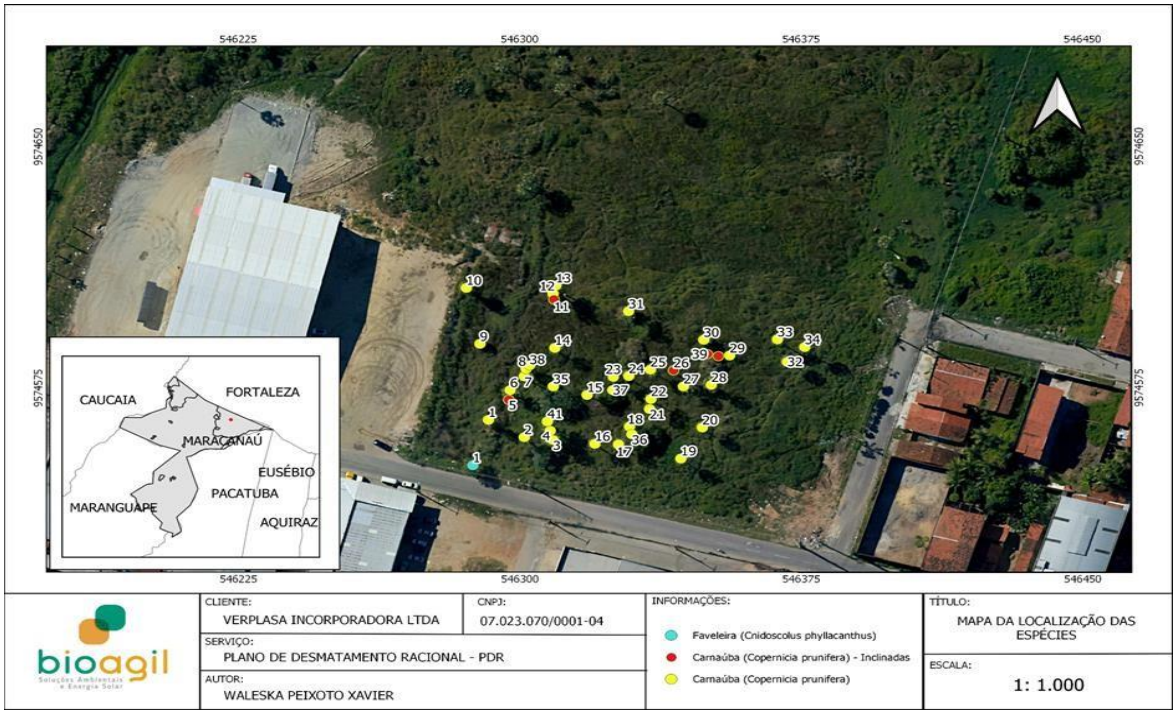


Autores: Waleska Peixoto e Mayara Oliveira (2023).

Resultados

A área de trabalho se encontrava com espécies de árvores carnaúbas, entretanto, não executaram cortes. As carnaúbas foram transplantadas com os devidos cuidados, obedecendo as técnicas de transplantio e todos os procedimentos necessários para que houvessem perdas ou mortandade das mesmas. Caso alguma árvore não vigore após o transplantio realizado, serão plantadas três mudas de carnaúbas no mesmo local do transplantio como forma de compensação ambiental. A imagem (Figura 02) a seguir apresenta a catalogação das espécies localizadas na área de manejo.

Figura 2 – Localização das espécies do inventário florestal.



Autores: Waleska Peixoto e Mayara Oliveira (2023).

A seguir apresenta as identificações de cada tipo de árvore e mais informações de importância vegetal nos quadros abaixo:

Quadro 1 - Quantitativo de Espécies Arbóreas.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FAMÍLIA	ESTRATO/ HÁBITO	QTD.	ORIGEM (NATIVA/ EXÓTICA)
Copernicia prunifera	Carnaúba	Arecaceae	Árvores	41	Nativa
Cnidoscolus quercifolius Pohl	Faveleira	Euphorbiaceae	Árvores	01	Nativa

Fonte: Waleska Peixoto (2023).

Quadro 02 - Quantitativo de médias de tamanhos.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	PEQUENO PORTE	MÉDIO PORTE	GRANDE PORTE
Copernicia prunifera	Carnaúba	3	3	35
Cnidoscolus quercifolius Pohl	Faveleira	0	0	1

Fonte: Waleska Peixoto (2023).

Quadro 03 - Quantitativo de espécies aptas e inaptas para transplantio.

NOME CIENTÍFICO	NOME POPULAR	FAMÍLIA	APTAS TRANSPLANTIO	INAPTAS TRANSPLANTIO
Copernicia prunifera	Carnaúba	Arecaceae	41	0
Cnidoscolus quercifolius Pohl	Faveleira	Euphorbiacea e	0	1*

Nota: (*) Apta para Supressão, conforme liberação do Órgão Responsável. **Fonte:** Waleska Peixoto (2023).

As espécies florestais composta na área de supressão, boa parte dela são espécies de carnaúbas que foram realizadas o seu transplantio, de modo eficiente, seguindo determinações florestais e agrícolas para que não ocorra a mortandade das mesmas. Sendo que, 98% da área é composta por árvores de carnaúbas (Copernicia prunifera), e 2% pelas espécies faveleira (Cnidoscolus quercifolius Pohl). O transplantio vegetal foi realizado oriundo da remoção e transporte das espécies vegetais para replantio em local adequado, sob a orientação e condições técnicas específicas e autorizadas, com o objetivo de mantê-las vivas; Com a autorização de uma profissional habilitada (engenheira agrônoma) onde orientou os trabalhadores e a equipe técnica para medidas de segurança e medidas de manejo florestal.

O plano de desmatamento/supressão vegetal tem como objetivo estabelecer as diretrizes e mecanismos para a adequada condução do processo de remoção da vegetação na área, de forma a minimizar os impactos ambientais adversos oriundos de atividades supressivas. É objetivo também deste plano, o atendimento aos requisitos legais para o requerimento de autorização para supressão vegetal, junto à SEMAM (Secretaria de Meio Ambiente Municipal de Maracanaú-CE, atendendo aos critérios de licenciamento ambiental deste órgão licenciador.

A retirada dessa vegetação foi feita de forma criteriosa para que as áreas circunvizinhas não sejam afetadas pela ação, garantindo assim a conservação da cobertura vegetal no entorno, o que minimiza os efeitos adversos dessa atividade, quer sobre os componentes bióticos, quer sobre os componentes abióticos do meio. Assim, a execução do plano foi realizada em conformidade com a legislação aplicável, destacando-se Lei Nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965; Lei Nº 6.938, de 31 de Agosto de 1981; Portaria (MMA) Nº 253, de 18 de Agosto de 2006; Resolução CONAMA Nº 303, de 20 de Março de 2002.

A delimitação das áreas de supressão através de piqueteamento, orientado através de serviços topográficos, ressaltando-se que este trabalho foi acompanhado por uma equipe de topografia, tendo por base a Planta do Terreno, conforme projeto aprovado pela SEMAM, bem como uma equipe de profissionais devidamente qualificados e coordenados por um

agrônoma que acompanhou toda a operação, com o objetivo de conduzir da melhor forma possível às formas de escape da fauna pelos corredores previstos no plano.

O plano de controle de desmatamento tem como metodologia o ordenamento de uma sequência de objetivos que estabelece as diretrizes e mecanismos para a adequada condução do processo de remoção da vegetação da área, de forma a minimizar o máximo possível os impactos ambientais adversos gerados pela atividade. A reposição florestal é obrigatória e foi feita de acordo com a Instrução Normativa MMA nº 06, de 15 de dezembro de 2006 e a Instrução Normativa nº 001/2000 de 01 de março de 2000, da Superintendência Estadual do Meio Ambiente – SEMACE.

Além disso, o Inventário Florestal apresentado neste trabalho (amostra) apresenta a quantidade exata de cada espécie e contabiliza o total de 42 (quarenta e dois) indivíduos arbóreos na propriedade, sendo 1 faveleira e 41 carnaúbas, dos quais foram retiradas, visto a manutenção e transplantio das carnaúbas, facilitando assim a quantidade de mudas necessárias para a realização da reposição. As carnaúbas foram transplantadas com os devidos cuidados, obedecendo as técnicas de transplantio e todos os procedimentos necessários para que aconteça devido os conformes e que não haja perdas ou mortandade das mesmas.

Dessa forma, a reposição florestal foi realizada através do plantio de mudas de árvores nativas prioritariamente em APP próxima, onde a quantidade de mudas plantadas foi de acordo com a quantidade da vegetação nativa retirada no plano racional, para evitar o estresse causado na mudança de condições e solo, permitindo a longevidade das espécies.

Figura 3 – Registro fotográfica da área com vegetação natural que foi realizado o desmatamento racional e transplantio de carnaúbas com monitoramento técnico por profissionais.

Autor: Waleska Peixoto (2023).

Figura 4 – Registro fotográfico da área de APP (Área de Preservação Permanente) com transplantio de Carnaúbas retiradas da área natural/nativa para o entorno de uma área de APP.

Autor: Waleska Peixoto (2023).

Conclusão

As medidas de monitoramento e controle ambiental são instrumentos eficientes para o gerenciamento ambiental, permitindo verificar se todos os impactos previstos apresentam incompatibilidades ambientais e ao mesmo tempo, verificar a eficiência das medidas mitigadoras e medidas de compensação ambiental adotadas.

O trabalho em conjunto entre o empreendedor, subcontratados e o órgão ambiental (disposição para reuniões, troca de ideias, cumprimento de acordos e compartilhamento de resultados); o registro, por meio de documentação, das ações e medidas adotadas; a mútua cooperação e respeito entre empreendedor, subcontratados e órgão ambiental; a busca da melhoria contínua e; a adoção de ciclo contínuo de planejamento, realização dos programas, resolução dos problemas e avaliação dos resultados são premissas que alicerçam a adoção de medidas de controle e monitoramento ambiental.

Ao final da conclusão da execução do Plano de Desmatamento Racional que foi executado com grande exato, tendo como premissa os cuidados com transplantio das carnaúbas e o monitoramento do desmatamento com a compensação ambiental com o plantio de mudas também na área de APP, obteve medidas para minimizar os impactos da a degradação causada, oriunda de recomendações e legislações aplicadas pelo município conforme as normas apresentadas neste artigo.

Nota-se a importância de realizar um desmatamento racional com cuidados e equipe técnica especializada para que a urbanização seja executada de forma eficiente, com medidas de prevenção e minimizadoras de impactos ambientais e que obtenha em todos os casos a compensação e transplantio das espécies que foram degradadas nas áreas vegetais nativas.

Referências

HAVES, I. B.; FRANCISCO, P. R. M.; LIMA, E. R. V.; SILVA, B. B.; BRANDÃO, Z. N.; CHAVES, L. H. G.. Índices espectrais, diagnóstico da vegetação e degradação da caatinga na Bacia do Rio Taperoá-PB. In: SILVA, B. B.. Aplicações brasileiras de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Campina Grande: EDUFCG, 2013. p.23-47.

Fernandes, M. F., Cardoso, D., & Queiroz, L. P. 2020. An updated plant checklist of the Brazilian Caatinga seasonally dry forests and woodlands reveals high species richness and endemism. Journal of Arid environments, 174, 1–8. DOI: 10.1016/j.jaridenv.2019.104079

FLORENZANO, T. G.. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo, Oficina de Texto, 2011.

Melo, C. L. S. M. S. D., Ferreira, R. L. C., Silva, J. A. A. D., Machuca, M. Á. H., & Cespedes, G. H. G. 2019. Dynamics of dry tropical forest after three decades of vegetation suppression. Floresta e Ambiente, 26, 1–12. DOI: 10.1590/2179-8087.116317

Moro, M. F., Lughadha, E. N., Filer, D. L., Araújo, F. S., & Martins, F. R. 2014. A catalogue of the vascular plants of the Caatinga Phytogeographical Domain: a synthesis of floristic and phytosociological surveys. Phytotaxa, 60(1), 1–118. DOI: 10.11646/phytotaxa.160.1.1

Queiroz, L. P. D., Cardoso, D., Fernandes, M. F., & Moro, M. F. 2017. Diversity and Evolution of flowering plants of the Caatinga domain. In: J. M. C. Silva, I. R. Leal & M. Tabarelli (Eds.) Caatinga. pp. 23–63. Cham: Springer.

Queiroz, M. G. D., Silva, T. G. F. D., Souza, C. A. A. D., Jardim, A. M. D. R. F., Araújo Júnior, G. D. N., Souza, L. S. B. D., & Moura, M. S. B. D. 2021. Composition of Caatinga species under anthropic disturbance and its correlation with rainfall partitioning. Floresta e Ambiente, 28(1), e20190044. DOI: 10.1590/2179-8087-FLORAM-2019-0044.

Taxas de Variação da Linha de Costa nas Praias do Litoral Sul do Estado da Paraíba

Coastline Variation Rate on the Beaches of the Southern Coast of Paraíba State

José Charriere Gomes Pereira
Universidade Federal da Paraíba – CCEN/DGEOC
http://orcid.org/0009-0005-7595-6108
charrieregomes2018@gmail.com

Christianne Maria da Silva Moura
Universidade Federal da Paraíba – CCEN/DGEOC
http://orcid.org/0000-0002-7907-4074
cmm_reis@yahoo.com.br

Nadja Cecília de Freitas Silva
Universidade Federal da Paraíba – CCEN/DGEOC
http://orcid.org/0009-0002-4516-3236
nadja.cecilia@gmail.com

Pablo Wesley Alves de Oliveira
Universidade Federal da Paraíba – CCEN/DGEOC
http://orcid.org/0009-0009-5678-6325
pablowesleyalves@gmail.com

Jefferson da Costa Silva
Superintendência de Administração do Meio Ambiente da Paraíba – SUDEMA
http://orcid.org/0009-0008-0833-0676
jeffersonsilvageo@gmail.com

Resumo: O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados da análise das variações da linha de costa das praias do litoral Sul da Paraíba, a partir do uso da plataforma CASSIE. Para determinar a mudança na linha de costa foram usadas imagens do Landsat (1984 a 2016). Para classificação da linha de costa foi utilizada a Taxa de Regressão Linear (LRR), em metros/ano. Baseado nestes resultados utilizou-se os seguintes intervalos de classificação (acreção, estável, erosão e erosão severa) propostos por Esteves & Finkl (1998). Os resultados deste estudo permitiram concluir que 37,1% dos transectos praiais identificados apresentam estabilidade sedimentar, 30,1% demonstram acreção sedimentar, e 32,9% corresponde aos processos erosivos, sendo 14,7% erosão e 18,2% erosão severa.

Palavras-chave: Erosão Costeira, Dinâmica Costeira, Litoral Sul da Paraíba.

Abstract: The aim of this paper is to present the results of the analysis of shoreline variations on the beaches of the south coast of Paraíba, using the CASSIE platform. Landsat images (1984 to 2016) were used to determine changes in the coastline. The Linear Regression Rate (LRR), in meters/year, was used to classify the coastline. Based on these results, the following classification intervals (accretion, stable, eroded and critically eroded) proposed by Esteves & Finkl (1998) were used. The results of this study led to the conclusion that 37.1% of the beach transects identified show sediment stability, 30.1% show sediment accretion and 32.9% correspond to erosion processes, with 14.7% being erosion and 18,2% severe erosion.

Keywords: Coastal Erosion, Coastal Dynamics, South Coast of Paraíba.

Introdução

A zona costeira constitui uma das zonas terrestres mais povoadas e desenvolvidas do mundo, e pode ser considerada a área de maior produtividade biológica do planeta.

Historicamente, as atividades econômicas globais concentram-se na costa, onde se estabeleceu uma elevada quantidade e diversidade de usos. Esses usos incluem áreas de atividade petrolífera (extração e refino), portuária, agrícola e agroindustrial, pecuária, pesqueira, de aquicultura, extração mineral e vegetal, reflorestamento, exploração de salinas, de turismo, recreação e veraneio, entre tantas outras (LUIJENDIJK *et al.* 2018; POLETTE & ASMUS, 2015).

As praias são ambientes extremamente dinâmicos, que reagem às alterações do meio físico, por meio da interferência na dinâmica dos processos sedimentares ao longo da costa. Tais alterações são resultantes da interação complexa entre o homem e o meio ambiente. Diversos exemplos do litoral brasileiro, bem como a nível global, comprovam que além dos processos naturais de erosão costeira, a instalação de construções rígidas, provoca uma aceleração dessa erosão.

Luijendijk *et al.* (2018) apresentam os resultados de uma avaliação global da ocorrência de praias arenosas e taxas de variação de linha costa. Segundo os autores, a análise de imagens de satélite disponíveis gratuitamente, capturadas desde 1984, indicam que 24% das praias arenosas do mundo estão sendo erodidas a uma taxa superior a 0,5 m/ano, enquanto 28% estão acumulando sedimentos e 48% estão estáveis.

Segundo Dominguez *et al.* (2016), o litoral da Paraíba está situado em uma região do Brasil caracterizada por uma tendência de longo prazo para erosão da linha de costa. A quase ausência de terraços marinhos do Holoceno e do Pleistoceno, ao longo da zona costeira, é apontada como principal evidência para esta tendência de longo prazo para a erosão. Os terraços marinhos evidenciam as paleolinhas de costa e servem como indicadores da evolução da morfologia do ambiente praial. A quase ausência dos terraços marinhos na área de estudo resultam em praias mais estreitas e mais vulneráveis à erosão costeira.

Nas últimas décadas, o litoral paraibano apresentou um crescimento populacional significativo, com consequente crescimento imobiliário, decorrente do desenvolvimento do turismo e abertura de novas estradas, possibilitando o acesso às áreas antes pouco habitadas. Esses fatos, de certo modo, potencializam ainda mais o processo erosivo nas praias, pois a ocupação e/ou instalação de estruturas fixas em locais inadequados, sem a observância dos limites de oscilação do perfil praial, contribuem para o agravamento da erosão costeira natural (REIS; FEITOSA; REIS, 2019).

De acordo com o IBGE (2010), a população residente nos municípios costeiros da Paraíba corresponde a 3.766.528 habitantes. Para Farinaccio & Tessler (2010) muitas das atividades antrópicas desenvolvidas nesse ambiente privam as costas de seu natural suprimento de areia, como as obras de regularização e estabilização de rios e a mineração em áreas fontes de sedimentos, obras portuárias entre outras. Além destas, é comum nas

praias brasileiras, a construção de uma infraestrutura de lazer constituída de bares, quiosques e todo o complexo de condomínio de pousadas e hotéis que avançam sobre áreas de domínio da ação marinha.

Segundo Souza *et al.* (2005), a erosão em uma praia se torna um problema quando passa a ser um processo severo e permanente ao longo de toda essa praia ou em um trecho dela, ameaçando áreas de interesse ecológico e socioeconômico. A erosão costeira é um dos principais responsáveis pelos impactos que ocorrem na zona costeira, além de ocasionar problemas à praia, aos ambientes naturais, assim como, aos ambientes de uso da população, como estradas, casas e quiosques.

De acordo com Souza (2009), podemos destacar pelo menos treze consequências: 1) redução na largura da praia e retrogradação ou recuo da linha de costa; 2) desaparecimento da zona de pós-praia; 3) perda e desequilíbrio de habitats naturais; 4) aumento na frequência e magnitude de inundações costeiras, causadas por ressacas ou eventos de marés de sizígia; 5) aumento da intrusão salina no aquífero costeiro e nas drenagens superficiais da planície costeira; 6) perda de propriedades e bens públicos e privados ao longo da linha de costa; 7) destruição de estruturas artificiais paralelas e transversais à linha de costa (obras costeiras); 8) perda do valor imobiliário de habitações costeiras; 9) perda do valor paisagístico da praia e/ou da região costeira; 10) comprometimento do potencial turístico da região costeira; 11) prejuízos nas atividades socioeconômicas da região costeira; 12) artificialização da linha de costa devido à construção de obras costeiras (para proteção e/ou recuperação ou mitigação); 13) gastos astronômicos com a recuperação de praias e reconstrução da orla marítima (incluindo propriedades públicas e privadas, equipamentos urbanos diversos e estruturas de apoio náutico, de lazer e de saneamento).

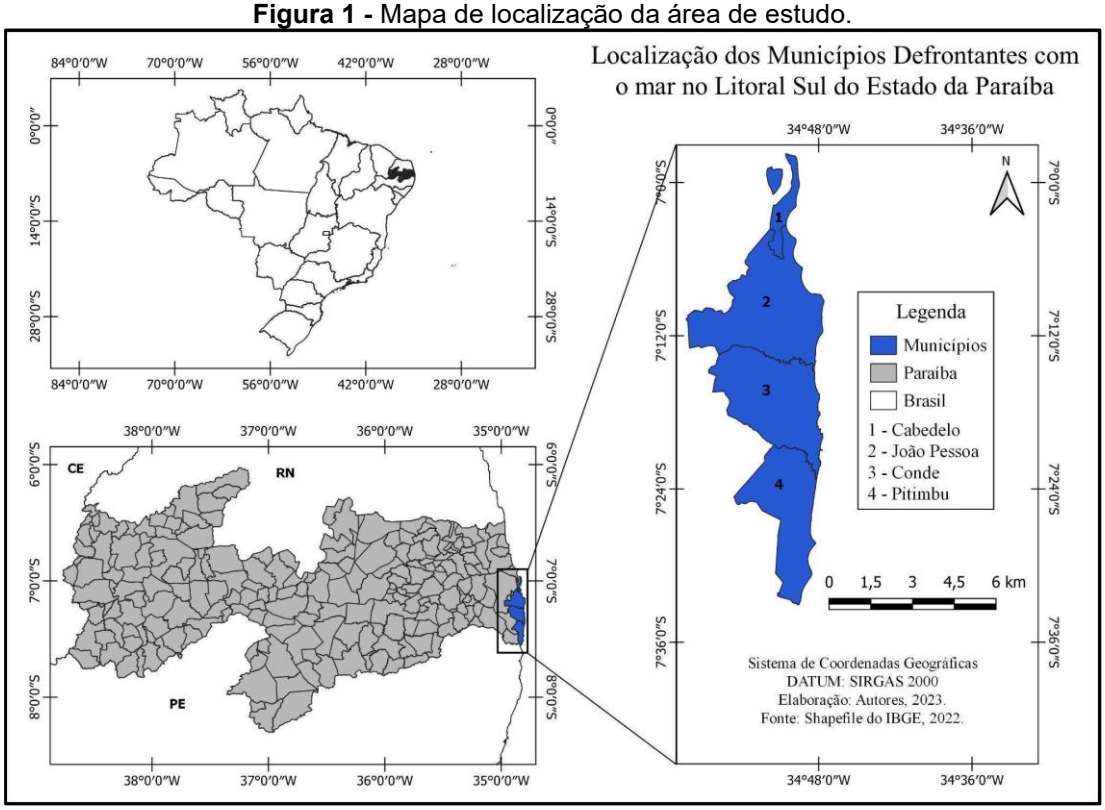
Diante disso, observa-se a necessidade de se estabelecer mecanismos que possam auxiliar os processos de análise dos impactos erosivos ao ambiente costeiro. Além disso, o presente trabalho tem como principal objetivo, classificar praias do litoral Sul da Paraíba, quanto à sua taxa de variação de linha de costa, no período entre os anos de 1984 e 2016. No que se refere aos objetivos específicos, tem-se: I) Caracterizar os aspectos geológicos e geomorfológicos que predominam no litoral Sul da Paraíba; e II) Classificar as taxas de variação da linha costa com base nos dados levantados na plataforma CASSIE.

Área de Estudo

O litoral do estado da Paraíba possui cerca de 145 km de extensão de linha de costa, e o Setor Costeiro Sul, que diz respeito a área deste estudo, abrange aproximadamente 90 km de extensão, correspondendo a cerca de 62% do litoral paraibano. A área de estudo

compreende os municípios de Cabedelo, João Pessoa, Conde e Pitimbu, representados na (Figura 1).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: IBGE (2022).

De acordo com Dominguez *et al.* (2018), a costa da Paraíba pode ser subdividida em três compartimentos com base na geomorfologia costeira. Fazem parte do Compartimento I, as linhas de costa dos seguintes municípios: João Pessoa (a partir da Ponta do Cabo Branco, em direção ao Sul), Conde e Pitimbu. Nesse trecho estão presentes formações recifais franjantes bordejando a linha de costa, paleo-falésias da Formação Barreiras, muito próximas à linha de costa, falésias ativas com um estreito terraço arenoso, muitas vezes vegetado, ou o próprio prisma praial, protegendo o sopé das falésias do contato direto com as ondas. (Dominguez *et al.* 2018, pág. 231).

O Compartimento II, está limitado ao Sul pela ponta do Cabo Branco (João Pessoa), e em direção ao Norte inclui ainda as praias de Cabedelo e Lucena.

Neste compartimento, onde deságua o Rio Paraíba, os depósitos quaternários alcançam sua maior expressividade e as falésias ativas estão ausentes. (Dominguez *et al.* 2018, pág. 231).

No Compartimento III estão as praias dos demais municípios costeiros da Paraíba, compreendendo os municípios de Mataraca, Baía da Traição, Marcação e Rio Tinto (localidades fora da área de abrangência deste estudo). Neste compartimento a linha de costa apresenta uma geometria mais retilínea, e as construções recifais estão ausentes, à exceção

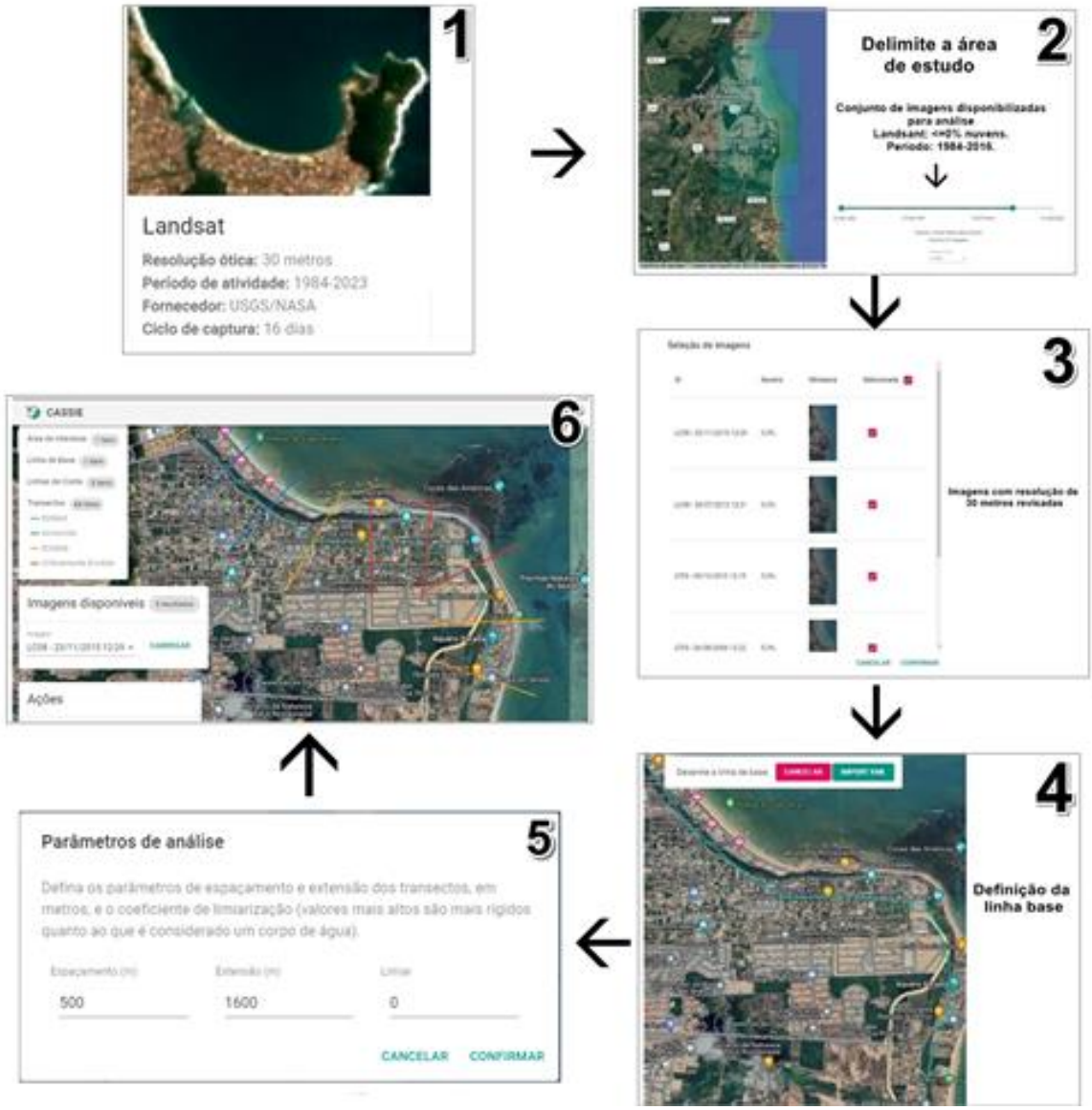
do extenso arenito de praia que bloqueia a entrada da Baía da Traição. (Dominguez *et al.* 2018, pág. 231).

Material e Métodos

Através da plataforma CASSIE realizou-se a classificação das praias da área de estudo conforme a metodologia proposta por Esteves & Finkl (1998), adaptada por Luijendijk *et al.* (2018). De acordo com essa classificação as praias podem apresentar: acreção, quando a taxa for acima de 0.5 m/ano, estabilidade, quando a taxa estiver entre -0,5 e 0.5 m/ano, e erosão, quando a taxa for superior a -0.5 m/ano, podendo ainda ser classificada como: erosão intensa (entre -3.0 e -1.0 m/ano), erosão severa (entre -5.0 e -3.0 m/ano) e erosão extrema (acima de -5 m/ano). Além disso, considerou-se linha de costa com tendência a erosão àqueles trechos que foram classificados, a partir da metodologia de Esteves & Finkl (1998), com taxa de recuo superior a -0.5 m/ano.

A plataforma CASSIE (https://cassiengine.org/), conforme proposto por Almeida *et al.* (2021), consiste numa ferramenta web de código aberto para mapeamento e análise automática do litoral usando imagens de satélite. Esta ferramenta foi construída em JavaScript, usando a API do Google Earth Engine (GEE), e pode ser aplicada a qualquer região costeira da Terra onde existe um limite entre água e terra. O CASSIE usa as imagens de satélite Landsat e Sentinel-2, disponíveis no GEE. Para otimizar a obtenção das informações de variação da linha de costa, considerando os dados de acreção, estabilidade e erosão, cada transecto possui um espaçamento de 500 metros, extensão de 1000 metros e limiar de 0. Após finalizar todos os cálculos estatísticos, é possível obter um mapa final, onde a linha de base, os limites e os transectos praiais (TP) podem ser visualizados sobre uma imagem de satélite (Figura 2). Os transectos são coloridos de acordo com a classificação proposta por Esteves & Finkl (1998), considerando os valores de LRR (taxa de regressão linear) em metros/ano (Quadro 1).

Figura 2 - Etapas para identificação da linha de costa através da plataforma CASSIE.



Fonte: Adaptado de Luijendijk (2018).

Quadro 1 - Classificação com base na taxa de variação da linha de costa (valores de LRR).

Classificação	Taxa de variação da linha de costa com base no LRR (m/ano)
Acresção	> 0,5 m/ano
Estável	-0,5 a 0,5 m/ano
Erosão	-1 a -0,5 m/ano
Erosão severa	>-1m/ano

Fonte: Almeida *et al.* (2021).

Para obtenção dos dados de linha de costa foram gerados transectos para cada município do litoral Sul paraibano, através da plataforma CASSIE, identificados a partir do TP11 ao TP 153 (Quadro 2).

Quadro 2 - Transectos praiais por município

MUNICÍPIOS	TRANSECTOS PRAIAIS
Cabedelo	TP11 até TP33
João Pessoa	TP34 até TP81
Conde	TP82 até TP113
Pitimbu	TP114 até TP153

Fonte: Os autores

Resultados e Discussão

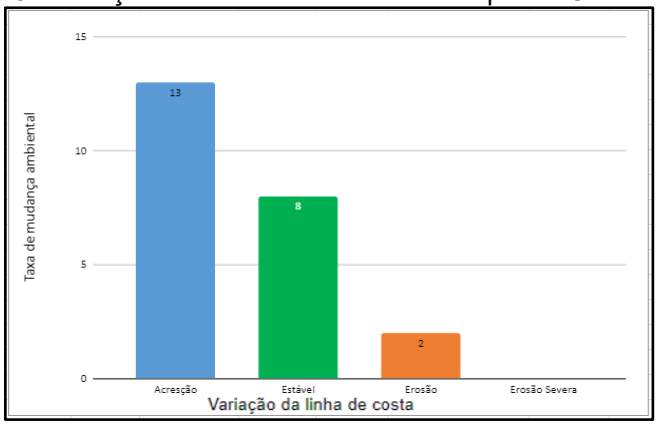
Cabedelo

O município de Cabedelo está situado na porção Sul do litoral paraibano, entre as coordenadas geográficas 6°57 '56'' e 7°05' 59'' de latitude Sul e 34°49 '31" e 34°51' 57'' de longitude Oeste. Constitui-se em uma península arenosa, estendendo-se no sentido Sul-Norte entre o rio e o mar, compreendendo uma superfície de aproximadamente 29,87 km², com 16 km de extensão e uma variação de 1 km a 3 km de largura. O mesmo faz fronteira com o Oceano Atlântico ao Norte e Leste; com os municípios de Santa Rita e Lucena a Oeste, e com o município de João Pessoa, ao Sul, cuja divisa municipal se faz através do Rio Jaguaribe.

O litoral de Cabedelo apresenta aproximadamente 12 km de extensão de linha de costa, estendendo-se da desembocadura do Rio Paraíba até a desembocadura do Rio Jaguaribe. Os dados coletados na plataforma CASSIE, apontam que o município possui 23 transectos praiais, indicados do TP11 ao TP33.

A partir dos dados coletados, e com base na classificação proposta por Esteves & Finkl (1998), considerando os valores de LRR (taxa de regressão linear) em metros/ano, foi constatado, por meio dos dados obtidos a partir dos transectos que, 57% das praias do município de Cabedelo apresentam uma tendência à acreção da sua linha de costa, aproximadamente 35% encontram-se em estabilidade, por sua vez apenas 9% da linha de costa do município apresentou indicativos de erosão costeira, tendo sua variação da linha de costa representada na (Figura 3).

Figura 3 - Variação da linha de costa no município de Cabedelo-PB.



Fonte: Autores (2023).

A faixa de extensão ao longo das praias apresenta uma largura relativamente estreita, exceto nos casos das praias de Intermares e Miramar. Nota-se que a praia de Miramar, em particular, apresenta um aumento da sua faixa de areia devido diretamente à construção de um dique de contenção localizada na parte Norte da região, precisamente na fronteira entre o oceano e a desembocadura do Rio Paraíba.

Por outro lado, nas praias de Camboinha e do Poço, onde estão localizados os transectos TP21 e TP24 (Figura 4), identificam-se áreas com a presença de erosão costeira. Esses impactos são mais evidentes durante os períodos de maré de sizígia, sendo intensificados por intervenções humanas na área.

Figura 4 - Transectos referentes à erosão (TP21, TP24) no município de Cabedelo-PB.

Fonte: Google Earth (2023).

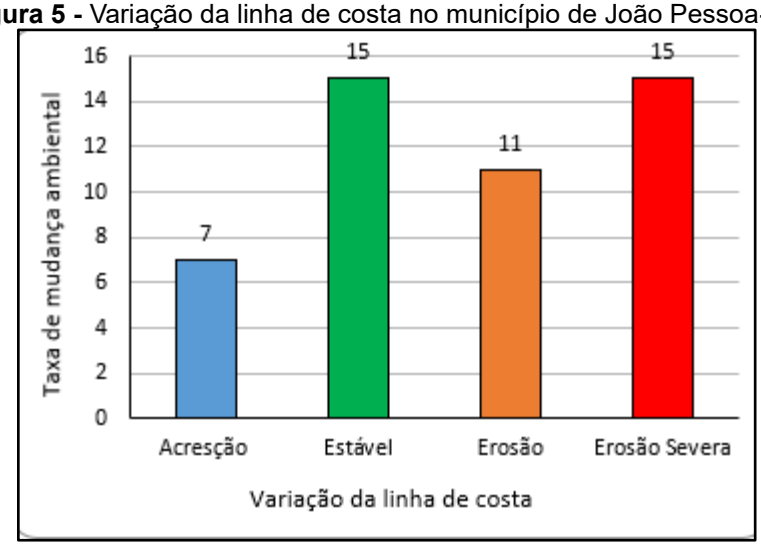
João Pessoa

O município de João Pessoa, capital do estado da Paraíba, encontra-se localizado no extremo Leste do estado da Paraíba, entre as coordenadas geográficas 07º14'30" e 07º03'18" de latitude Sul e 34º58'36" e 34º47'36" de longitude Oeste, apresentando uma área de cerca de 210,04 km². Limita-se ao Norte com o município do Cabedelo, a Oeste com os municípios de Bayeux e Santa Rita, ao Sul com o município do Conde e a Leste com o Oceano Atlântico.

O litoral de João Pessoa apresenta aproximadamente 24 km de extensão de linha de costa, estendendo-se da desembocadura do Rio Gramame até a desembocadura do Rio Jaguaribe. A partir dos dados coletados na plataforma CASSIE, João Pessoa possui 48 transectos praiais, indicados a partir do TP34 até o TP81.

De acordo com os dados obtidos a partir dos transectos foi possível constatar que 15% das praias do município de João Pessoa apresentam uma tendência a acreção da sua linha de costa, aproximadamente 31%, tendência à estabilidade, 23% apresentaram à erosão e 31% à erosão severa, tendo a taxa de variação da linha de costa apresentada na (Figura 5).

Figura 5 - Variação da linha de costa no município de João Pessoa-PB.



Fonte: Autores (2023).

A taxa de mobilidade positiva verificada nos transectos que apontaram acreção em trechos das praias do Bessa (TP41 e TP43), em trechos da praia de Tambaú e Cabo Branco (TP50 até TP53) e em trecho da praia da Penha, na desembocadura do Rio Cabelo (TP63). A acreção em trechos da praia de Tambaú e Cabo Branco pode ser justificada pela edificação do Hotel Tambaú que serve como agente de alteração no fluxo dos sedimentos. As praias ao Sul do hotel passam por um processo constante de sedimentação.

A taxa de estabilidade verificada em trechos das praias do Bessa e Manaíra (TP39, TP40, TP42, TP44, TP45 e TP46), em trechos da praia de Tambaú (TP48 e TP49), em trechos da praia da Penha (TP64 e TP65), em trecho da praia do Arraial, no início da linha de falésias na área do Polo Turístico Cabo Branco (TP67), em trechos de falésias da praia do Sol e do Gramame (TP74 até TP76) e em trecho da foz do Rio Gramame (TP81). A estabilidade em trechos da praia do Bessa e Manaíra pode ser justificada também pela edificação do Hotel Tambaú que gera uma significativa falta de deposição sedimentar. As praias ao Norte do hotel passam por um processo de estabilidade na falta de sedimentos.

A taxa de mobilidade negativa verificou-se nos transectos que apontaram erosão e erosão severa em trechos da praia do Bessa (TP34, TP35, TP36 e TP38), em trecho da praia de Manaíra, após o Hotel Tambaú (TP47), em trechos entre a praia do Cabo Branco, Falésia do Cabo Branco e praia do Seixas (TP54, TP55, TP56, TP57, TP58, TP59, TP60, TP61 e TP62), em trecho da praia da Penha, desembocadura do Rio Aratu (TP66), em trechos de falésias entre a praia do Arraial, na área do Polo Turístico Cabo Branco até a praia de Jacarapé, desembocadura do Rio Cuiá (TP68, TP69, TP70, TP71, TP72 e TP73) e em trechos de falésias da praia do Gramame (TP77, TP78, TP79 e TP80). A erosão e erosão severa evidenciada em trechos entre a praia do Cabo Branco, Falésia do Cabo Branco e praia do Seixas pode ser justificada pela presença de geoindicadores de erosão costeira, tais como, árvores na face de

praia ou com raízes expostas, presença de falésias vivas e a infraestrutura da orla danificada pela energia das ondas. Os transectos relacionados a processos erosivos mencionados anteriormente, estão representados na (Figura 6).

Figura 6 - Transectos referentes à erosão (TP56) e erosão severa (TP57, TP58, TP59 e TP60), trecho entre a praia do Cabo Branco e a falésia do Cabo Branco no município de João Pessoa-PB.

Fonte: Autores (2023).

No que se refere ao uso de geoindicadores de erosão costeira, o trabalho de Reis; Feitosa; Reis (2019) caracterizou o processo erosivo no município em estudo, especificamente, para as praias do Litoral Sul de João Pessoa, pode-se citar como exemplos, os trechos entre a praia do Cabo Branco, Falésia do Cabo Branco e praia do Seixas (TP54, TP55, TP56, TP57, TP58, TP59, TP60, TP61 e TP62), o trecho da praia da Penha, desembocadura do Rio Aratu (TP66), os trechos de falésias entre a praia do Arraial, na área do Polo Turístico Cabo Branco até a praia de Jacarapé, desembocadura do Rio Cuiá (TP68, TP69, TP70, TP71, TP72 e TP73) e os trechos de falésias da praia do Gramame (TP77, TP78, TP79 e TP80). Esses trechos que foram classificados na plataforma CASSIE como trechos nos quais detectou-se erosão e erosão severa, sendo possível comparar com os geoindicadores caracterizados, pelos citados autores, com intensidade moderada e elevada e que ocorrem com maior frequência ao longo do litoral Sul de João Pessoa foram: (III) Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordeja as praias, sem o desenvolvimento de falésias (Praias urbanizadas ou não), (V) árvores na face de praia ou com raízes expostas, (VI) Marcas de erosão na base de muros residenciais, (IX) presença de falésias vivas, e (X) infraestrutura da

orla danificada pela energia das ondas. Os geoindicadores de erosão costeira mencionados anteriormente estão representados na (Figura 7).

Figura 7 - Geoindicadores referentes à erosão e erosão severa, trecho entre a praia do Cabo Branco e a falésia do Cabo Branco no município de João Pessoa-PB.

Erosão progressiva de depósitos marinhos e/ou eólicos pleistocênicos a atuais que bordeja as praias, sem o desenvolvimento de falésias (Praias urbanizadas ou não).

Árvores na face de praia ou com raízes expostas e infraestrutura da orla danificada pela energia das ondas.

Infraestrutura da orla danificada pela energia das ondas.

Presença de falésias vivas.

Fonte: Autores (2023).

As taxas de mobilidade da linha de costa verificadas a partir dos dados dos 48 transectos praiais levantados pela plataforma CASSIE traduziram bem o que ocorre na área, constatou-se que na linha de costa do município predomina uma tendência de mobilidade negativa, seguida da tendência à estabilidade e a mobilidade positiva.

Conde

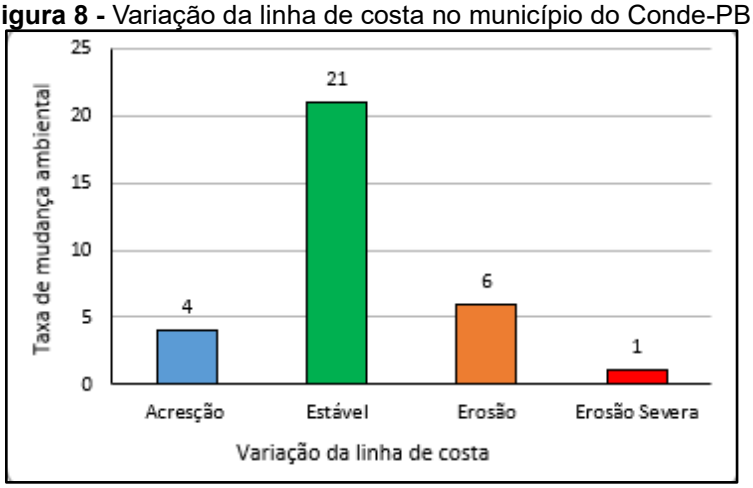
O município do Conde está localizado ao Sul do litoral paraibano, entre as coordenadas geográficas 7° 15’ 00” e 7° 22’30” de latitude Sul e 34° 45’ 00” e 34º 52’ 30” de longitude Oeste, possuindo uma área de 172,74 Km². O mesmo faz fronteira com os

municípios de João Pessoa, ao Norte, Alhandra e Pitimbu, ao Sul, Santa Rita, a Oeste e o Oceano Atlântico a Leste.

O litoral de Conde apresenta aproximadamente 20 km de extensão de linha de costa, estendendo-se da desembocadura do Rio Gramame até a desembocadura do Rio Graú. Os dados coletados na plataforma CASSIE, apontam que o município possui 32 transectos praiais, indicados do TP82 ao TP113.

De acordo com os dados obtidos a partir dos transectos foi possível constatar que, 13% das praias do município apresentam acreção sedimentar, 66% das praias encontram-se estáveis e 22% sofrem processos erosivos, destes, 19% se refere à erosão e 3% à erosão severa, tendo sua variação da linha de costa representada na (Figura 8).

Figura 8 - Variação da linha de costa no município do Conde-PB.



Fonte: Autores (2023).

Além disso, foi possível observar que os transectos referentes à erosão, totalizando 6, foram identificados nas seguintes localidades: área de falésia (TP85 e TP86) próximo ao Rio Gurugi situado ao Norte do município, Praia de Jacumã (TP90 e TP91), Praia de Carapibus (TP92) e Praia de Arapuca (TP106). No tocante ao único transecto referente à erosão severa (TP113) detectado no litoral do município, observa-se que o mesmo está localizado nas proximidades da desembocadura do Rio Graú. Ainda, todos os transectos relacionados a processos erosivos mencionados anteriormente, estão representados na (Figura 9).

Figura 9 - Transectos referentes à erosão (TP85, TP86, TP90, TP91, TP106) e erosão severa (TP113), no município do Conde-PB.

Fonte: Google Earth (2023).

Pitimbu

O município de Pitimbu está localizado no extremo Sul do litoral do estado da Paraíba entre as coordenadas geográficas 7°20’31” e 7°32’56” de latitude Sul e 34°48’8” e 34°54’42” de longitude Oeste, compreende uma superfície de aproximadamente 136,44 km². Limita-se ao Norte com o município do Conde, ao Oeste com os municípios de Alhandra e Caaporã, ao Sul com o Rio Goiana e a Leste com o Oceano Atlântico.

O litoral de Pitimbu apresenta aproximadamente 18 km de extensão de linha de costa, estendendo-se da desembocadura do Rio Goiana até a desembocadura do Rio Graú. Os dados coletados na plataforma CASSIE, apontam que o município possui 40 transectos praiais, indicados do TP114 ao TP153.

De acordo com os dados obtidos a partir dos transectos foi possível constatar que, 48% das praias do município apresentam acreção sedimentar, 23% das praias encontram-se estáveis e 30% sofrem processos erosivos, destes, 5% se refere à erosão e 25% à erosão severa, tendo sua variação da linha de costa representada na (Figura 10).

Figura 10 - Variação da linha de costa no município do Pitimbu-PB.

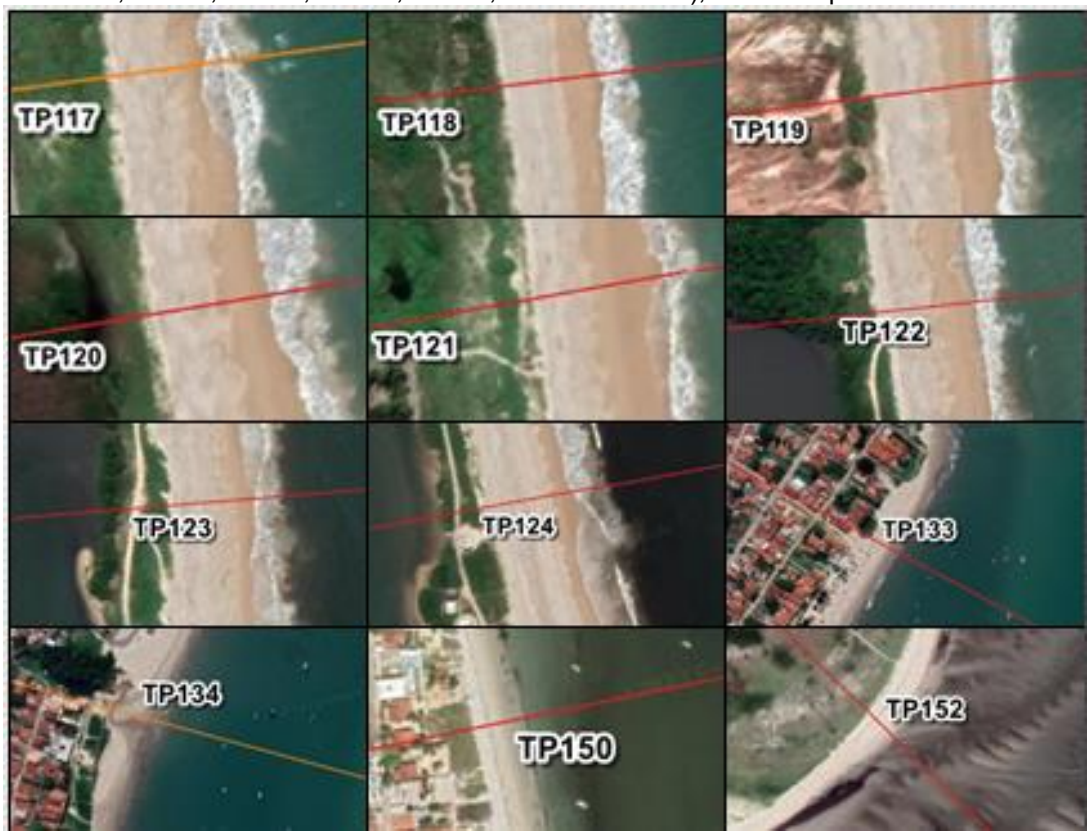
Fonte: Autores (2023).

Observaram-se os transectos que apontaram processos de acreção, totalizando 19, e os transectos que apontaram processos de estabilidade, totalizando 9, foram identificados nas seguintes localidades: trecho de enseada entre a desembocadura do Rio Abiaí e a praia de Pitimbu (TP125 e TP132), trecho de enseada entre a praia de Pitimbu e a praia Azul (TP135 e TP142), trecho de enseada entre a praia Azul e Ponta dos Coqueiros (TP143 e TP149), próximo a desembocadura do Rio Goiana. A acreção constatada nos trechos mencionados pode ser justificada pela proximidade com a desembocadura fluvial.

Além disso, foi possível observar os transectos referentes aos processos erosivos, totalizando 12, foram identificados nas seguintes localidades: classificados como erosão e erosão severa, no trecho entre a desembocadura do Rio Mucatu, em praia Bela e a desembocadura do Rio Abiaí (TP117 até TP124), trecho da Praia de Pitimbu, no centro (TP133 e TP134), trecho da Praia de Acaú/Pontinha, próximo à desembocadura do Rio Goiana (TP150 e TP152). Os transectos relacionados aos processos erosivos mencionados anteriormente, estão representados na (Figura 11).

Sendo assim, as praias do município apresentam tendência a acreção sedimentar e estabilidade, no entanto, as áreas com erosão e erosão severas modificam as mesmas de forma significativa, alterando a paisagem das praias de Pitimbu. A ação antrópica intensifica o processo erosivo fragilizando a linha de costa, expondo raízes de árvores e danificando construções pela força das ondas.

Figura 11 - Transectos referentes à erosão (TP117 e TP134) e erosão severa (TP118, TP119, TP120, TP121, TP122, TP123, TP124, TP133, TP150 e TP152), no município do Pitimbu-PB.



Fonte: Autores (2023).

Conclusão

Os resultados apresentam as características da linha de costa do Setor Costeiro Sul do estado da Paraíba a cada ano entre 1984 e 2016. Ao longo da linha de costa foram obtidos dados de 143 transectos praiais distribuídos em 4 municípios costeiros, são eles: Cabedelo, João Pessoa, Conde e Pitimbu. De acordo com as informações geradas a partir do CASSIE, tem-se que 38,6% dos transectos identificados apresentam estabilidade sedimentar, 30,7% demonstram acreção sedimentar, e 30,7% corresponde aos processos erosivos, sendo 13,7% erosão e 17% erosão severa.

De maneira mais específica, por município, João Pessoa apresenta o maior número de transectos detectados (48), além de apresentar a maior porcentagem de erosão no litoral

Sul paraibano (ao todo 54% das localidades). O município de Pitimbu também se destaca pela predominância de localidades classificadas com erosão ou erosão severa, para esse município foram analisados 40 transectos dos quais 30% apresentou recuo da linha de costa, bem como, ocorrem trechos consideráveis de praias estáveis ou em acreção. Cabedelo e Conde foram os municípios que apresentaram as menores taxas de erosão para o período analisado. Nestes municípios houve predomínio de praias estáveis ou em acreção.

Referências

ALMEIDA, L. P.; OLIVEIRA, I. E.; LYRA, R.; DAZZI, R. L. S.; MARTINS, V. G.; KLEIN, A. H. DA F. Coastal analyst system from space imagery Engine (CASSIE): shoreline management module. Elsevier. 140. 2021. (doi:10.1016/j.envsoft.2021.105033).

DOMINGUEZ, J. M. L.; NEVES, S. M.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; GUIMARÃES, J. K. Paraíba. In: MUEHE, D. (Org.) Panorama da erosão costeira no Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF. 2018.

DOMINGUEZ, J. M. L. NEVES, S. M. BITTENCOURT, A.C.S.P. Sandy Beaches of the State of Paraíba: The Importance of Geological Heritage. In: SHORT, A. D. KLEIN, A.H.F. (Org.) Brazilian Beach Systems. Springer, 2016. (doi:10.1007/978-3-319-30394-9_9).

ESTEVES, L.S & Finkl, C.W. O problema das áreas criticamente erodidas (CEA): Uma avaliação das praias da Flórida. Jornal do litoral Pesquisa, SI 26, 11-18 (1998). (ISSN: 0749-0208).

FARINACCIO, A. & TESSLER, M. G. Avaliação de impactos ambientais no meio físico decorrentes de obras de engenharia costeira – uma proposta metodológica. Revista da Gestão Costeira Integrada, UNIVALI, Santa Catarina, v. 4, n.10, 2010. (E-ISSN: 1646-8872).

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo 2010. (disponível em: https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo). Acesso: Julho de 2023.

LUIJENDIJK, A.; HAGENAARS, G.; RANASINGHE, R.; BAART, F.; DONCHYTS, G.; AARNINKHOF, S. 2018. The state of the world's beaches. Sci. Rep. 8, 6641. (doi:10.1038/s41598-018-24630-6).

POLETTE, M. & ASMUS, M. L., 2015. Meio Ambiente Marinho e Impactos Antrópicos. Em Introdução às Ciências do Mar, org. Castello, J.P & Krug, L. C. Ed. Textos. Pelotas. (ISBN:978-85-68539-00-2).

REIS, C.M.M.; FEITOSA, A.P.C.; REIS, A.L.Q. 2019. Uso de geoindicadores como alternativa para estudo da erosão costeira no litoral da Paraíba. Revista Okara, João Pessoa, v. 13, n.1, p. 194-215, 2019. (disponível em:

https://periodicos.ufpb.br/index.php/okara/article/view/39397).(doi:10.22478/ufpb.1982-3878.2019v13n1.39397). Acesso: Julho de 2023.

SOUZA, C. R. G.; SOUZA FILHO, P. W. M.; ESTEVES, L. S.; VITAL, H.; DILLENBURG, S. R.; PATCHINEELAM, S. M.; ADDAD, J. E. Praias arenosas e erosão costeira. In: SOUZA, C. R. G; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. S.; DE OLIVEIRA, P. E. (org.). Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto, SP: Holos, Editora. p. 130-152. 2005. (ISBN: 978-85-7738-394-8).

SOUZA, C. R. G. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. Revista Gestão Costeira Integrada. 2009. (doi:10.5894/rgci147).

Levantamento Florístico da Arborização Urbana em Região Metropolitana de Fortaleza-Ceará

Floristic survey of urban arboration in the metropolitan region of Fortaleza-Ceará

Waleska Peixoto Xavier
Universidade Federal do Ceará (UFC)
waleskaxavierr@gmail.com

Mayara Mara Rocha de Oliveira
Instituto Federal do Ceará - IFCE
Mayaramr.oliveira@gmail.com

Resumo: Este trabalho teve como objetivo analisar a catalogação da arborização urbana em uma unidade de vizinhança do município de Caucaia, região metropolitana de Fortaleza, no estado do Ceará, contribuindo para futuras melhorias no planejamento da arborização urbana da cidade. Considerando o processo de desenvolvimento urbano e a importância das questões ambientais, dentre as diversas metodologias de pesquisa nos estudos, optou-se por realizar visitas de campo, elaborando um inventário florestal, identificando as espécies florísticas e suas respectivas famílias taxonômicas. Os resultados apontam que as áreas residenciais são arborizadas por espécies endêmicas (nativas) e uma exótica predominante, não pertencentes ao bioma caatinga. Entre os problemas observados, pode-se destacar o uso, quase em sua totalidade, de uma mesma espécie exótica. Diante da situação levantada, observa-se que a população conhece sobre a importância da arborização e, ao final, fica evidente a manutenção de árvores no ambiente urbano para uma melhor qualidade de vida.

Palavras-chave: Arborização urbana; Meio Ambiente; Levantamento Florístico.

Abstract: This work aimed to analyze the cataloging of urban forestry in a neighborhood unit in the municipality of Caucaia, metropolitan region of Fortaleza, in the state of Ceará, as well as to contribute to future improvements in the planning of urban forestry in the city. Considering the urban development process and the importance of environmental issues, among the different research methodologies in the studies, it was decided to carry out field visits, preparing a forest inventory, identifying the floristic species and their respective taxonomic families. The results indicate that the residential areas are wooded by endemic (native) species and a predominant exotic species, not belonging to the caatinga biome. Among the observed problems, the use, almost entirely, of the same exotic species can be highlighted. Given the situation raised, it is observed that the population knows about the importance of afforestation and, in the end, it is evident the maintenance of trees in the urban environment for a better quality of life.

Keywords: Urban afforestation; Environment; Floristic survey

Introdução

O crescimento das cidades tem sido marcado por grandes problemas urbanos e ambientais, quase que em sua totalidade, ocasionados pelo crescimento desordenado e desconsiderando a existência do plano diretor da cidade. Esse processo gera grande desequilíbrio no meio ambiente e torna a cidade cada vez mais quente e seca e consequentemente, um ambiente urbano menos saudável e desconfortável, assim, interferindo diretamente na qualidade de vida dos cidadãos.

A arborização urbana refere-se ao uso de vegetação, predominantemente arbórea, presente em uma cidade, cultivada em áreas particulares (jardins e quintais) e públicas, tais como praças, parques e vias públicas (CABRAL, 2013). Contudo, é indispensável um planejamento preliminar, envolvendo práticas de manejo e gerenciamento integrado, com a finalidade de alcançar melhorias para a cidade e a população (CRISPIM et al., 2014). Uma das espécies que tem sido utilizada na arborização urbana é a Azadirachta indica A. Juss (nim indiano), espécie exótica introduzida no Brasil. De acordo com Moreira et al. (2012), esta espécie tem despertado a atenção e seus produtos têm sido cada vez mais utilizados na área de produção vegetal. Em sua área de ocorrência natural, esta espécie é conhecida especialmente por suas propriedades medicinais e inseticidas, bem como pela resistência e a dureza da sua madeira (RODRIGUES et al., 2017).

A presença da natureza na área urbana surge como forma de amenizar os impactos negativos gerados pelo desenvolvimento urbano colaborando com a despoluição do meio ambiente, melhoria da qualidade do ar, manutenção da biodiversidade, dentre outros. Ao homem, sua presença proporciona melhor qualidade de vida. Segundo Loboda (2005, p.131) as áreas verdes públicas constituem-se elementos imprescindíveis para o bem estar da população, influenciando diretamente a saúde física e mental; o ambiente urbano, a melhoria do micro clima do local proporcionando aos espaços públicos a possibilidade de maior convívio entre os cidadãos.

Atualmente, a prática do cultivo de espécies exóticas vem se difundindo no Brasil através dos impactos da globalização e das conexões de diversas partes do globo. Assim, várias espécies são trazidas para o país, como por exemplo o Nim indiano (Azadirachta indica), Algaroba (Prosopis juliflora (Sw) DC), Fícus (Ficus benjamina), Castanhola (Terminalia catappa L.), Mangueira (Mangifera indica L.), entre outras espécies.

Se tratando de escalas geográficas, observa-se que a problemática do cultivo de espécies exóticas vem acontecendo no Nordeste brasileiro, onde boa parte da população não tem um conhecimento mais profundo sobre a muda que está plantando. Em uma escala mais local, também ocorre o cultivo dessas espécies na região metropolitana de Fortaleza-CE, especificamente na cidade de Caucaia, em que se observa muitos indivíduos de Nim indiano (Azadirachta indica) presente na arborização urbana municipal, oriundo do plantio dos próprios moradores com objetivo de sombreamento residencial.

O objetivo deste trabalho foi analisar a catalogação da arborização urbana em uma unidade de vizinhança do município de Caucaia, região metropolitana de Fortaleza, no estado do Ceará, especificamente a propagação de plantio e manutenção de uma espécie exótica, o Nim Indiando (Azadirachta indica), realizando o mapeamento geográfico quantitativo das espécies.

Metodologia

A execução da pesquisa ocorreu no município de Caucaia, região metropolitana de Fortaleza-Ceará, e teve como objetivo analisar os indivíduos de diferentes espécies de árvores presentes na arborização do local. Caucaia é um município brasileiro do estado do Ceará, que integra a Região Metropolitana de Fortaleza, com cerca de 1.227,9 km²,[4] equivalente a 0,83% da superfície estadual. Em 2019, possui um contingente populacional estimado de 361 400 habitantes e, em 2010, sua densidade demográfica era de 264,91 hab./km².[5] Vem apresentando, nos últimos anos, um grande crescimento populacional, desencadeando uma significativa expansão urbana.

Foi realizado um censo arbóreo, considerado a melhor forma de coleta pois possibilita a extração completa de todos os dados com o retrato mais fiel para análise das variáveis em estudo. As informações pertinentes referentes a cada árvore foram coletadas em uma ficha de inventário vegetal com os seguintes dados para serem catalogados:

(1) Data da coleta de dados e nome dos responsáveis;

(2) Localização da árvore: número da amostra, bairro, nome da rua, número da casa (número do endereço postal), número da árvore (código), coordenadas da árvore;

(3) Características da árvore: identificação da espécie (nome popular e nome cientifico), diâmetro do tronco (DAP), condição fitossanitária das árvores.

As atividades de campo foram realizadas com a análise de diversas características arbóreas de gêneros distintos. Os componentes de campo de cada árvores catalogadas foram avaliadas a Altura, DAP (medida do diâmetro da árvore), copa (tamanho da área foliar), estrutura foliar, sanidade da planta, espaçamento e locais que estavam agrupadas. Na figura (Figura 01) abaixo apresenta uma ilustração da avaliação dos técnicos de campo.

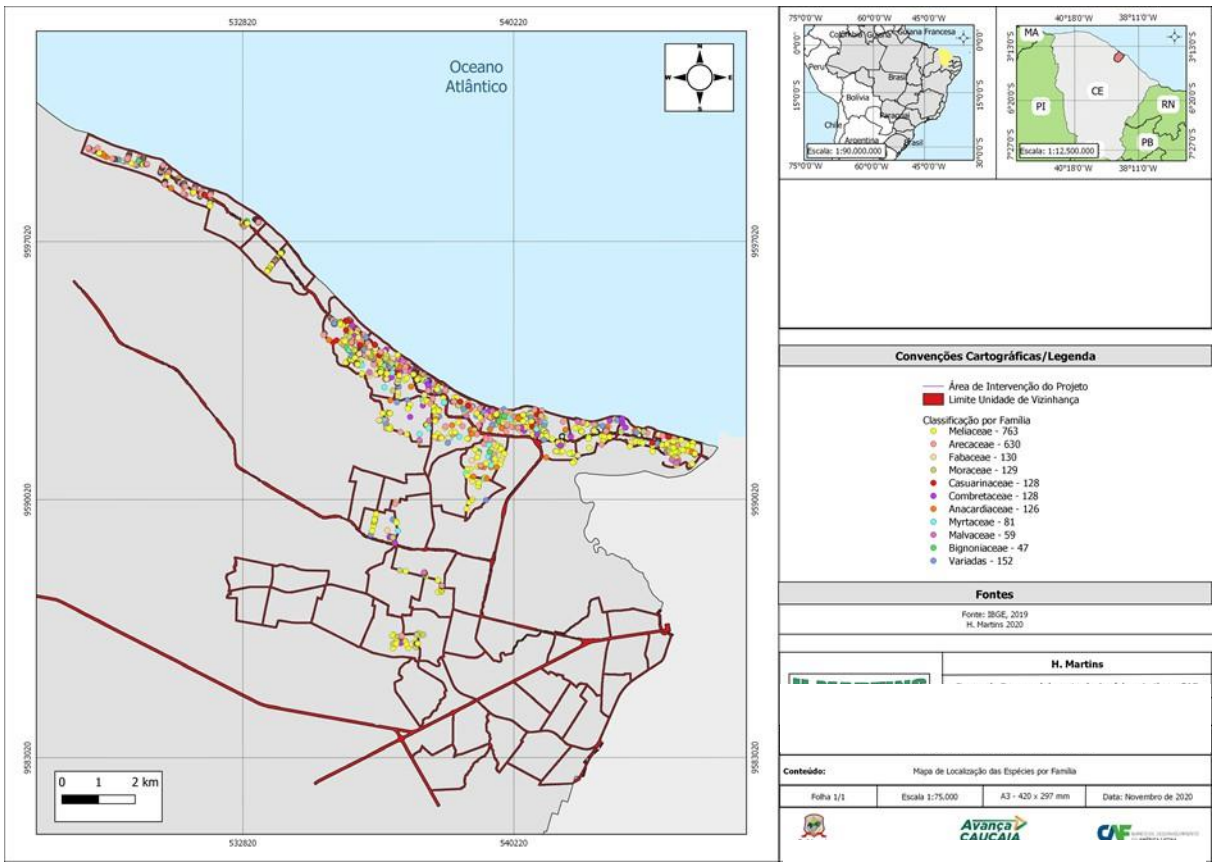
A área do município consta com uma diversidade de espécies arbóreas bastante alta, contudo possui uma espécie de propagação rápida e recorrente na unidade de vizinhança bastante plantada pelos moradores locais. Para a localização e elaboração de mapas das árvores locais foi utilizado o aparelho de GPS (Global Positioning System), que delimita o sistema de posicionamento de objetos e áreas terrestres com interligação com satélites que permitem o uso coordenadas sobre a sua posição no globo. Mediante ao uso do aparelho de GPS durante o trabalho de campo, foi possível elaborar mapas com a localização das árvores no território municipal.

Resultados

A identificação correta das espécies é um dos pré-requisitos para o sucesso do manejo da biodiversidade de forma racional, ou seja, propiciando a continuidade das

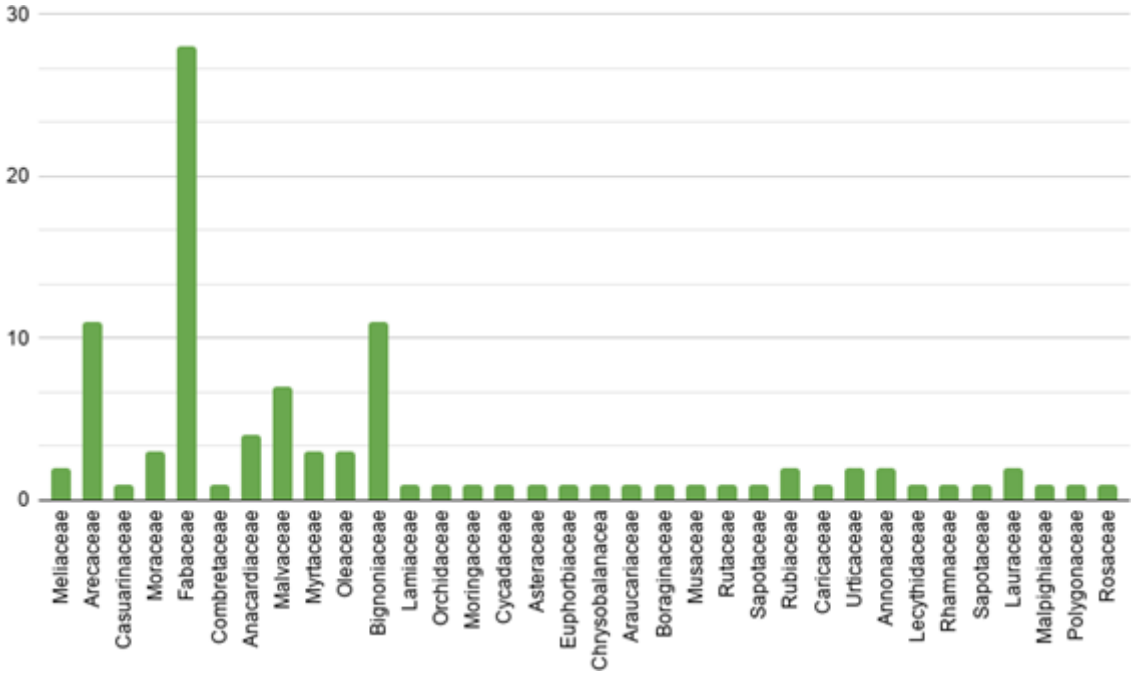
espécies. O mapa abaixo (figura 1) e o gráfico logo em seguida (figura 2) apresentam as localizações geográficas do número de espécies por famílias na área do município de Caucaia que foram catalogadas e identificadas em campo. Nas regiões percorridas, foram registradas 109 espécies distribuídas em 21 famílias de árvores. As mais frequentes em termos de espécies são Meliaceae, que é a família do nim indiano (Azadirachta indica), e Fabaceae, família do flamboyant (Delonix regia), entre outras. A figura 2 a seguir mostra as famílias com mais indivíduos cadastrados no levantamento global das árvores.

Figura 1 – Localização geográfica da catalogação das espécies mapeadas na área de estudo e sua caracterização por famílias taxonômicas.



Fonte: Waleska Xavier (2023).

Figura 2– Gráfico das famílias recorrentes e predominantes da área urbana.

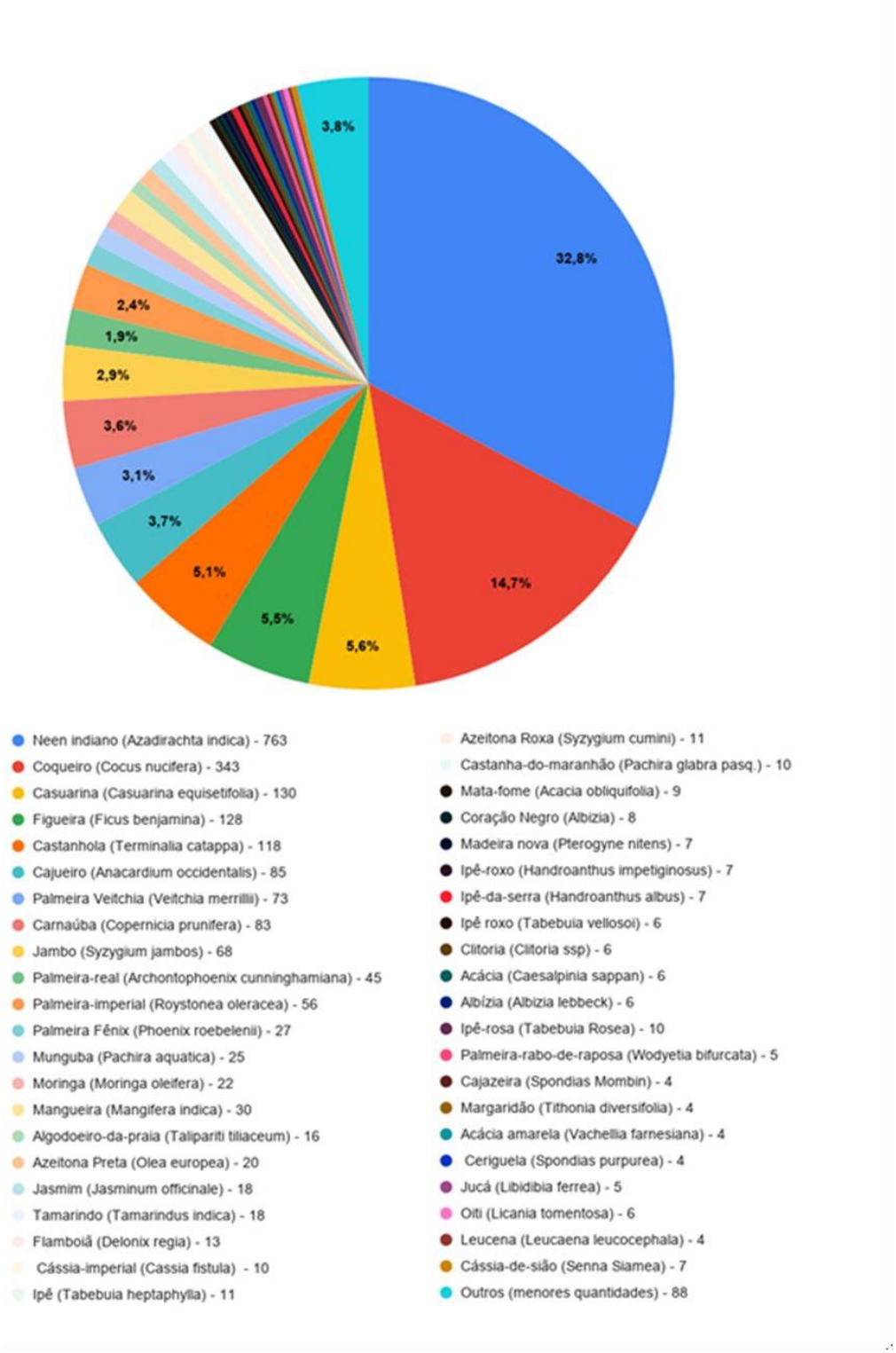


Fonte: Waleska Xavier (2023).

Através da elaboração do gráfico acima, nota-se que existem famílias botânicas mais predominantes no município do que outras. Consequentemente isso afeta nos gêneros das espécies presente no território. Das famílias que se destacam na delimitação da arborização de Caucaia são: Meliaceae, Arecaceae, Casuannaceae, Moraceae, Fabaceae, Combretaceae, Annacardiaceae. No ranking, as famílias que apresentam maiores concentração quantitativa são as famílias Meliaceae e Arecaceae. As famílias Oleacear, Bignoniaceae e Moningaceae foram que obtiveram menores concentrações quantitativas nas áreas analisadas.

Dentre as famílias mais predominantes, as espécies mais recorrentes no levantamento florísticos ocupam o seguinte ranking: em 1° lugar, Nim Indiano, 2° lugar: Coqueiro; 3° lugar: Casuarina. A figura 3 apresentam os percentuais obtidos com as espécies catalogadas em ordem decrescente de incidência na área de estudo.

Figura 3 – Percentual descritivo das espécies predominantes na área de estudo com nome científico e nome popular/comum.



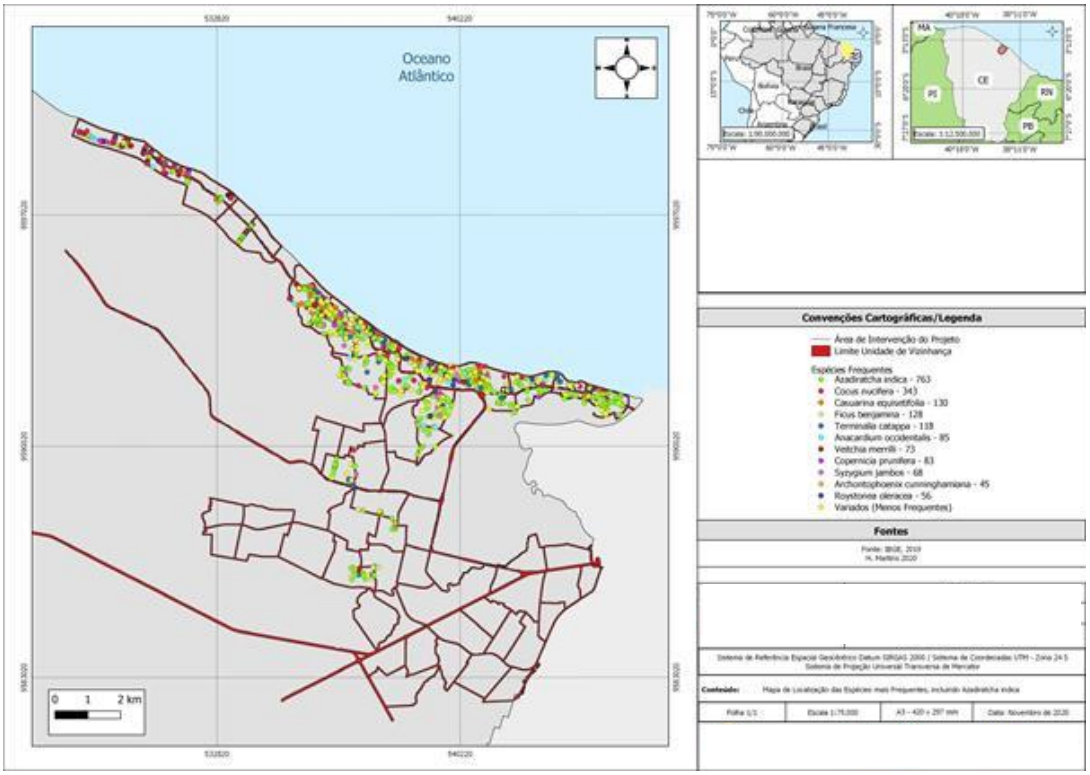
Fonte: Waleska Xavier (2023).

O mapa a seguir (figura 4), caracteriza-se por expor as espécies mais frequentes no município de Caucaia com a inclusão na contabilidade da espécie Azadirachta indica (Nim

Indiano) que se caracterizou por ser o indivíduo mais recorrente e identificado no levantamento florístico realizado.

Como resultados obtidos, a árvore por mais que seja exótica ao bioma, tornou- se habitual no plantio em ambientes urbanos devido sua copa com cobertura abundante, crescimento rápido, com sombra ideal para modificar a climatologia do ambiente residencial onde está localizada. Com propriedades repelentes devido óleos e extratos, a planta também serve como inseticida natural contra alguns mosquitos propagadores de doença. Entretanto uma problemática bastante estudada atualmente nas ciências agrícolas e florestais é que esta espécie modifica ambientes naturais e interrompe processo reprodutivos de algumas plantas devido repelir algumas espécies de abelhas polinizadoras importantes na reprodução de frutos em áreas de produção agrícola.

Figura 4 - Espécies mais frequentes na arborização de Caucaia, incluindo Azadirachta indica.



Fonte: Waleska Xavier (2023).

Conclusão

A vegetação no meio urbano desempenha funções essenciais, sendo fundamental que os indivíduos vegetais sejam mantidos com boa qualidade ambiental no meio urbano, livres de injúrias, para que continuem a proporcionar todos os benefícios que são capazes de gerar ao ambiente e ao homem. Os indivíduos catalogados foram importantes para

identificação e levantamento florístico para obtenção de resultados importantes. Pode-se perceber que a cultura de plantio na zona urbana não é muito elaborada, realizada ou disseminada a propagação de espécies nativas como prioridade na arborização urbana, sobressaindo uma espécie exótica altamente adaptada e difundida como sucessora ao ambiente urbano.

O cultivo desta espécie exótica apresentou aparente potencial no que se refere ao seu estabelecimento, quando observadas variáveis de crescimento e de resistência a pragas e doenças. Contudo, é de fundamental importância que outras pesquisas se desenvolvam com o objetivo de estudar o uso e o desenvolvimento de espécies nativas na arborização urbana, para que se possa fomentar a adoção de espécies nativas na arborização pela população.

Referências

CABRAL, P. I. D. Perícia, Auditoria e Governança Ambiental Arborização Urbana: Problemas e Benefícios. Revista Especialize On-line IPOG, Goiânia, v. 1, n. 6, 2013.

CRISPIM, D. L.; SILVA, M. A.; CHAVES, A. D. C. G.; ALMEIDA, R. R. P.; FREITAS, A. J. F. Diagnóstico da arborização urbana do centro da cidade de Pombal-PB. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 9, n.1, p.191-196, 2014.

LOBODA, Carlos Roberto; DE ANGELIS, Bruno Luiz Domingos. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções.Ambiência Guarapuava-PR. V.1n.1. p.125-139. 2005

MOREIRA, F. T. A.; ARAÚJO, L. C. V.; SILVA, G. H.; ASSIS, M. M.; FERREIRA, A. E. S. Características dendrométricas de um povoamento de nim indiano (Azadirachta indica A. Juss) REVSBAU, Curitiba – PR, v.13, n.2, p. 37-46, 2018 46 no semiárido paraibano. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, Pombal, v. 07, n. 3, p.194-198, 2012.

RODRIGUES, R. M.; CAVALCANTE, L. F.; SOUTO, A. G. L.; GHEYI, H. R.; MESQUITA, F. O. Growth and regrowth of neem after cutting in saline – sodic soil treated with organic inputs. Revista Caatinga, Mossoró, v. 30, n. 1, p. 116-124, 2017.

Parte VI - Geografia Física, Evolução das Paisagens e Geoarqueologia do Nordeste Brasileiro

Macro e Microformas do Batólito Chaval, Nordeste do Brasil

Macro and Microforms of the Batholith Chaval, Northeastern of Brazil

Abner Monteiro Nunes Cordeiro
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-4867-7083
Abner.cordeiro@ufrn.br

João Rafael Vieira Dias
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-0811-1093
jrafael.ufrn@gmail.com

Assucena Nogueira Batista Dantas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-6768-4625
assucenadentas@gmail.com

Camylla da Silva Dantas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0009-0004-0315-0829
dantasscamylla@gmail.com

Resumo: A exumação de granitos brasilianos na Província Borborema, apresentando dimensão, forma e natureza variadas, tem revelado um diversificado mosaico geomorfológico. Dentre esses batólitos destaca-se o Granito Chaval, localizado no Domínio Médio Coreaú (Setor NW do Estado do Ceará), constituindo um campo de inselbergs em ambiente estuarino, parcialmente recoberto por sedimentos cenozoicos no seu entorno. O presente trabalho tem como objetivo apresentar uma descrição morfológica das macro e micro formas relacionadas ao Batólito Chaval, assim como contribuir com uma interpretação morfogenética e o papel litoestrutural do batólito na formação de feições como inselbergs dômicos, gnammas, flared slopes, karrens e boulders.

Palavras-chave: Relevos graníticos; Domínio Médio Coreaú; Semiárido brasileiro.

Abstract: The exhumation of Brasiliano granites in the Borborema Province, with different dimensions, shape and nature,has revealed a diversified geomorphological sample. Among these batholiths, the Chaval Granite stands out, located in the Middle Coreaú Domain (NW Sector of the State of Ceará), constituting a field of inselbergs in an estuarine environment, partially covered by Cenozoic sediments in its surroundings. The present work aims to present a morphological description of the macro and micro forms related to the Chaval Batholith, as well as to contribute with a morphogenetic interpretation based on the Cretaceous and Post-Cretaceous tectonic events, the eustatic variations and the lithostructural role of the batholith in the formation of features such as domic inselbergs, gnammas, flared slopes, karrens and boulders.

Keywords: Granitic reliefs; Middle Coreaú Domain; Brazilian semiarid.

Introdução

Os corpos graníticos são de grande importância para a Geomorfologia, estando associados a uma ampla variedade de formas de relevo e, podendo ocorrer nos mais diversos contextos climáticos da Terra (TWIDALE; ROMANI, 2005; MIGÓN, 2006a). Seus aspectos estruturais, a exemplo das superfícies de descontinuidade (fraturas, falhas, veios e diques), condicionam a ocorrência de diferentes tipos de macro e microformas (MIGÓN, 2006b; BASTOS et al., 2022).

A exposição dos plútons graníticos, na Província Borborema-PB, que variam em formas, dimensão e natureza, resultantes da Orogênese Brasiliana (ANGELIM et al., 2003), revelou uma ampla diversidade de macro e microformas graníticas, a exemplo de maciços, inselbergs, lajedos, flared slopes, gnammas, tafoni e karren (MAIA et al., 2018), cuja gênese e evolução está relacionada ao intemperismo, tanto em subsuperfície quanto em superfície, sendo influenciados pela mineralogia do granito, bem como pela presença de planos de deformação dúcteis e rúpteis (MIGÓN, 2006b; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 1994).

Localizado na região NW do Estado do Ceará, o Domínio Médio Coreaú (DMC) foi estruturado durante o processo de aglutinação do Gondwana (ANGELIM et al., 2003). Nesse domínio existe uma vasta diversidade de corpos graníticos de origem, dimensão e evolução tectônica diversificada, que datam do Proterozoico ao Cambriano Inferior (GORAYEB; LIMA, 2014), e alojamentos vinculados a importantes zonas de cisalhamento (SANTOS et al., 2008), que correspondem a grandes estruturas térmicas, nas quais os plútons graníticos ascenderam e se posicionaram (BRITO NEVES; CORDANI, 1991).

Dentre os corpos graníticos do DMC, destaca-se o Granito Chaval, de dimensões batolíticas (~2.000 km²), datado do Ediacariano, que intrudiu os ortognaisses do Complexo Granja e, as supracrustais do Grupo Martinópole (PINÉO et al., 2018). Durante o Cenozoico, a ação denudacional sobre o Batólito Chaval modelou um conjunto de relevos residuais, que constituem o campo de inselbergs de Chaval, situados no baixo curso da bacia hidrográfica do rio Timonha, em ambiente estuarino, o qual apresenta um rico mosaico de macro e microformas graníticas, com destaque para os inselbergs dômicos, marcados por feições de dissolução (gnammas) de dimensões decamétricas.

Diante do exposto, o presente trabalho objetiva apresentar uma descrição morfológica das macro e microformas do campo de inselbergs do Batólito Chaval, com ênfase para as gnammas, em função da sua representatividade, assim como também contribuir com a interpretação morfogenética dessas formas graníticas.

Área de Estudo

A área de estudo está situada no baixo curso dos rios Timonha (CE) e Ubatuba (CE/PI). Esses rios exibem um perfil longitudinal abrupto, percorrendo ~60 km desde a sua nascente, situada nos setores setentrionais do glint da Ibiapaba (~750 m), até alcançar o mar (Figura 1).

Figura 01 - Localização da área de estudo, Campo de Inselbergs de Chaval, Ceará.

Fonte: elaborada pelos autores com base Ortofotocarta (Cena 616-C), que compõem a base cartográfica do Pólo Ceará Costa do Sol (CEARÁ, 2009).

No baixo curso, a rede de drenagem desses rios desenvolve-se sobre as rochas graníticas do Batólito Chaval, apresentando anomalias, como, por exemplo, cotovelos de drenagem, retilinidade de canais e trechos de meandros comprimidos, associadas a contatos litológicos e estruturas de deformação rúpteis e dúcteis. O campo de inselbergs de Chaval atua como um divisor de águas entre as bacias dos rios Timonha e Ubatuba.

No Estado do Ceará, o Granito Chaval forma um campo de inselbergs, em ambiente estuarino, onde diversos setores mantêm contato direto com geofáceis do manguezal. Diante disso, tal área torna-se um ambiente de exceção regional, uma vez que, os campos de inselbergs do semiárido brasileiro desenvolvem-se em superfícies erosivas típicas de paisagens sertanejas recobertas por caatingas, a exemplo, os campos de inselbergs de Quixadá (CE), Patos (PB) e Milagres (BA).

Materiais e Métodos

A elaboração deste trabalho teve como base levantamentos bibliográficos sobre a geologia do NW da Província Borborema, com foco no DMC, dando ênfase na gênese dos granitoides e sua evolução, configurando-se como uma etapa fundamental para a compreensão geológica da área de estudo.

Atividades de campo foram realizadas, com o objetivo de analisar e identificar detalhadamente as macro e microformas graníticas, estabelecendo associações entre determinadas formas graníticas, a exemplo das gnammas, como os enclaves máficos e megacristais de K-feldspato.

As estruturas de deformação rúpteis, utilizadas para confecção do diagrama de roseta, a partir do software OpenStereo, que mostra as orientações preferenciais das estruturas deformação do Granito Chaval, foram extraídas manualmente, a partir da ortofotocarta (Cena 616-C). Essa ortofotocarta faz parte da base cartográfica do Pólo Ceará Costa do Sol, na escala 1:20.000. O objetivo da vetorização das estruturas rúpteis do Granito Chaval é estabelecer conexões entre a ação da tectônica e as áreas mais propensas à meteorização química do Batólito Chaval.

Resultados

Macroformas - inselbergs e lajedos

A preservação de inselbergs e lajedos, formados através do intemperismo em condição epigênica e alçados topograficamente por processos de denudação (MABBUTT, 1961), é atribuída à baixa densidade de estruturas de deformação rúpteis e a presença predominante de quartzo e/ou feldspato potássico, envoltos por uma matriz de grãos finos, associados à ausência de biotita (PENTEADO, 1983). Esse contexto dificulta a formação de saprólito, resultando na preservação da rocha fresca. Portanto, os fatores relacionados a pré-disposição mineralógica ou ao fraturamento, herdados das fases de intrusão, são considerados os principais agentes do desenvolvimento das macroformas graníticas (e.g. inselbergs), determinando, tanto em subsuperfície quanto em superfície, a intensidade dos processos de denudação (VIDAL ROMANÍ, 2008).

A exposição dos inselbergs e lajedos, na superfície do Batólito Chaval, que variam em dimensão e altura, como também de contornos geométricos, demonstra a importância do controle litoestrutural na distribuição espacial dessas formas, as quais apresentam altitudes máximas de ~35 m. Essas macroformas apresentam-se, predominantemente, desprovidas de recobrimento vegetal, no entanto, pontualmente, é possível perceber a ocorrência de vegetação arbórea (e.g. Copernicia prunifera), e arbustiva, além de Bromeliaceae, Cactaceae e espécies herbáceas, as quais ocorrem de forma predominante nas gnammas e fissuras, localizadas na superfície somital, e nas fraturas que os seccionam (Figura 2).

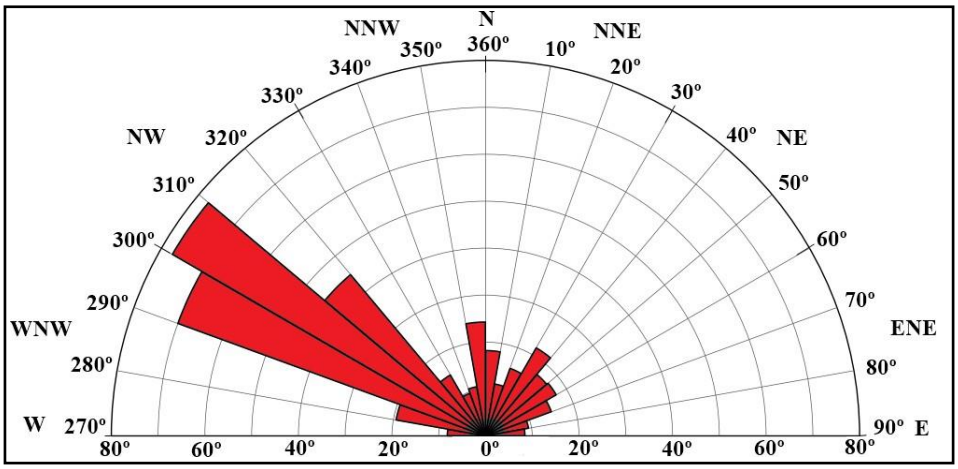
Figura 2 – Gnammas no Granito Chaval com recobrimento vegetal, Chaval, Ceará.

Fonte: acervo dos autores (2021).

O papel exercido pela tectônica cretácea, no Batólito Chaval foi responsável pela existência de estruturas de deformação rúpteis de orientação, predominante, NW-SE (~31%), seguida da direção WNW-ESE (~27%) (Figura 3). Esse contexto estrutural teve papel significativo na dissecação do batólito, através de áreas susceptíveis à meteorização química, que, consequentemente, foram rebaixadas. A densidade do fraturamento determina os padrões de meteorização e, portanto, a morfologia e a magnitude do relevo granítico (TWIDALE, 1993). Assim, é evidente, na área do Granito Chaval, um nítido controle estrutural dos inselbergs que se apresentam, preferencialmente, na direção NW-SE.

A textura porfirítica do Granito Chaval é caracterizada pela presença de fenocristais de k-feldspato, sendo alguns ≥ 6 cm e com microfraturas, imersos por uma matriz fanerítica, e com inclusões de biotita (schlieren) (Figura 4), que provavelmente, se tratam de remanescentes da rocha encaixante. Essa textura proporciona maior sensibilidade à meteorização química e, a consequente perda de coesão granular. A alta solubilidade do feldspato e da biotita contribui para a desagregação granular físico-químico, comprometendo, assim, a integridade física da rocha (PENTEADO, 1983).

Figura 3 - Diagrama de roseta mostrando as orientações preferenciais das estruturais de deformação rúpteis no Batólito Chaval, Ceará.



Fonte: elaborado pelos Autores (2022).

Na ausência das estruturas de deformação rúpteis no contexto específico dos inselbergs dômicos, o tamanho dos fenocristais e as intrusões de biotita ajudam a explicar a evolução de cavidades superficiais tais como gnammas e karrens.

Figura 04 - Enclaves de biotita (seta vermelha) de forma irregular em granito porfirítico caracterizado por fenocristais de k-feldspato.

Fonte: acervo dos autores (2021).

Os ciclos de cristalização-dissolução de sais solúveis (e.g. NaCl), transportados pelas águas fluviais e/ou meteóricas ou pelo vapor d'água, por meio das fissuras no granito ou acumulados nos poros da rocha, proporcionam a perda de coesão granular e o aumento da porosidade, proporcionando no Granito Chaval, a diminuição da resistência mecânica e a fragmentação superficial progressiva.

O formato convexo dos inselbergs de Chaval está relacionado às características estruturais do granito, que em condições epigênicas condicionaram os padrões do intemperismo e, consequentemente, a morfologia e a altitude das formas do relevo. Em superfície, a ausência de fraturas ou fissuras, em determinados inselbergs, interferem diretamente na infiltração das águas, que escoam superficialmente, diminuindo a dissecação das escarpas (MIGÓN, 2006b).

Microforma de dissolução - gnammas, karrens e flared slopes

As gnammas são pequenas depressões fechadas que se apresentam de diversas formas e tamanhos, sendo circulares, elípticas ou irregulares, que, de modo geral, têm seu diâmetro de ordem decimétrica a métrica (CAMPBELL, 1997), apresentando ou não vertedouro. No caso da área de estudo, as gnammas chegam a atingir dimensões decamétricas na superfície somital dos inselbergs (Figura 5). Essas gnammas foram formadas a partir do ataque da meteorização química seletiva, de preferência, nos setores de maior concentração de biotita e fenocristais de álcali-feldspatos, os quais conferem ao Granito Chaval menor coesão física, proporcionando setores de fragilidade, sendo, assim, elementos decisivos na sensibilidade à meteorização.

Figura 06 - Gnamma decamétrica, em seu interior vegetação de porte arbóreo.

Fonte: acervo dos autores, 2021.

A presença de corpos graníticas expostos superficialmente, com depressões circulares que não ocorrem sob o manto de intemperismo, sugerem uma interpretação evolutiva superficial, em função do acúmulo e da ação prolongada da água, e dos sais em solução, resultando na alteração dos silicatos, como, micas e feldspatos, que constituem, as

gnammas (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005). Além disso, a existência de fraturas/fissuras, também pode explicar a ocorrência e o alinhamento de gnammas (SILVA; CORRÊA; AMORIM, 2017). No entanto, na área de estudo, as gnammas, em sua maioria, não estão associadas, geneticamente a estruturas de deformação rúpteis, mas sim, nas concentrações de minerais máficos, como também, na desagregação granular dos fenocristais de k- feldspato, resultado da hidratação da biotita somado a cristalização de sais solúveis.

Hall e Phillips (2006) observaram que as gnammas originam-se em depressões incipientes fechadas, na qual a água se acumula durante as precipitações pluviométricas. Enquanto as superfícies ao redor secam, nas depressões escavadas, seja por descamação e/ou desagregação granular, a água permanece por mais tempo e, consequentemente, a umidade também.

Na área de estudo, as maiores gnammas são encontradas no topo convexo dos inselbergs, cuja dimensão aumenta de acordo com a altitude (Figura 6). Os inselbergs com altura entre 20 e 30 m exibem as gnammas mais extensas, onde o comprimento pode chegar a quase 50 m. Nos domos de menor altura (entre 10-15 m), o desenvolvimento de gnammas é incipiente. Indicando que a evolução de bacias de dissolução está diretamente relacionada à preservação dos domos. Assim, os domos mais elevados e, consequentemente, mais antigos, proporcionaram um tempo maior para a evolução das gnammas.

Figura 6 - Gnammas no topo convexo de inselberg, Chaval, Ceará.

Fonte: acervo dos autores, 2021.

Em determinadas encostas dos inselbergs de Chaval, as condições topográficas permitiram o desenvolvimento de caneluras (karrens) e, consequentemente, de gnammas em cascata (Figura 7), seguindo um modelo semelhante ao descrito por Branner (1962) para os inselbergs de Quixadá-CE. Vale destacar que, essas gnammas são bem menos desenvolvidas do que as que estão nos topos dos domos residuais.

Figura 7 - Sucos verticais de erosão química (karrens), de baixa sinuosidade, dispostos paralelamente do topo a base do inselberg (Chaval-CE).

Fonte: acervo dos autores, 2021.

Os karrens são incisões lineares verificadas nas escarpas dos corpos rochosos, podendo ser encontrados, tanto na superfície somital dos inselbergs de Chaval, constituindo vertedouros de gnammas, relacionados a veios horizontais de pegmatitos de granulação grossa, como nos escarpamentos, onde formam canais incisos de escoamento superficial de padrão paralelo, controlados pela gravidade e direção da inclinação, não sendo observado controle estrutural nesses casos. Porém, em determinados segmentos das encostas, onde a declividade é mais acentuada, essas incisões lineares, rasas e estreitas, podem não ocorrer.

Na área de estudo a gênese e evolução dos karrens está relacionada, principalmente, com à textura porfirítica e às variações faciológicas do Granito Chaval, assim como com a presença de gnammas, dispostas e alinhadas nas escarpas dos

inselbergs, segundo a orientação do escoamento superficial, principalmente daquelas com recobrimento vegetal, denunciando assim a importância da ação corrosiva do ácido húmico, na gênese e no aprofundamento dessas feições lineares.

Nos inselbergs de Chaval foram identificadas em alguns pontos, feições de dissolução, bem desenvolvidas e íngremes, associadas à superfície de meteorização epigênicas, chamadas de flared slopes (Figura 8). Essas feições estão localizadas em setores intermediários a basais das escarpas dos inselbergs, cujo ombro encontra-se ~25 m acima da plataforma rochosa, marcando, assim, o nível da superfície do terreno antes da remoção do material intemperizado, revelando assim, uma frente de intemperismo lisa e côncava.

Figura 8 – Paleonível de meteorização epigênica: flared slope (Chaval-CE).

Fonte: acervo dos autores, 2021.

Como observou Migón (2006b), as flared slopes são concavidades basais de inclinação ou saliências, comumente encontradas em afloramentos graníticos (e.g. inselbergs e bornhardts), ocorrendo em diferentes níveis topográficos e, prolongando-se lateralmente. Na área estudada, os flareds enquadram-se como flareds basais (na base dos inselbergs dômicos), podendo ter origem associada a influência basal das marés, enquanto que os flareds localizados no interior das gnammas, se devem à ação erosiva ocasionada pela umidade acumulada nas depressões circulares.

Microformas associadas com blocos graníticos - boulders e split rocks

Os boulders são microformas residuais que indicam a existência de fases pedogenéticas passadas, oriundas de climas tropicais mais úmidos (MAIA et al., 2018), que proporcionaram a formação de feições saprolíticas sob mantos de alteração, e de períodos morfogenéticos responsáveis pela remoção das frações mais finas (grus) resultantes da meteorização inicial, revelando o saprólito (MAIA et al., 2015), constituído por blocos rochosos residuais de dimensão até decamétrica, a exemplo dos boulders, que podem ser encontrados isoladamente ou em aglomerados (TWIDALE, 1993).

Os split rocks do campo de inselbergs de Chaval tem pouca ocorrência, porém, bastante didáticos. Os boulders, uma vez expostos, tornam-se susceptíveis a diferentes processos intempéricos, podendo ao longo de fissuras verticais pré-existentes se dividir em duas ou mais partes, passando a ser denominado de split rock (Figura 9).

Figura 9 - Microforma de fraturamento (split rock) em boulder.

Fonte: acervo dos autores, 2021.

As estruturas de deformação rúpteis presentes nos boulders são exploradas pelos processos de meteorização, enfraquecendo a coesão entre as duas massas adjacentes, propiciando o alargamento das fraturas. Diante disso, a menos que os blocos se localizem sobre bases planas, o peso das duas partes de massa separadas pela fratura faz com eles se afastem, proporcionando o rompimento dos boulders (TWILDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005).

Discussão

Durante a história pós-orogênica do Ciclo Brasiliano, dois processos morfotectônicos de grande relevância deixaram marcas significativas no setor NW, que inclui o DMC e glint da Ibiapaba. O primeiro foi o rift intracontinental Neocomiano, responsável pelo soerguimento de volumes montanhosos, os quais foram submetidos a intensos processos denudacionais, no período syn-rift, sendo parcialmente erodidos e individualizados, considerados como remanescentes de antigos ombros de rift (MATOS, 2000), como, por exemplo, os maciços cristalinos de Maranguape, Uruburetama e Meruoca, além da borda oriental da Bacia do Parnaíba, que sustenta o glint da Ibiapaba, a qual foi soerguida de forma solidária (PEULVAST; CLAUDINO SALES, 2006).

O segundo evento ocorreu durante o Cretáceo Superior, denominado de flexura marginal, relacionado à subsidência térmica da margem continental transformante, formada no Aptiano (MATOS, 2000). Como resultado, houve um lento e contínuo soerguimento da margem leste do território brasileiro, acompanhado pelo rebaixamento da zona costeira e plataforma adjacente. Esse evento proporcionou um modesto rejuvenescimento dos ombros NW do rift Cretáceo, além do retrabalhamento progressivo das superfícies de erosão (denudação pós-rift), com taxas moderadas e relativamente constantes. Essas evidencias, sugerem uma estabilidade tectônica na fachada equatorial do NE brasileiro durante o Cenozoico (BÉTARD; PEULVAST, 2011).

Desde o fim do Cretáceo e início do Cenozoico, observa-se uma tendência geral de rebaixamento médio do nível do mar em escala global, influenciado pelo resfriamento global (MONTAÑEZ et al., 2011). Essa tendência de eustatismo negativo pode ser atribuída a fatores tectônicos (e.g. abertura do Atlântico) e orbitais (e.g. ciclos de Milankovitch) (MILLER et al., 2020).

Portanto, pode-se dizer que o processo de exumação do Granito Chaval resultou do processo de soerguimento do setor NW do rift intracontinental Cariri-Potiguar, como também da reativação do Lineamento Transbrasiliano, no Cretáceo, e do posterior processo de flexural marginal. No entanto, a colocação em relevo e a consequente esculturação do Batólito Chaval está relacionado a processos denudacionais subordinados as oscilações climáticas do Mioceno, e as variações do nível do mar durante o Quaternário, que proporcionaram mudanças de nível de base.

Considerações Finais

A presente análise sobre o Batólito Chaval sugere que sua exumação resultou do soerguimento do setor NW do rift intracontinental Cariri-Potiguar, assim como da reativação

do Lineamento Transbrasiliano e do posterior processo de flexura marginal. No entanto, a colocação em relevo e a consequente esculturação desse corpo granítico está associada a processos denudacionais, subordinados às oscilações climáticas, verificadas no Cenozoico, e as variações do nível do mar durante o Quaternário.

As conclusões obtidas por essa pesquisa também apontam que as estruturas de deformação rúpteis, identificadas, no Granito Chaval, de direção predominante NW-SE, foram responsáveis pela individualização dos inselbergs, através do condicionamento dos processos denudacionais, assim como pelo rebaixamento dos setores mais fraturados.

A gênese e evolução das macro e microformas da área de estudo estão intimamente ligadas às características litoestruturais do Granito Chaval como, por exemplo, a presença de fraturas, minerais máficos e fenocristais de k-feldspato, bem como as variações climáticas e eustáticas, além dos ciclos de cristalização-dissolução de sais solúveis. Fatores esse, que influenciaram e/ou potencializaram os processos denudacionais físico-químicos, resultando nas formas graníticas mais representativas: os inselbergs e as gnammas. Pode-se afirmar, também, que o granito foi alterado, tanto em subsuperfície quanto em superfície, devido a ocorrência de estruturas de deformação e as concentrações de biotita e fenocristais. As macro e microformas graníticas documentam a exumação parcial do Batólito de Chaval, constituindo peças fundamentais para a compreensão da evolução geomorfológica regional.

Referências

ANGELIM, L. A. A.; VASCONCELOS, A. M.; GOMES, I. P.; SANTOS, E. J. Geotectônica do Escudo Atlântico: Província Borborema. In: BIZZI, L. A.; SCHOBBENHAUS, C.; VIDOTTI, R. M.; GONÇALVES, J. H. (Ed.). Geologia, tectônica e recursos minerais do Brasil: textos, mapas and SIG. Brasília: SGB, 2003. p. 264-281.

BASTOS, F. H.; LIMA, D. L. S.; CORDEIRO, A. M. N.; MAIA, R. P. Relevos graníticos do Nordeste Brasileiro: uma proposta taxonômica. In: CARVALHO JUNIOR, O. A.; GOMES, M. C. V.; GUIMARÃES, R. F.; GOMES, R. A. T. (Org.). Revisões de Literatura Geomorfológica Brasileira. União de Geomorfologia Brasileira, 2022. p. 737-762.

BÉTARD, F.; PEULVAST, J-P. Evolução morfoestrutural e morfopedológica do Maciço de Baturité e de seu Piemont: do Cretáceo ao presente. In: BASTOS, F. H. (Org.). Serra de Baturité: uma visão integrada das questões ambientais. Fortaleza: Expressão Gráfica e Editor, 2011. p. 35-59.

BRANNER, J. C. Caneluras e caldeirões nos granitos nos trópicos. Boletim Geográfico, v. 20, n. 171, p. 621-634, 1962.

BRITO NEVES, B. B.; CORDANI, U. C. Tectonic evolution of South America during the Late Proterozoic. Precambrian Research, v. 33, n. 1-2, p. 23-40. 1991.

CAMPBELL, E. M. Granite Landforms. Journal of the Royal Society of Western Australia, v. 80, n. 3. p.101-112, 1997.

GORAYEB, P. S. S.; LIMA, A. M. M. Aspectos texturais do magmatismo e tramas da tectônica impostas ao Granito Chaval na zona de cisalhamento Santa Rosa, extremo Noroeste da Província Borborema. Brazilian Journal of Geology, v. 44, n. 4, p. 653-668, 2014.

GOUDIE, A.; MIGÓN, P. Weathering pits in the Spitzkoppe area, Central Namib Desert.

Zeitschrift für Geomorphologie, v. 41, n. 4, p. 417-444, 1997.

HALL, A. M.; PHILLIPS, W. M. Weathering pits as indicators of the relative age of granite surfaces in the Cairngorm mountains, Scotland. Geografiska Annaler, v. 88, n. 2, p. 135- 150, 2006.

MAIA, R. P.; BASTOS, F. H.; NASCIMENTO, M. A. L.; LIMA, D. L. S.; CORDEIRO, A. M. N. Paisagens graníticas do Nordeste brasileiro. Fortaleza: Edições UFC, 2018. 104p.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R.; NASCIMENTO, M. A. L.; CASTRO, H. S.; MEIRELES, A. J.

A.; ROTHIS, L. M. Geomorfologia do campo de inselbergues de Quixadá, Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 16, n. 02, p. 239-253, 2015.

MABBUTT, J. A. Basal surface or weathering front. Proceedings of the Geologists' Association, London, v. 72, p. 357-358, 1961.

MATOS, R. M. D. Tectonic evolution of the equatorial South Atlantic. In: MOHRIAK, W.; TALWANI, M. (Ed.). Atlantic rift and continental margin. American Geophysical Union. Washington: Publisher Am. Geophys. Union, 2000. p. 331-354.

MILLER, K. G.; BROWNIN, J. V. G.; SCHMELZ, W. J.; KOPP, R. E.; MOUNTAIN, G. S.;

WRIGHT, J. D. Cenozoic sea-level and cryospheric evolution from deep-sea geochemical and continental margin records. Science Advances, v. 6, n. 20, eaaz1346, 2020.

MIGÓN, P. Geomorphological landscapes of the world: granite landscapes of the world. Oxford University Press Inc., New York. 2006a. 417p.

MIGÓN, P. Granite geomorphology. In: GOUDIE, A. S. Encyclopedia of geomorphology. Londres: Taylor and Francis, 2006b. p. 490-493.

MONTAÑEZ, I. P.; NORRIS, R. D.; ALGEO, T.; CHANDLER, M. A.; JOHNSON, K. R.;

KENNEDY, M. J.; KENT, D. V.; KIEHL, J. T.; KUMP, L. R.; RAVELO, A. C.; TUREKIAN, K. K.

Understanding earth's deep past: lessons for our climate future. Washington, DC: The National Academy Press, 2011. 208p.

PENTEADO, Margarida Maria. Fundamentos de geomorfologia. 3. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 186p.

PEULVAST, J-P; BÉTARD, F. A history of basin inversion, scarp retreta and shallow denudation: the Araripe basin as a Keystone for understanding long-term landscape evolution in NE Brazil. Geomorphology, v. 233, p. 20-40, 2015.

PEULVAST, J-P.; CLAUDINO SALES, V. Reconstruindo a evolução morfotectônica da margem passiva do Nordeste brasileiro. In: SILVA, J. B.; LIMA, L. C.; ELIAS, D. (Org.). Panorama da Geografia Brasileira. 1. ed. São Paulo: AnnaBlume, 2006. p. 47-99.

PINÉO, T. R. G.; LIMA, A. F.; MARTINS, M. D; BESSA, M. D. M. R. Projeto ARIM Noroeste do Ceará. Mapa Geológico-Geofísico. Chaval. Folha SA.24-Y-C-II. Escala 1:100.00. Fortaleza: SGB/CPRM, 2018.

SANTOS, T. J. S.; FETTER, A. H.; HACKSPACHER, P. C.; VAN SCHMUS, W. R.;

NOGUEIRA NETO, J. A. Neoproterozoic tectonic and magmatic episodes in the NW sector of Borborema Province, NE Brazil, during assembley of Western Gondwana. Journal of South American Earth Sciencs, v. 25, p. 271-284, 2008.

SILVA, D. G.; CORRÊA, A. C. B.; AMORIM, R. F. Caracterização morfológica e dinâmica ambiental das marmitas (weathering pit) no distrito de fazenda Nova, Pernambuco - Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 18, n. 2, p. 349-362, 2017.

TWIDALE, C. R. The research frontier and beyond: granitic terrains. Geomorphology, v. 7, n. 3, p. 187-223, 1993.

TWIDALE, C. R.; VIDAL ROMANÍ, J. R. On the multistage development of etch forms.

Geomorphology, v. 11, p. 107-124, 1994.

TWIDALE, C. R; VIDAL ROMANÍ, J. R. Landforms and Geology of Granite Terrains. CRC Press Inc., Boca Raton, USA, 2005. 362p.

VIDAL ROMANÍ, J. R. Forms and structural fabric in granite rocks. Caderno do Laboratório Xeolóxico de Laxe, v. 33, p. 175-198, 2008.

A influência de eventos climáticos pretéritos em processos geomórficos: um estudo de caso a partir da formação de depósitos coluviais no Maciço Estrutural Serra dos Cavalos - PE

The influence of past climatic events on geomorphic processes: a case study from the formation of colluvial deposits in the structural massif of Serra dos Cavalos - PE

Larissa Furtado Lins dos Santos
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-4247-5317
larissa.furtado@ufpe.br

Rafaela Melissa Andrade Ferreira
Universidade Federal do Paraná
https://orcid.org/0000-0003-2721-4191
rafaela.andrade@ufpr.br.

Tamires Gabryele de Lima Mendes
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-1011-0479
tamires.lmendes@ufpe.br

Danielle Gomes da Silva Listo
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-9391-1211
danielle.gsilva@ufpe.br

Resumo: No presente trabalho, dois depósitos coluviais inseridos no contexto geomorfológico do maciço estrutural da Serra dos Cavalos, Pernambuco, são avaliados conforme procedimentos metodológicos pré-definidos, dentre os quais destacam-se a pesquisa de base bibliográfica, elaboração de mapas temáticos, atividades de campo para a realização das coletas para a obtenção dos resultados com o auxílio das análises amostrais em laboratório. Vale ressaltar que os perfis foram denominados de Garrote Velho e Cabeleira, desta forma, os mais expressivos resultados encontrados com a proposição do estudo.

Palavras-chave: Paleoclima, Geomorfologia, Quaternário**.**

Abstract: In this study, two colluvial deposits within the geomorphological context of the structural massif of Serra dos Cavalos, Pernambuco, are evaluated according to pre-defined methodological procedures, including bibliographical research, the creation of thematic maps, field activities to collect samples and obtain results with the help of laboratory sample analyses. It is worth noting that the profiles were named Garrote Velho and Cabeleira, thus the most expressive results found with the study proposal.

Keywords: Paleoclimate, Geomorphology, Quaternary.

Introdução

A análise a partir da perspectiva sistêmica abrange um grande leque de elementos importantes para se compreender as mudanças ocorridas na paisagem ao longo de sua constituição. Uma das variáveis mais significativas se remete ao tempo, sendo imprescindível salientar que aqui levaremos em consideração a sua expressão a partir da perspectiva de

Schumm e Litchy (1965), que o divide em três escalas distintas: geológica (100 000 anos), moderna (1000 anos) e recente.

Nesse contexto, a paisagem geomorfológica apresenta uma dinâmica natural. Eventos desestabilizadores atuam como *inputs* de energia e matéria, que reorganizam a dinâmica anterior à perturbação. Assim, rompem com a estabilidade e modificam o comportamento dos processos geomórficos. Como consequência, tem-se a remodelação das formas, que dão subsídios para a construção de uma grande quantidade de resultados que se relacionam entre si de maneira complexa na morfologia da paisagem.

O trabalho ora proposto visa compreender a dinâmica das modificações ocorridas ao longo do período Quaternário. A importância do referido período é constatada pelas intensas oscilações climáticas, com eventos de alta magnitude e baixa recorrência, que atuaram adicionando picos de energia aos sistemas e transportaram os sedimentos que deram origem aos depósitos de encosta.

É importante salientar que estes eventos denotam certa ciclicidade. Essa ideia de ciclo está associada à proposta de ciclo geográfico de Davis, que reitera a atuação do tempo de modo cíclico, ao longo de períodos imutáveis. Neste sentido, Christofoletti (2002) afirma que Davis, através da proposição dos ciclos normal ou fluvial temperado (1899), árido (1905) e glacial (1906), reconhece que alterações temporais (ou ‘’acidentes climáticos’’) exercem um papel fundamental na construção das formas de relevos poligênicas. A

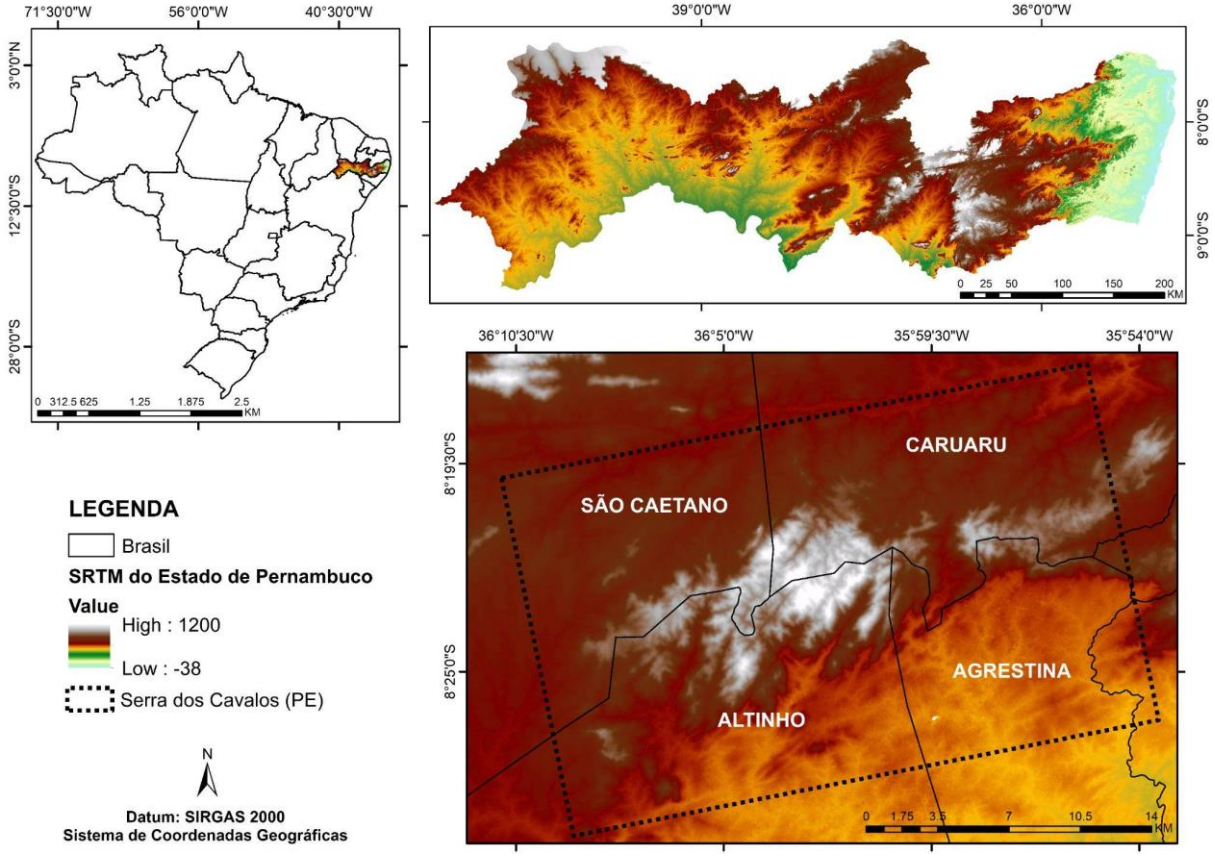
Autores como Walther Penck e Lester King observaram algumas falhas neste modelo, pois negligenciava os processos em detrimento do tempo. A partir disso, surgiram novas perspectivas que passaram a enaltecer as ações processuais e os seus reflexos nos modelados das paisagens (CASSETI, 2005).

Dessa maneira, depósitos de colúvio e alúvio funcionam como marcadores significativos da atividade geomorfológica pretérita, pelo fato de fornecerem dados essenciais para a reconstrução da dinâmica paleoambiental. Sendo assim, na literatura científica nacional observa-se pesquisas semelhantes realizadas como, por exemplo, a de Corrêa et al (2005), que reuniram hipóteses acerca de um conjunto geomorfológico, assim como dos controles extrínsecos sobre a deposição, sob a forma de alterações no comportamento dos níveis de base locais e regionais com a gênese influenciada pelos ciclos climáticos em sintonia. Já em Lima (2015), dentre as abordagens propostas, a análise micromorfológica feita em um setor subúmido de um planalto sedimentar apontou resultados que reforçaram a atuação do padrão climático subúmido sob os processos geomórficos na paisagem.

Assim, serão analisados dois depósitos coluviais inseridos no Maciço Estrutural Serra dos Cavalos (PE), localizado entre os municípios de São Caetano, Caruaru, Altinho e Agrestina (Figura 1). As principais vias de acesso à área são a BR-232 via Caruaru e BR-

232, BR-104 e PE-149, adentrando pelo município de Altinho. A análise desses depósitos em conjunto com o estudo do paleoclima da região servirá como subsídios para a construção de um estudo acerca da dinâmica ambiental pretérita.

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo



Fonte - SANTOS, L.F.L (2023)

Metodologia

Caracterização da área de estudo

O Maciço está completamente inserido no Planalto da Borborema e é um dos principais responsáveis por ser nascente e curso médio de vários rios de Pernambuco e da Paraíba, sendo conhecida como uma região “produtora de água”. É classificado como um brejo de altitude, pois apresenta temperaturas mais amenas e maiores índices de precipitação, diferindo do seu entorno semiárido. Este aspecto é resultado de sua altitude, em conjunto com a exposição das suas encostas aos ventos úmidos de sudeste. Essas áreas se apresentam como importantes ilhas produtivas, pois são melhores para a prática da agricultura e, por isso, sofrem com a intensa retirada da vegetação nativa.

A Serra dos Cavalos está totalmente localizada na Província Borborema, mais precisamente na porção oriental do Nordeste brasileiro. Este lineamento divide o território do

estado em domínio externo ao sul e Domínio da Zona Transversal ao norte. O último evento de ordem geológica de grande magnitude que afetou essa área foi o Ciclo Brasiliano/Pan-Africano (750-540 M.a.). A região está sob a profunda zona de cisalhamento denominada Lineamento Pernambuco, que corta longitudinalmente o estado e está a sul do Lineamento Patos.

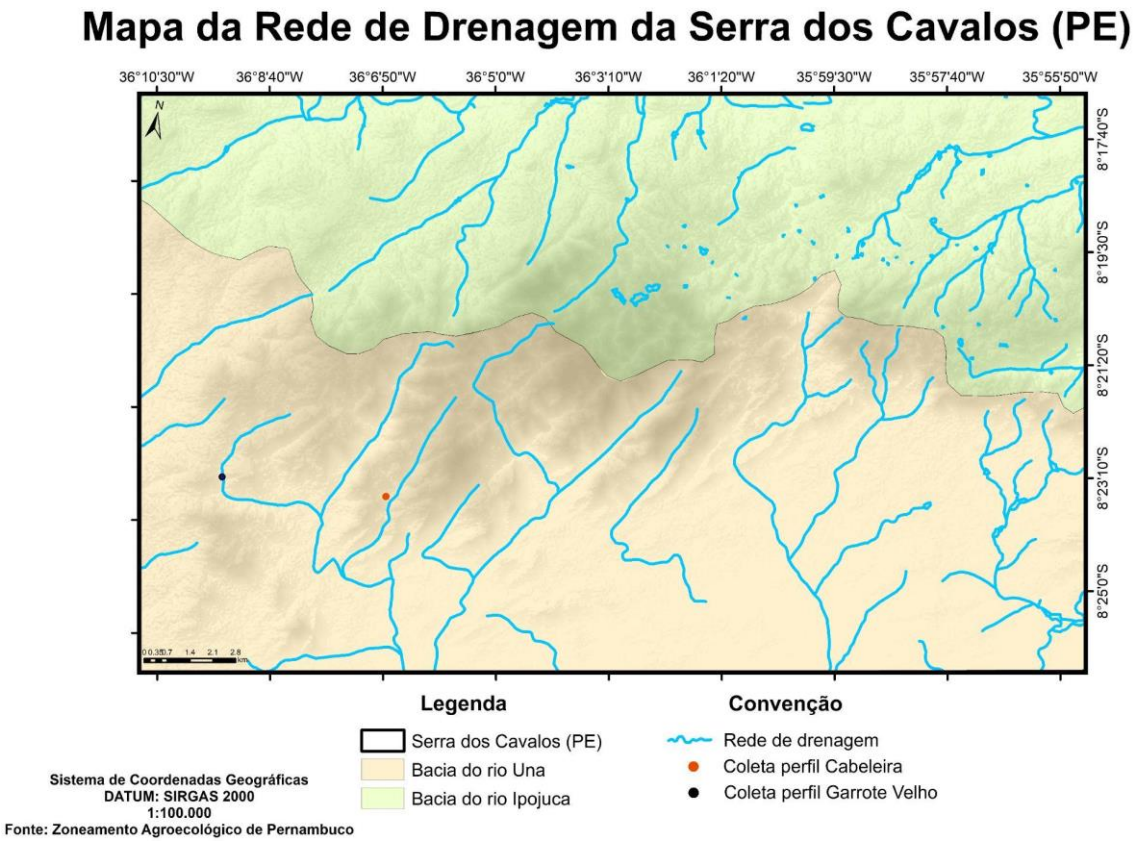
A composição do Maciço apresenta um material intrusivo com encostas abruptas, contando com a influência do intemperismo químico, na zona de maior umidade, e físico na de menor umidade. Por conta da angulação das encostas, é possível observar ainda a presença de tálus nas suas bases, resultados dos processos denudacionais. Ainda apresenta cristas de direção NE-SW, com vales profundos e encaixados, evidenciando o controle estrutural existente.

Conforme já mencionado, a área do Maciço se insere no Planalto da Borborema, definida por Corrêa *et al.* (2010) como sendo toda a faixa de terras elevadas, associadas às isolinhas a partir de 200 metros, localizados ao norte do rio São Francisco e estruturados em diversos litotipos cristalinos. Assim, ainda conforme os mesmos autores, a área de estudo se encontra no Agreste Pernambucano, mais precisamente na unidade da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas.

Na classificação de Koppen-Geiger, a área encontra-se em uma área de transição entre os climas BSh (semiárido quente) e Tropical (As'). Além disso, o contexto climático da região se associa à atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), que normalmente atua deslocando umidade para o Nordeste do Brasil em algumas épocas do ano, sendo assim, a posição da ZCIT varia de norte a sul, quando deslocada a norte, observa-se uma maior ocorrência de períodos secos e, quando deslocada mais ao sul, geralmente, são observados índices pluviométricos acima da média. Vale ressaltar que outros sistemas secundários também podem exercer influência na região através das linhas de instabilidades atmosféricas (LIs) associadas, também, às condições orográficas da localidade.

No tocante à rede hidrográfica, a área está inserida entre as bacias dos rios Ipojuca e Una. Observando os cursos de água, pode-se destacar dois contextos diferentes: na porção norte, banhada pela bacia do rio Ipojuca, há a predominância de canais fluviais de padrões dendríticos, apresentando canais tributários em todas as direções formando ângulos agudos e canais de até 3ª ordem; já a bacia do rio Una se subdivide em dois contextos, sendo a porção leste dotada de canais fluviais de padrões dendríticos que chegam até a 4ª ordem, e a porção oeste, na qual predomina o padrão retangular, com canais apresentando bruscas alterações retangulares em seus cursos. Neste segundo contexto predominam canais de 1ª e 2ª ordem, reiterando o papel estrutural dessa região (figura 2).

Figura 2 - Rede de drenagem da Serra dos Cavalos



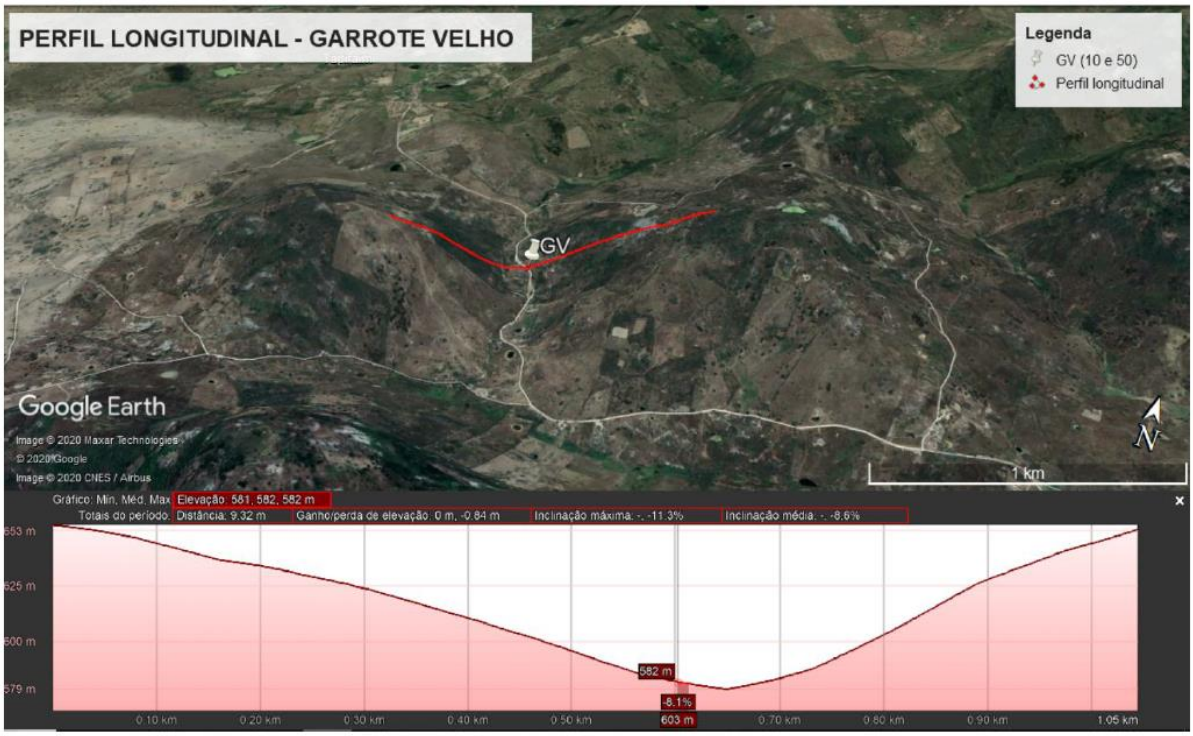
Fonte - SANTOS, L.F.L (2023)

Materiais

A construção deste trabalho se deu a partir de três momentos diferentes, mas interdependentes. A pesquisa bibliográfica foi o pontapé inicial, sendo realizadas pesquisas em trabalhos anteriores que serviram de base. Posteriormente, foram construídos os mapas temáticos e realizados os trabalhos de campo, com o objetivo de validar os primeiros, além de realizar as coletas necessárias para a obtenção de resultados. Por último, as amostras foram levadas ao laboratório para o processamento e a análise em seguida.

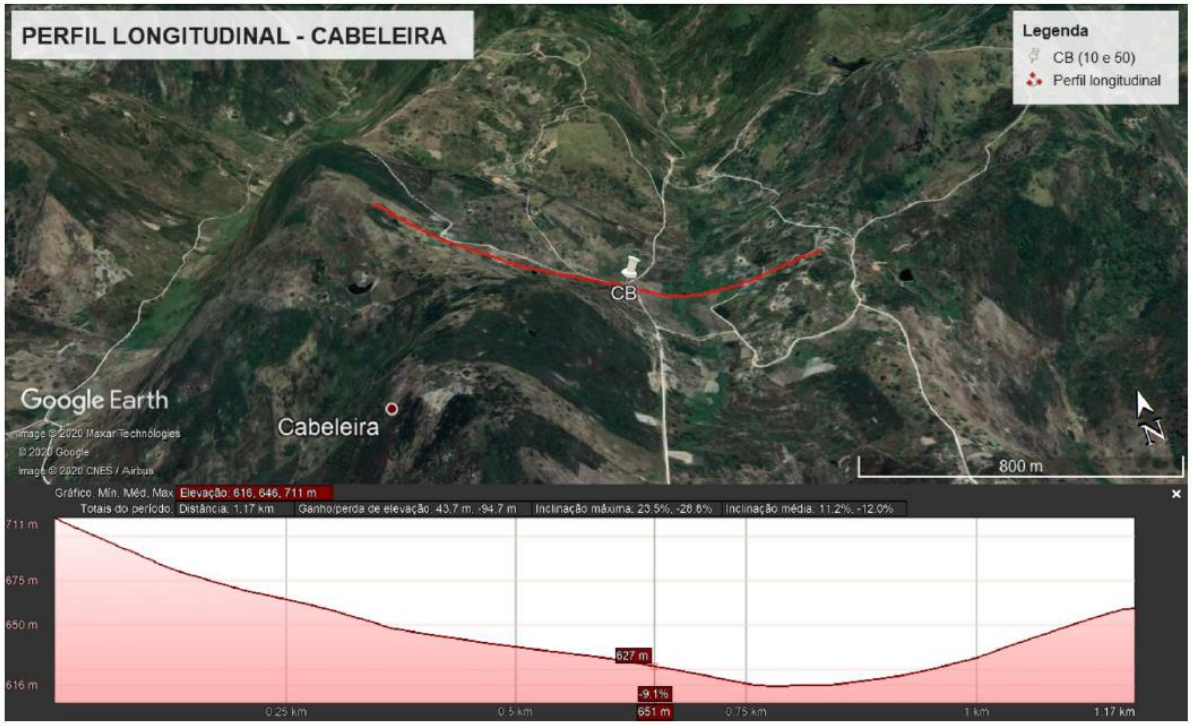
O *Google Earth Pro* foi essencial para a análise pré campo. Com o auxílio desse *software* foi possível encontrar as áreas de depósitos coluviais, localizadas na zona rural do município de Altinho (PE). Os perfis foram denominados de Garrote Velho (08° 25' 52.39" S / 36° 8' 13.78" O) (figura 3) e Cabeleira (Cabeleira (08° 25’ 40.41’’ S / 36° 5’ 30.57’’ O) (figura 4), ambos medindo 100 cm e com certa homogeneidade no pacote sedimentar. Foram coletadas duas amostras em cada perfil, numa altura da base ao topo de 10 cm e 50 cm em ambos. As amostras foram denominadas GV 10 e GV 50 para o primeiro perfil; e CB 10 e CB 50 para o segundo.

Figura 3 - Perfil longitudinal do Garrote Velho



Fonte - Google Earth Pro, organizado pelas autoras (2023)

Figura 4 - Perfil longitudinal de Cabeleira



Fonte - Google Earth Pro, organizado pelas autoras (2023)

Os perfis escolhidos estão localizados na área de encosta, dotados de cobertura coluvial. Foram encontrados em um corte de estrada não asfaltada, localizada no Maciço Estrutural Serra dos Cavalos. Há um predomínio de material areno-argiloso nesta região. No perfil Garrote Velho, notou-se a presença de um mosqueamento de ferro na porção inferior direita. Já o perfil Cabeleira foi considerado completamente homogêneo, sem apresentar nenhuma descontinuidade iminente (figuras 5 e 6).

Figura 5 e 6 - Perfil Cabeleira

Fonte - SANTOS, L.F.L (2023)

Métodos

Para compreender melhor o processo de sedimentação ocorrido na região, foi realizada em laboratório a análise sedimentológica baseada no método de Gale e Hoare (1991). O processo ocorreu da seguinte forma:

1) foi separado 1000g das amostras, sendo quarteadas em porções de 100g;
2) os 100g da amostra foram inseridos em um béquer contendo 1000ml de água destilada e 5g de hexametafosfato de sódio dissolvidos;
3) após isso, a mistura foi levada ao agitador mecânico, onde permaneceu por 30 minutos, com o objetivo de separar o silte e a argila dos outros elementos presentes na amostra.
4) seguindo com o procedimento, a solução é lavada novamente com água destilada em uma peneira de 62 μm (0,062 mm), e levada para secar em na estufa a uma temperatura de 60ºC;
5) 24 horas depois, já secas, as amostras são retiradas da estufa e pesadas novamente, para avaliar a diferença entre o peso inicial e o peso após todo o processo;

6) neste momento, as amostras são colocadas em um jogo de peneiras com intervalos de 1phi (Φ), que serão submetidas a um intervalo de tempo de 10 minutos no rot up, com o objetivo de separar a areia de acordo com a o tamanho de seu grão;
7) o último passo consiste na pipetagem, prosseguindo no processo de separação da silte e da argila, e, após o processo completado, a análise foi realizada seguindo os parâmetros de Folk e Ward (1957) e inseridos no diagrama de Pejrup através do programa chamado Sysgran 3.0.

Resultados e Discussões

Caracterização sedimentológica

Para dar sentido às metodologias utilizadas e caracterizar de maneira gráfica os resultados obtidos, utilizamos como base o que aponta Dias (2004), organizando-os em quatro tipos de medidas diferentes:

- ➔ *medidas de tendência central*: classificam se, em média, uma porção das partículas são mais ou menos grosseiras que outra porção. Esses parâmetros estão ligados à intensidade do agente de transportes deste material e/ou com os níveis energéticos destes ambientes de deposição.
- ➔ *medidas de dispersão ou de uniformidade*: representam maior ou menor concentração das partículas em torno da média, ressaltando se os ambientes estiveram sob a influência de níveis energéticos constantes ou irregulares.
- ➔ *medidas de assimetria de curva*: organizam os sedimentos de acordo com a espessura, separando-os em parâmetros que vão de fino a grosseiro. Estas medidas influenciam nos desvios da curva considerada normal.
- ➔ *medidas de angulosidade da curva*: corresponde a uma ponderação do comprimento da cauda da curva com a curva normal (em formato de s).

Essas medidas são importantes para a análise final dos dados. Nesse sentido, após o tratamento através do *Sysgran* 3.0, foram confeccionadas tabelas para auxiliar a compreensão dos parâmetros associados ao grau de seleção de cada amostra e os graus de assimetria e curtose. A partir daí, serão compreendidos os processos de deposição dos sedimentos ao longo dos perfis de coleta.

Com relação à classe granulométrica, as amostras do perfil Garrote Velho foram classificadas como silte grosso e as amostras do perfil Cabeleira foram inseridas na classe de areia muito fina (tabela 1).

Tabela 1 - Categorização dos perfis utilizados no estudo com base na classe granulométrica

Amostras	Média	Classificação	Mediana
Garrote Velho 10	4,225	silte grosso	2,887
Garrote Velho 50	4,202	silte grosso	2,882
Cabeleira 10	3,868	areia muito fina	2,759
Cabeleira 50	3,942	areia muito fina	2,793

Fonte: Organizado pelas autoras (2023).

Essa classificação presume que os sedimentos localizados nesses perfis foram oriundos de ambientes com um regime climático úmido, que sofreram bastante com o processo de intemperismo químico. Estes eventos climáticos estão inseridos em uma escala temporal que varia de médio a longo prazo, que favoreceu o aumento na quantidade de sedimentos mais finos, que sofreram com uma maior atividade pedogenética. Este resultado assume a premissa climática do Maciço Estrutural Serra dos Cavalos classificado como um brejo de altitude, com condições de precipitação e temperatura diferentes do seu entorno.

Outro parâmetro fundamental para compreender as características dos sedimentos é o coeficiente de seleção dos grãos. Tem como objetivo medir o grau de seleção dos sedimentos, a fim de assimilar as flutuações das condições energéticas da energia cinética do agente depositante (Sahu, 1964). Partindo desse pressuposto, o grau de seleção é o resultado da sedimentação sofrida pelo material, onde quanto maior for o transporte ou agitação desse material, haverá uma maior separação conforme os tamanhos das partículas desse ambiente. Conforme aponta Camargo Filho e Bigarella (1998), quanto mais heterogêneos forem os depósitos, menor a sua seleção, caracterizando um transporte através de fluxos gravitacionais ou por sedimentação fluvial.

Dessa maneira, o resultado da dispersão das porcentagens granulométricas a partir da metodologia de Folk e Ward (1957), os sedimentos de todas as amostras coletadas se classificaram como muito pobremente selecionados (tabela 2). Esse resultado presume um transporte e sedimentação rápidos, sendo consequência direta da baixa capacidade de seleção dos agentes geológicos da área de coleta.

Tabela 2 - Categorização dos perfis utilizados no estudo segundo a metodologia de Folk e Ward (1957)

Amostras	Seleção	Classificação
Garrote Velho 10	3,011	Muito pobremente selecionado
Garrote Velho 50	2,898	Muito pobremente selecionado
Cabeleira 10	3,119	Muito pobremente selecionado
Cabeleira 50	3,129	Muito pobremente selecionado

Fonte: Organizado pelas autoras (2023)

Com o grau de assimetria é possível identificar como se deu o fluxo transportador dos sedimentos, comprovando se ele se deu de maneira unidirecional (característica de uma assimetria positiva) ou bidirecional (assimetria negativa). Pode ainda ser observada uma assimetria muito positiva, associando-se a um material originado de fácies areno-argilosa; ou uma assimetria muito negativa, relacionando-se à fácies agilo-arenosas e argilo-sílticas. Conforme observado na tabela 3, as amostras dos dois perfis foram originadas de fluxo unidirecional, reforçando a composição areno-argilosa e de silte grosso desse material.

Tabela 3 - Categorização dos perfis segundo a origem dos fluxos

Amostras	Assimetria	Classificação	Fluxo	Fácies
Garrote Velho 10	0,4672	Muito positiva	Unidirecional	Silte grosso
Garrote Velho 50	0,5118	Muito positiva	Unidirecional	Silte grosso
Cabeleira 10	0,3916	Muito positiva	Unidirecional	Areno-argilosa
Cabeleira 50	0,398	Muito positiva	Unidirecional	Areno-argilosa

Fonte: Organizado pelas autoras (2023)

Todos esses resultados, associado ao trabalho de campo e aos mapeamentos confeccionados apontam para uma tendência de que os sedimentos dos dois perfis sofreram processos fluviais em algum momento.

Uma outra maneira de classificar os sedimentos é a avaliação da curtose, que classifica os sedimentos de acordo com o tamanho, a partir da variação das peneiras definidas em *Phi* (Φ). A curva de distribuição normal se parece com um S e, a partir daí, após a inserção dos dados das peneiras, é gerada uma tabela que deve ser comparada com a curva normal. As amostras serão classificadas em: platicúrtica, quando a curva se apresenta achatada; mesocúrtica, quando a curva é normal; e leptocúrtica, quando ela aparece alongada.

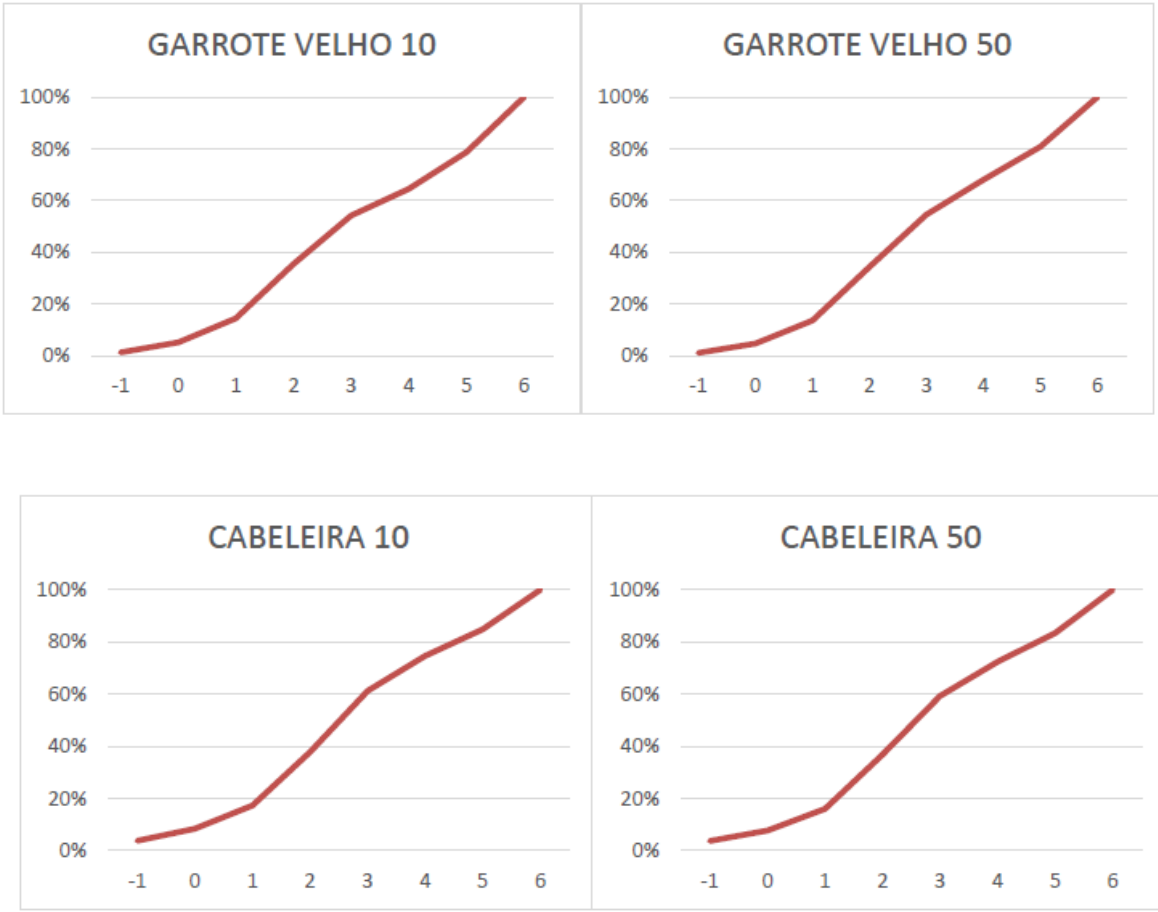
Conforme observado na tabela 4 e representado nas figuras 7, 8, 9 e 10 as amostras apresentam um achatamento, podendo ser classificadas de platicúrtica a muito platicúrtica.

Tabela 4 - Categorização das amostras conforme a avaliação da curtose

Amostras	Curtose	Classificação
Garrote Velho 10	0,6018	Muito platicúrtica
Garrote Velho 50	0,5841	Muito platicúrtica
Cabeleira 10	0,6928	Platicúrtica
Cabeleira 50	0,6709	Platicúrtica

Fonte: Organizado pelas autoras (2023)

Figura 7, 8, 9 e 10 - Gráfico das curvas de achatamento das amostras

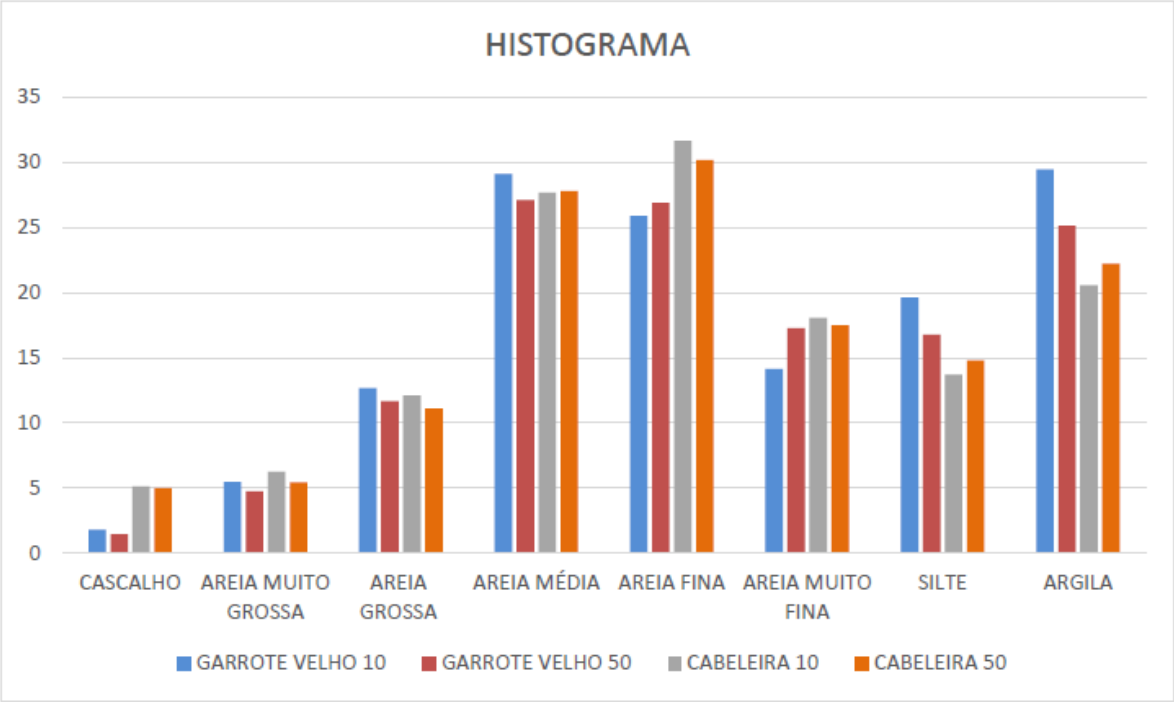


Fonte - Organizado pelas autoras (2023)

A partir da análise foi possível constatar um aumento muito rápido a partir da peneira de 1Φ em todas as amostras, mantendo-se constante até a peneira de 3Φ e seguindo em ascensão, apresentando apenas uma inclinação diferente. Essa característica reflete uma

maior concentração de grãos muito finos nas amostras, conforme apresentado pelo histograma (figura 11). Além disso, caracteriza depósitos de sedimentos muito pobremente selecionados, indicando uma mistura de diferentes classes granulométricas nos ambientes deposicionais.

Figura 11 - Histograma da concentração de grãos



Fonte - Organizado pelas autoras (2023)

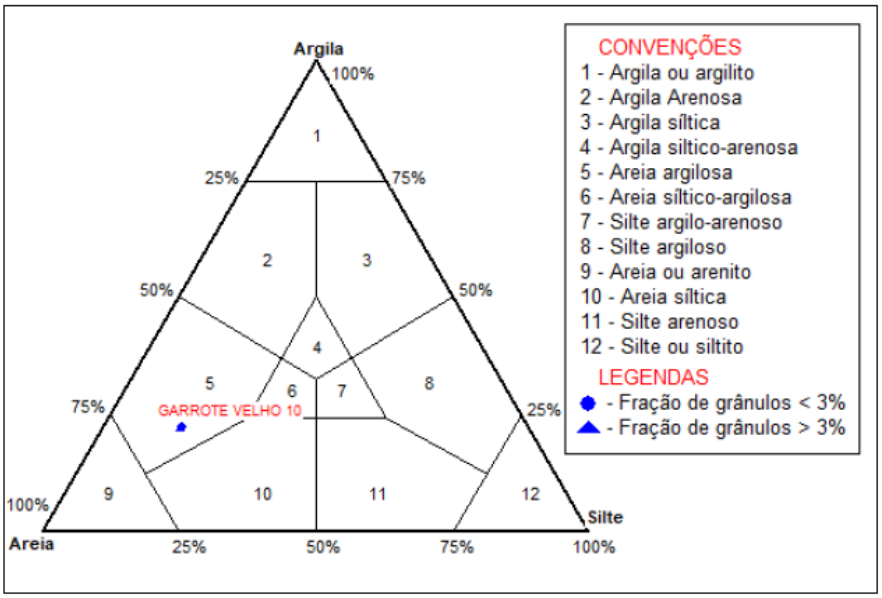
No mapa de drenagem foi possível observar a presença de um canal fluvial encaixado entre os interflúvios da área em que foi realizada a coleta no perfil Garrote Velho. Exatamente neste perfil foi encontrada a presença de um mosqueamento de ferro, que se explica pela mudança de nível do lençol freático. Esse processo se deu através da reação dos sedimentos com a água, processo que deixou as marcas observadas atualmente. Nota-se ainda que o canal sofreu uma captura de drenagem, visto o cotovelo de drenagem presente no canal fluvial. Além disso, apresenta sedimentos depositados em colúvio, o que evidencia processos de encosta.

Diagrama triangular de Shepard (1954)

Para reunir dados acerca da textura dos sedimentos de acordo com a granulometria deles (a partir dos seus percentuais de areia, silte e argila), utilizou-se o diagrama triangular de Shepard (1954). É puramente de caráter descritivo, visto que não apresenta informações

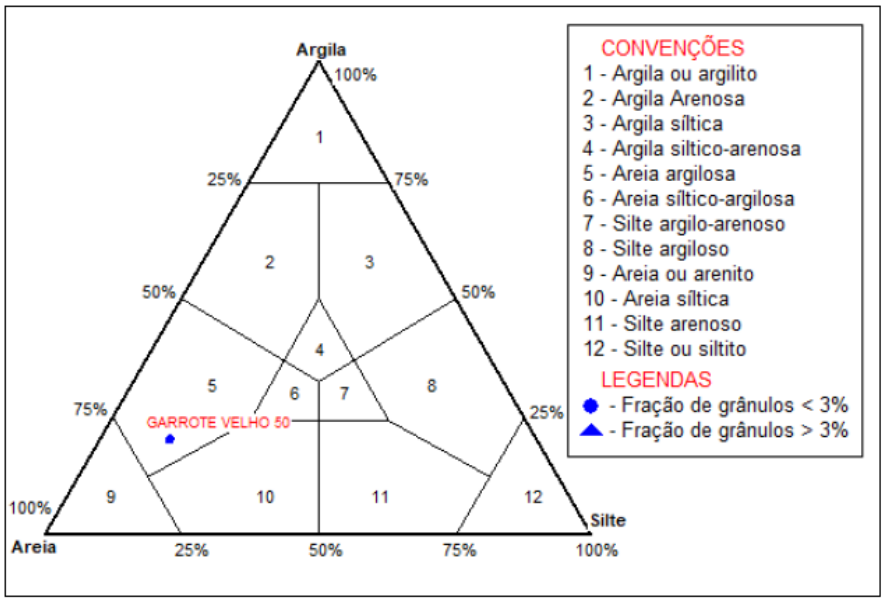
acerca das características do ambiente de deposição. A partir dessa metodologia, as amostras foram classificadas como areia-argilosa (figuras 12, 13, 14 e 15).

Figura 12 - Diagrama de Shepard (1954) com a classificação para o perfil Garrote Velho 10.



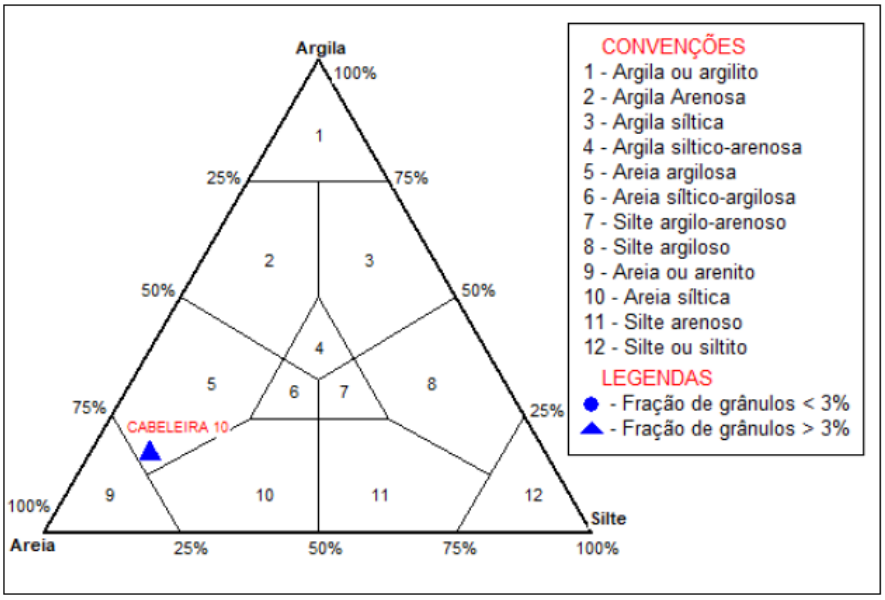
Fonte - Shepard (1954), adaptado pelas autoras (2023).

Figura 13 - Diagrama de Shepard (1954) com a classificação para o perfil Garrote Velho 50.



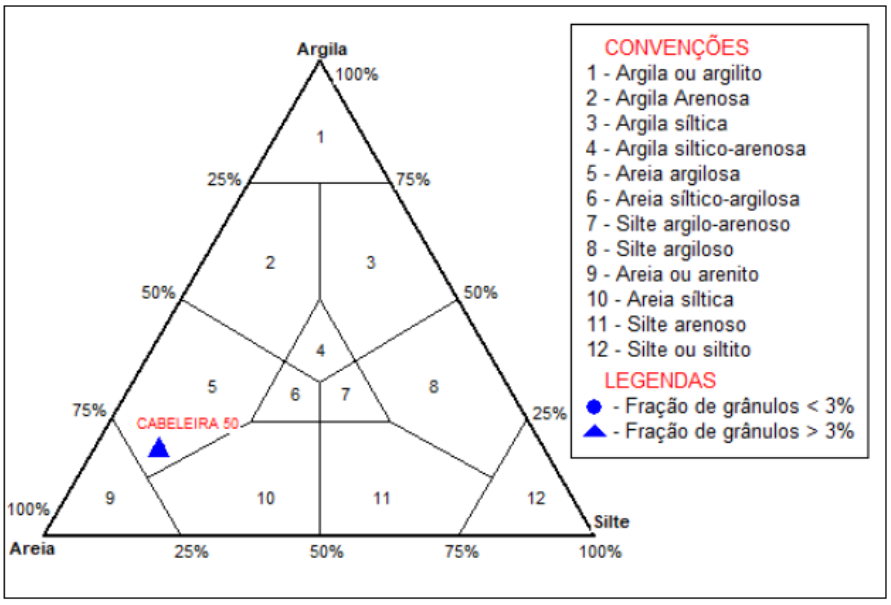
Fonte - Shepard (1954), adaptado pelas autoras (2023).

Figura 14 - Diagrama de Shepard (1954) com a classificação para o perfil Cabeleira 10.



Fonte - Shepard (1954), adaptado pelas autoras (2023).

Figura 15 - Diagrama de Shepard (1954) com a classificação para o perfil Cabeleira 50.



Fonte - Shepard (1954), adaptado pelas autoras (2023).

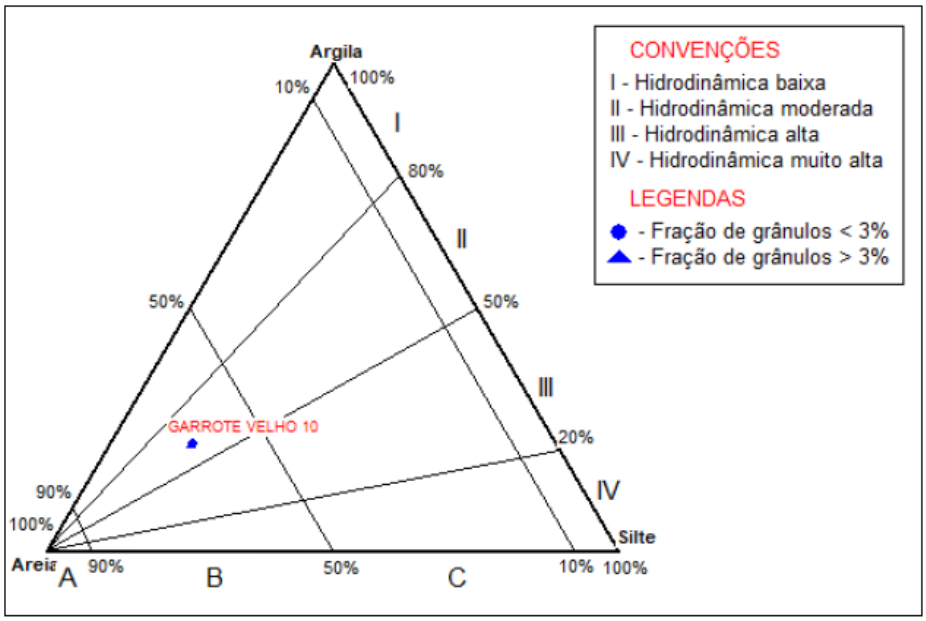
Diagrama triangular de Pejrup (1988)

Esse diagrama classifica os sedimentos a partir da hidrodinâmica pela qual eles foram submetidos ao longo do seu processo de transporte e deposição. Os resultados são obtidos a partir da análise do teor de argila: sedimentos com teor de argila acima de 80% são provenientes de ambientes de baixa energia; os localizados na linha de 20% são oriundos de

um ambiente deposicional de alta energia; por fim, a linha que corresponde aos 50% são um meio termo entre os dois, pois divide o diagrama em duas partes iguais.

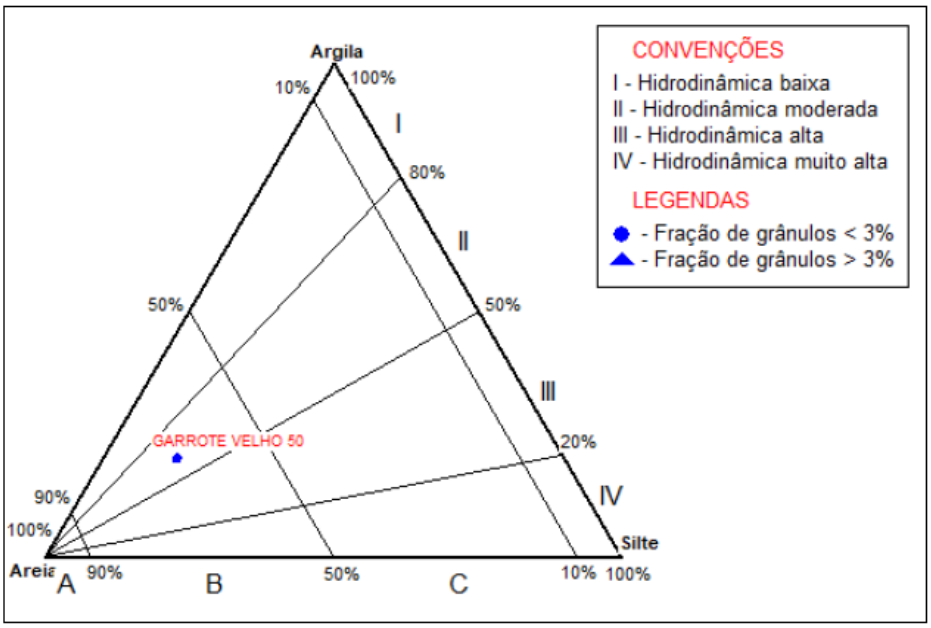
Conforme observado nas figuras 16 e 17, as amostras Cabeleira 10 e Cabeleira 50 estão inseridas no grupo II-B do diagrama, assim como as amostras Garrote Velho 10 e Garrote Velho 50 (figuras 18 e 19). Pode-se inferir, portanto, que os sedimentos sofreram com uma hidrodinâmica moderada, com um percentual alto de areia, variando de 50% a 100%.

Figura 16 - Diagrama de Pejrup (1988) com a classificação para o perfil Garrote Velho 10.



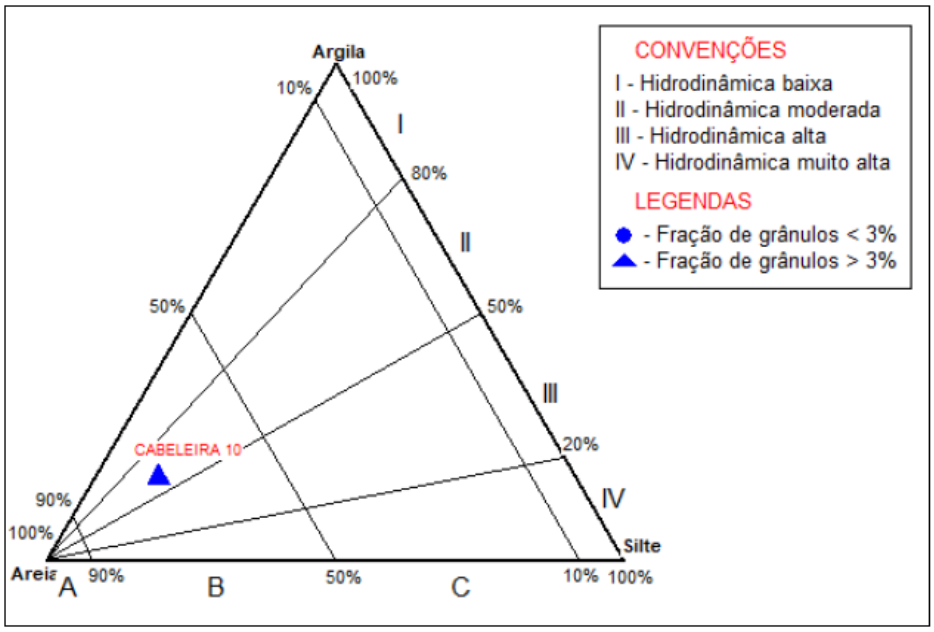
Fonte - Pejrup (1988), adaptado pelas autoras (2023).

Figura 17 - Diagrama de Pejrup (1988) com a classificação para o perfil Garrote Velho 50.



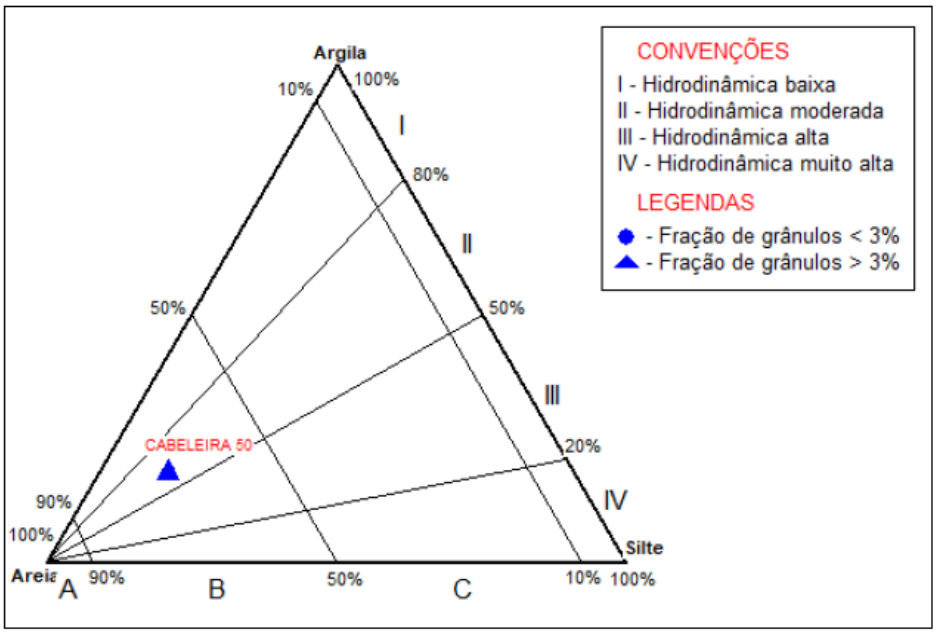
Fonte - Pejrup (1988), adaptado pelas autoras (2023).

Figura 18 - Diagrama de Pejrup (1988) com a classificação para o perfil Cabeleira 10.



Fonte - Pejrup (1988), adaptado pelas autoras (2023).

Figura 19 - Diagrama de Pejrup (1988) com a classificação para o perfil Cabeleira 50.



Fonte - Pejrup (1988), adaptado pelas autoras (2023).

Estes resultados reiteram que os sedimentos foram originados de inputs de energia de nível moderado, resquício de um fluxo proveniente de momentos de intensa precipitação. O ambiente de deposição contou com baixa viscosidade, transportando material ao longo de distâncias pequenas.

Considerações Finais

Após a análise de todos os resultados obtidos, foi possível concluir que os sedimentos depositados nas encostas dos perfis CB e GV foram originados a partir de movimentos rápidos de transporte e deposição. A classe granulométrica e o grau de seleção dos grãos (muito pobremente selecionados) permite considerar que o ambiente no qual o processo ocorreu estava sob a influência de eventos de precipitação, que proporcionaram a atuação intensa do intemperismo químico.

Essas condições reafirmam que o fluxo de transporte se deu de forma rápida, de modo unidirecional, com uma assimetria muito positiva e composto por um material correspondente a silte grosso no perfil GV e areno-argiloso no perfil CB. A combinação dos resultados de grau de seleção e assimetria revelam uma tendência de os sedimentos terem sido originados de processos fluviais e de encosta no perfil GV; e no perfil CB não houve a influência de processos fluviais, por estar distante da drenagem.

Diante disso, a área de coleta GV se apresenta como uma rampa de colúvio que transita lateralmente para o plano aluvial, evidenciando a sedimentação em alúvio-colúvio. Possui ainda uma deposição fluvial significativa, sem descartar a influência da encosta no seu processo de sedimentação.

Já na área de coleta do perfil CB, é notória a ocorrência de uma rampa em avental coluvial. Não se pode caracterizá-la como um leque aluvial por conta da falta de contribuição fluvial na sedimentação da encosta. Corresponde, portanto, a uma forma de espraiamento em avental, apresentando uma leve convexidade.

Agradecimentos

Agradecimento ao CNPq pelo financiamento da pesquisa.

Referências

CASSETI, V. **Geomorfologia**. 2005. Disponível em: <http://www.funape.org.br/geomorfologia/>. Acesso em: 09 de agosto de 2018.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. Editora Edgard Blücher, São Paulo, 2 ed., 7 reimp.: 188p, 2002.

CORRÊA, A. C. D. O., SUGUIO, K. BARRETO, A. M. F., BEZERRA, F. H., BRITO NEVES, B. B. D. Análise geomorfológica e sedimentológica do gráben de Cariatá, Paraíba. ***Trabalhos*****,** 1-7, 2005.

FOLK, R.L., WARD, W.C. Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters. **Journal of sedimentary research**, v. 27, n. 1, p. 3-26, 1957.

GALE,S. J., HOARE, P. G. Quaternary sediments: petrographic methods for the study of unlithified rocks, New York: **Belhaven Press,** 323 p. 1991

LIMA, F. J. **Evolução geomorfológica e reconstrução paleoambiental do setor subúmido do Planalto Sedimentar do Araripe: um estudo a partir dos depósitos coluviais localizados nos municípios de Crato e Barbalha – Ceará**. 2015. 193 p. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Recife, 2015.

PEJRUP, M. The triangular diagram used for classification of estuarine sediments: a new approach. In: DE BOER, P. L., VAN GELDER, A., NIO, S. D. (eds). **Tide influenced Sedimentary Environments and Facies**. Ridel, Dordrecht, p. 289-300, 1988.

SCHUMM, S. A.; LICHTY, R. W. Time, space and causality in Geomorphology. **American Journal of Science**, v. 263, p. 110-119, 1965.

SHEPARD, F.P. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. **Journal Sedimentary Petrology**, 24:151-158, 1954.

Breves Considerações sobre a Geomorfologia do Maciço do Quincuncá e Entorno, Nordeste do Brasil

Geomorphology of the Quincuncá Massif and Surroundings, Northeast Brazil: a summary

Abner Monteiro Nunes Cordeiro
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-4867-7083
Abner.cordeiro@ufrn.br

Assucena Nogueira Batista Dantas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-6768-4625
assucenadentas@gmail.com

João Rafael Vieira Dias
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-0811-1093
jrafael.ufrn@gmail.com

Camylla da Silva Dantas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0009-0004-0315-0829
dantasscamylla@gmail.com

Resumo: O conhecimento do quadro natural da Serra do Quincuncá foi desenvolvido com a preocupação de contribuir no entendimento da sua compartimentação geomorfológica. O mapeamento das unidades geomorfológicas foi realizado com base em fotointerpretações da textura e rugosidade de conjuntos de formas de relevo que estão associados às principais estruturas geológicas regionais a partir de diversos sensores remotos, imagens do satélite SPOT5 e Modelo Digital de Elevação (MDE). A caracterização do quadro natural foi elaborada a partir de trabalhos de campo entre 2021 e 2022, e interpretação de cartas temáticas em escalas diversas. Foram identificadas duas unidades morfoesculturais (superfícies elevadas e rebaixadas), sendo individualizadas em unidades morfológicas distintas (superfícies de erosão dissecadas em cristas e colinas, superfície aplainada, superfícies tabulares sustentadas por lateritas e superfícies de deposição recente), todas estas esculpidas sob diferentes agentes modeladores exógenos.

Palavras-chave: Geomorfologia estrutural; Semiárido; Maciço residual.

Abstract: The natural framework knowledge of the Quincuncá mountain range was developed with the aim of contributing to the understanding of its geomorphological compartmentalization. The mapping of the geomorphological units was performed based on photo interpretations of the texture and roughness of sets of relief shapes which are associated to the main regional geological structures from several remote sensors, SPOT5 satellite images and Digital Elevation Model (MDE). The natural framework characterization was elaborated from field works between 2020 and 2021, and interpretation of thematic charts at different scales. Two morphoscultural units were identified (elevated and undercut surfaces) and individualized on distinct morphological units (dissected erosion surfaces in ridges, hills, planed, tabular surfaces supported by laterites and surfaces of recent deposition), all of these sculpted under different modeling exogenous agents.

Keywords: Structural geomorphology; Semiarid; Residual mass.

Introdução

O relevo do Nordeste brasileiro documenta importantes episódios de evolução morfotectônica, responsáveis por gerarem diversos compartimentos geomorfológicos, derivados, sobretudo, de eventos tectônicos, como a Orogênese brasiliana e as reativações cretáceas (MAIA; BEZERRA, 2014). Esses eventos produziram várias morfologias, condicionadas pelo controle estrutural das zonas de cisalhamento, tais como os maciços residuais, cujo alinhamento se dá preferencialmente sob a direção, E-W e NE-SW, dessas zonas.

A porção setentrional da Província, sobremaneira o Domínio Rio Grande do Norte (DRGN), foi afetada por intrusões graníticas de idade brasiliana (~750 a 540 Ma) (BRITO NEVES et al., 2001), oriundas das atividades vulcânica e plutônica intensas associadas aos processos de extensão crustal relacionada aos últimos estágios da separação do supercontinente Panotia (SCHOBBENHAUS et al., 1984). Em razão desses acontecimentos, formaram-se rochas extrusivas e corpos graníticos diversos (NASCIMENTO et al., 2015).

O caráter granítico dos corpos intrusivos da Província Borborema geralmente forma relevos residuais, tais como serras e cristas alinhadas, expostos pela denudação das antigas áreas orogênicas e, posteriormente, retrabalhados por agentes erosivos associados aos diversos sistemas morfogenéticos cambiantes ao longo do tempo (CORRÊA et al., 2010), que se elevam de modo disperso pelos sertões semiáridos do NE brasileiro.

No Nordeste, a palavra serra quase sempre estava atrelada às serras úmidas, considerados como ambientes de exceção (AB'SÁBER, 1999). No entanto, foi necessário destacá-las do conjunto geral dos maciços cristalinos do semiárido nordestino, em função da existência de serras secas, cuja omissão evidencia sua pouca importância em termos de ocupação humana e produtividade.

As serras secas tratam-se de maciços residuais, em rochas do embasamento cristalino, com níveis altimétricos médios oscilando entre 500-700 m, podendo ultrapassar altitudes da ordem de 1.000 m. Esses relevos serranos dispersam-se por todo o território do semiárido nordestino, englobando uma área de 40.375,73 km², equivalente a 4,73% do território semiárido (BRASIL, 2005). As serras secas se diferenciam dos enclaves úmidos, pois estes com frequência, constituem níveis mais elevados, com condições edafoclimáticas e hidrológicas mais favoráveis, e apresentam-se como verdadeiros ambientes de exceção no contexto dos sertões nordestinos.

Dessa maneira, considerando as condições ambientais dos maciços residuais, destaca-se, particularmente, a Serra do Quincuncá, que, embora nas abordagens regionalistas seja considerada um maciço residual seco, concentra boas condições

ambientais nos planos geomorfológico, pluviométrico e pedológico, para fins de utilização agrícola, o que a diferencia dos demais maciços serranos secos.

A Serra do Quincuncá, Trata-se de um relevo residual cristalino, alinhado na direção NE-SW das principais zonas de cisalhamento e dos trends estruturais, sustentada pelos granitos e granodioritos da Suíte Itaporanga de idade ~650 a 540 Ma (BRASIL, 2003), que, por serem mais jovens e pouco metamorfizadas, lhes conferem uma maior resistências aos processos de erosão diferencial. Em virtude da resistência aos processos denudacionais, sustentam-se feições elevadas com coberturas lateríticas de espessuras variáveis.

Face ao exposto, é notável observar que grande parte da geomorfologia e geologia da porção setentrional da Província Borborema, incluindo o Maciço do Quincuncá, está associada a processos tectônicos e morfogenéticos que atuam ao longo tempo geológico. Dessa forma, esse trabalho irá apresentar a compartimentação geomorfológica da Serra do Quincuncá e entorno, colaborando com a compreensão de sua gênese e evolução.

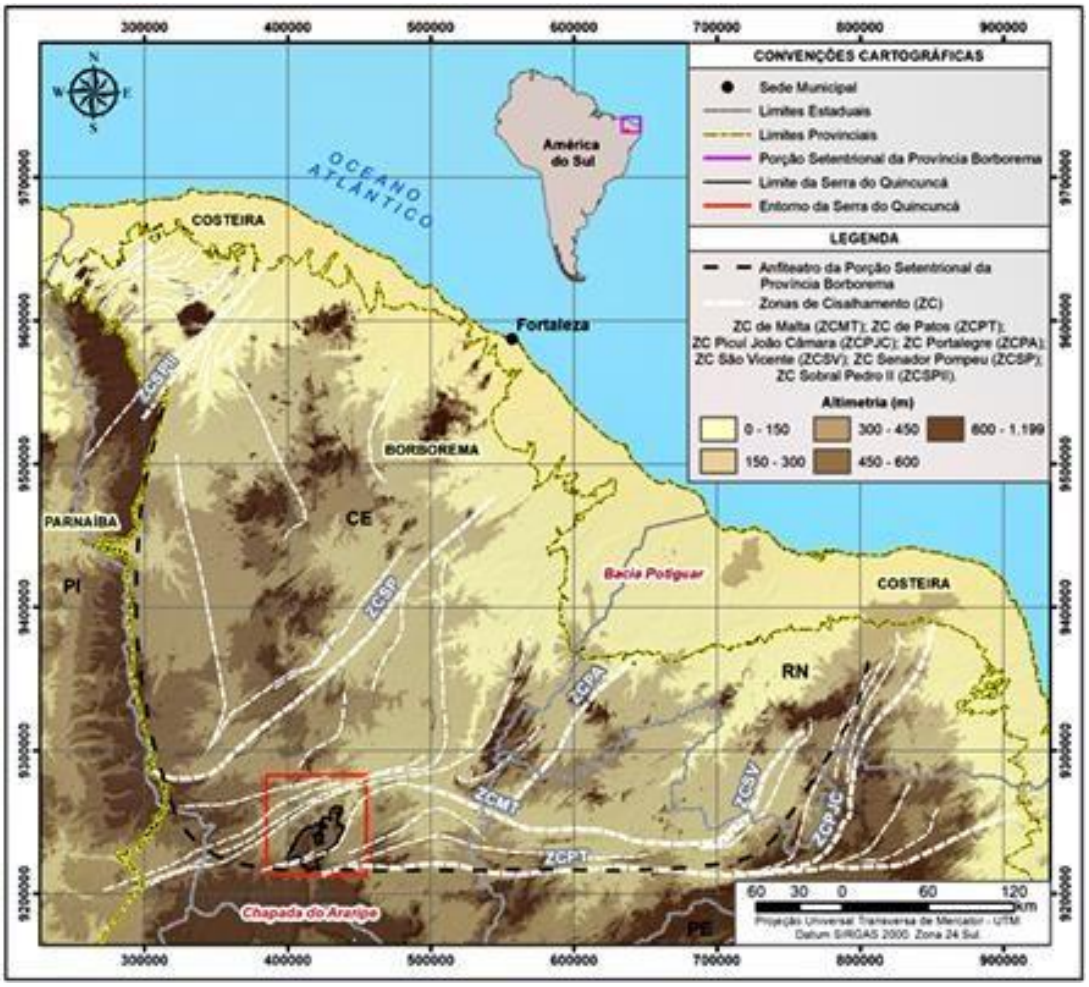
Área de Estudo

A Serra do Quincuncá está localizada na mesorregião centro sul do Estado do Ceará, ao norte da Chapada do Araripe (Figura 1), no contexto geológico e tectônico da porção setentrional da Província Borborema, Domínio Rio Grande do Norte, onde se estende um complexo de formas estruturais soerguidas e amplamente trabalhadas por processos erosivos, denominada por Peulvast e Claudino Sales (2007) de Anfiteatro Erosivo.

Trata-se de um relevo residual cristalino, no qual as altitudes variam de 240 a 310 m nas planícies fluviais, aumentando suas amplitudes em direção aos platôs, capeados por uma duricrosta laterítica, o que lhes confere topos tabulares, onde podem ultrapassar os 700 m.

O Maciço do Quincuncá e entorno, é uma região de embasamento Proterozoico, constituída por diferentes litologias separadas por lineamentos de direção, predominantemente, NE-SW, que congrega rochas metaplutônicas migmatizadas do Riaciano (Complexo Jaguaretama), augenortognaisses graníticos do Estateriano (Suíte Granitoide Serra do Deserto), além dos granitos e granodioritos de granulação grossa e porfirítica do Ediacariano (Suíte Granitoide Itaporanga). Parte dessa área também é ocupada por gnaisses com intercalações lenticulares de metacalcários do Estateriano (Formação Farias Brito) e por ortognaisses tonalito-granodiorítico do Paleoneoarqueano do Complexo Granjeiro (BRASIL, 2003).

Figura 1 - Localização da Serra do Quincuncá e entorno imediato, Ceará, Brasil.



Fonte: elaborado pelos autores (2022).

Na área de estudo, as precipitações são irregulares tanto no tempo, quanto no espaço, as quais estão submetidas, principalmente, aos fenômenos de perturbações atmosféricas, dos quais se destacam os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM's), os Vórtices Ciclônicos de Altos Níveis (VCAN), a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e os ventos alísios de SE. As chuvas estão concentradas principalmente no primeiro semestre do ano, sobretudo nos meses de março e abril, reduzindo sua quantidade em maio com o afastamento da ZCIT, e tornando-se insuficientes a partir de julho.

Conforme a classificação climática proposta Thornthwaite e Mather (1955), a área de estudo apresenta três tipos climáticos: subúmido, em Altaneira; subúmido seco, em grande parte dos municípios de Assaré, Farias Brito, Nova Olinda e Santana do Cariri; e semiárido, em Tarrafas, Aiuaba, Saboeiro, Jucás e Cariús. A variação espacial climática da área está associada à localização desses municípios em relação às escarpas barlavento e sotavento do maciço.

Na porção oriental do maciço, a barlavento, onde os processos morfodinâmicos apresentam níveis de dissecação vertical mais acentuados e os mantos de intemperismo são mais espessos, os totais pluviométricos mensais são, significativamente, superiores, como no município de Altaneira, localizado a 670 m de altitude. Já na vertente ocidental, onde se evidencia uma faixa transicional do maciço com as condições semiáridas dos sertões circunvizinhos dos municípios de Assaré e Tarrafas, ocorre um sensível decréscimo das precipitações.

A área compreendida pela Serra do Quincuncá e entorno, destaca, no seu conjunto, além das diferentes posições topográficas, que influenciam nas condições climáticas e na cobertura vegetal, uma grande heterogeneidade litológica, que incide, igualmente, sobre a grande diversidade de solos. Na paisagem da área de estudo ocorrem, principalmente, as classes dos Neossolos, Nitossolos e Argissolos, com destaque para os Neossolo Litólico Eutrófico, Nitossolo Vermelho Eutrófico, Argissolo Amarelo Distrófico, Argissolo Vermelho Eutrófico e Plintossolo Pétrico Concrecionário.

Quanto à vegetação, esta é composta predominantemente por vegetação de caatinga com diferentes padrões fisionômicos e florísticos: caatinga arbórea e arbustiva, sendo as áreas de exceções restritas as matas ciliares que revestem as planícies fluviais. A caatinga arbórea tem ocorrência mais significativa na porção mais alta da serra, onde as condições mais amenas permitem sustentar uma vegetação de maior porte, enquanto que a caatinga arbustiva, de formação vegetacional lenhosa, com porte variável, caráter xerófilo e apresentando cactáceas e bromeliáceas, recobre o terço médio das vertentes da Serra da Quincuncá e os níveis mais rebaixados da área de estudo, abaixo da cota de 450 m.

Material e Métodos

Estudos ambientais integrados em um recorte espacial regional, como é o caso da Serra do Quincuncá e entorno, demandam um grande acervo de informações geoespaciais, tendo em vista a complexidade inerente a esse tipo de análise. Dessa forma, torna-se fundamental um extenso levantamento de dados em órgãos públicos, artigos científicos e anais.

Face ao exposto, a presente pesquisa teve acesso às bases cartográficas geológicas e pedológicas disponibilizadas, respectivamente, pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM (2003) e Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos-FUNCEME (2012). Além disso, foram realizadas reinterpretações das informações existentes nos mapas geomorfológicos produzidos por Peulvast e Claudino Sales (2003) e, Peulvast e Bétard (2015).

A representação tridimensional do relevo foi feita através dos produtos do projeto TOPODATA/INPE, com resolução de 30 m. Além disso, também foram utilizadas as imagens do satélite SPOT5, cedidas pelo Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará-IPECE (2012).

A avaliação das condições climáticas e paleoclimáticas foram feitas tomando como base dados fornecidos por Ceará (2016), além de outros trabalhos como Morais Neto, Hegarty e Karner (2005) e, Peulvast e Bétard (2015).

O limite do Maciço do Quincuncá foi estabelecido levando em consideração a cota altimétrica de 450 m. Já a proposta de compartimentação geomorfológica foi feita adotando-se como critério fundamental a morfologia do relevo, tendo em vista que as unidades geomorfológicas, na escala de compartimentação adotada, apresentam uma certa uniformidade dos demais componentes naturais.

Para a confecção dos mapas, o software utilizado para o tratamento dos dados foi o Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGIS 2.14, que possibilitou todo o tratamento dos dados vetoriais e matriciais, permitindo a criação de um banco de dados georreferenciados, sendo todos os arquivos submetidos à projeção cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM), utilizando-se o Datum Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas de 2000 (SIRGAS-2000).

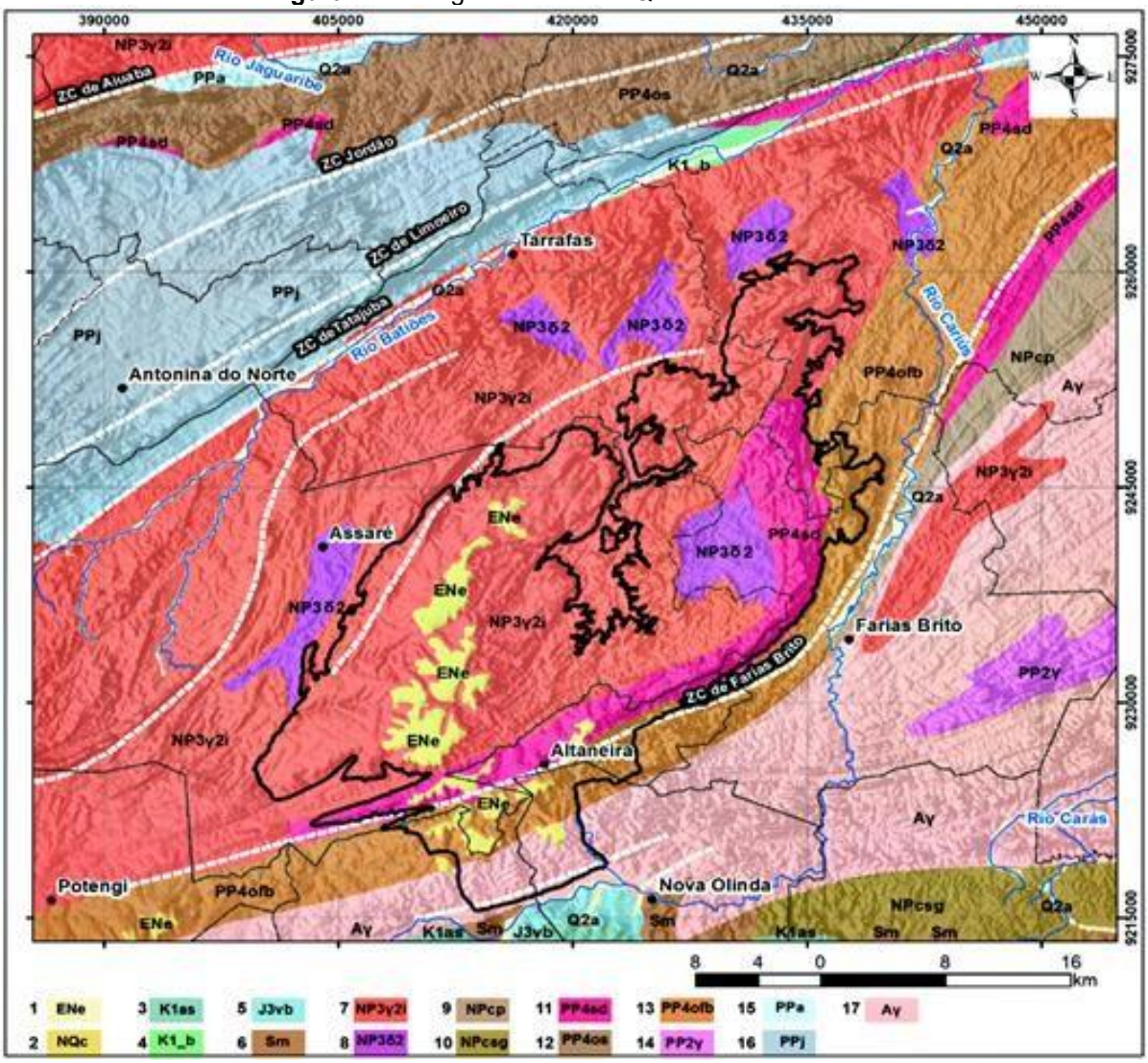
Resultados

Maciço do Quincuncá: gênese e evolução

A origem do Maciço do Quincuncá está associada a intensa atividade plutônica do Ediacarano ao Cambriano, relacionado ao Ciclo Brasiliano/Panafricano, que segundo Nascimento et. al (2015), é uma das feições geológicas mais importantes do Domínio Rio Grande do Norte e de toda Província Borborema, que foi responsável pela formação do conjunto de batólitos, stocks e diques, com diferentes características geoquímicas e petrográficas, que ocorrem ao longo do DRGN.

O Maciço do Quincuncá está estruturado em diversos litotipos cristalinos, datados do Cambriano (BRASIL, 2003), formado por granitos das suítes intrusivas Itaporanga (NP3γ2i), Serra do Deserto (PP4sd) e Gabroide (NP3δ2) (Figura 2), cuja evolução morfoestrutural está relacionada a tendência NE-SW das zonas de cisalhamento Farias Brito e Tatajuba, nas quais os processos de erosão diferencial conduziram a progressiva exumação do maciço.

Figura 2 - Litologia da Serra do Quincuncá e entorno.



Legenda: 1. Cobertura eluvial; 2. Depósitos aluviais; 3. Formação Santana (folhelhos e calcários); 4. Formação Rio dos Bastiões (arenitos); 5. Formação Brejo Santo (folhelhos e siltitos); 6. Formação Mauriti (arenitos); 7. Suíte Itaporanga (granitos); 8. Suíte Gabroide (dioritos e gabros); 9. Formação Caipu (micaxistos); 10. Formação Santana dos Garrotes (micaxistos); 11. Suíte Serra do Deserto (augenortognaisses); 12. Formação Santarém (micaxistos e quartzitos); 13. Formação Farias Brito (gnaisses e metacalcários); 14. Ortognaisses granito-granodioríticos; 15. Paragnaisses e ortognaisses; 16. Complexo Jaguaretama (ortognaisses migmatizados); 17. Ortognaisses. Traço preto: Serra do Quincuncá; pontilhado branco: zonas de cisalhamento pré-cambrianas.
Fonte: elaborada a partir da edição de shape de geologia da BRASIL, 2003.

Contudo, por serem mais jovens e ainda não terem passado por um intenso processo de metamorfismo, os granitos e granodioritos de granulação média a grossa que sustentam o Maciço do Quincuncá, oferecem maior resistência aos processos denudacionais, formando feições elevadas, onde estão localizadas superfícies tabuliformes, com coberturas lateríticas de espessura variável, oriundas de alterações supergênicas de rochas intrusivas, resultantes

da ação intensa do intemperismo químico sobre o embasamento granítico, em condições ambientais pretéritas úmidas (Figura 3).

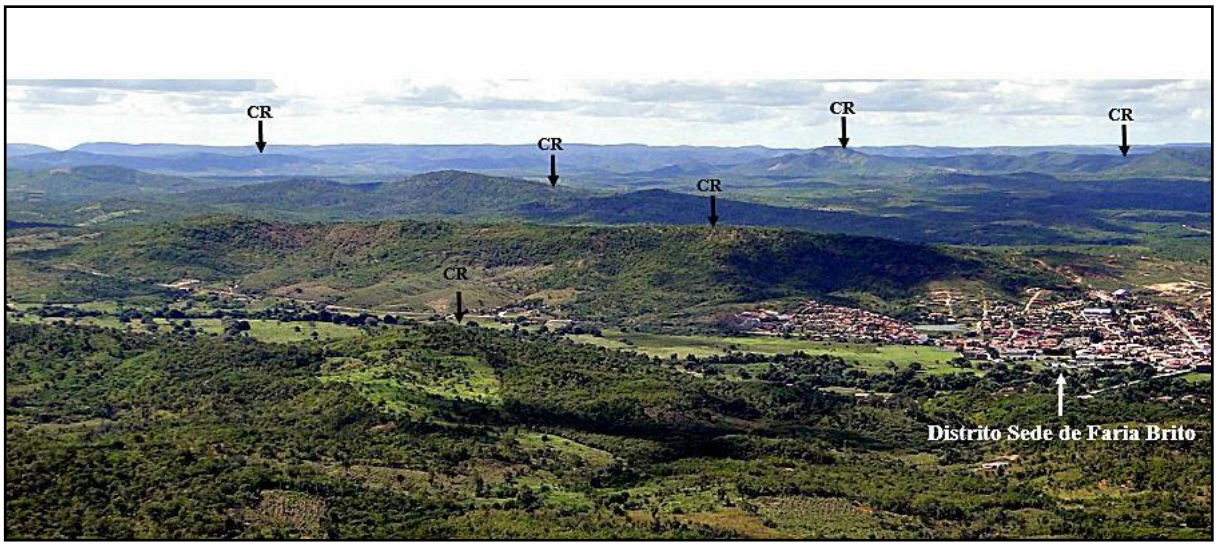
Figura 3 - Topo aplainado sustentado por nível laterítico, Altaneira, Ceará.

Fonte: acervo dos autores (2022).

Na área de estudo, as zonas de deformação de direção NE-SW, marcadas por heterogeneidade litológica, exercem importante influência no controle estrutural da drenagem e na dissecação dos compartimentos geomorfológicos. A oeste e leste da Serra do Quincuncá, o condicionamento dos processos erosivos ao longo das zonas de cisalhamento originou trends de lineamentos que confinam os canais de drenagem, orientando a dissecação e por vezes a agradação fluvial. Isso resultou numa sequências de cristas de cinemática NE-SW (Figura 4), que desempenham um papel importante na dissecação, e vales, dispostos paralelamente, a exemplo de modelos apalacheanos, que confinam os canais de escoamento, passando a serem indicadores dos planos de deformação.

Os processos morfogenéticos, por meio da ação dos processos fluviais e gravitacionais, são responsáveis pelo rebaixamento do relevo estruturado em rochas mais frágeis, como micaxistos e gnaisses. Na porção oriental do maciço, a qual as falhas indiscriminadas confinam a Suíte Serra do Deserto, os canais fluviais são responsáveis pela dissecação do relevo, proporcionando uma topografia aplainada o que lhe confere uma morfologia atípica em se tratando de maciços cristalinos do semiárido cearense. Essa superfície de cimeira é delimitada por uma escarpa erosiva, com declividade entre 20 a 45º (Figura 5).

Figura 4 - Cristas residuais (CR) nas proximidades do município de Farias Brito, Ceará.



Fonte: acervo dos autores (2022).

Figura 5 - Visada parcial da escarpa erosiva da Serra do Quincuncá, onde: (FT) indica feições semelhantes a Facetas Triangulares e (RC) Rampa de Colúvio. Notar a morfologia aplainada do topo.

Fonte: acervo dos autores (2022).

Os processos morfogenéticos de evolução da Serra do Quincuncá indicam claramente a retração lateral de suas encostas por backwearing com rebaixamento contínuo de sua verticalização por downwearing e deposição de material coluvial através de movimentos de massa em eventos pretéritos, no sopé do maciço, formando rampas de colúvio. A evolução integrada das encostas, da porção oriental da Serra do Quincuncá, por recuo diferencial, e dos canais fluviais, possivelmente, durante o Quaternário, documenta uma fase de origem de cabeceiras de drenagem em anfiteatro (hollows) e de entulhamento

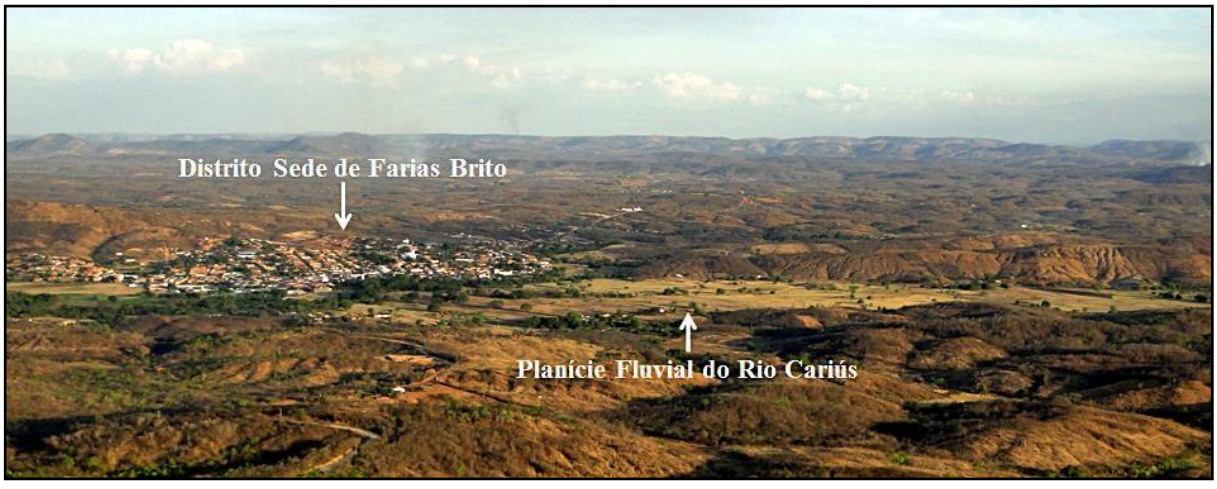
generalizado dos fundos de vales fluviais por material coluvial, que com a retomada erosiva holocênica se interdigitam e/ou recobrem depósitos aluviais.

A superfície de erosão rebaixada, que é circundenudacional em relação ao maciço, proveniente de atividades exodinâmicas, representa o mais expressivo compartimento do relevo da área de estudo. Com os processos morfodinâmicos foram elaboradas feições dissecadas pelos entalhes provenientes da drenagem superficial, sobretudo, por incisão linear, constituindo cristas residuais e inselbergs, testemunhos de níveis originários mais resistentes, que permanecem na área isoladamente, consequentes de erosão circundante, além de rampas de colúvio, que marcam o limite entre o maciço e a depressão sertaneja, e pequenas planícies alveolares, distribuídas de forma escalonada no maciço e aleatória na superfície de erosão rebaixada.

No setor meridional da área de estudo, também foram observadas colinas semiconvexas. Nessa superfície subúmida, a erosão fluvial em litologias que não apresentam controle estrutural marcante, em decorrência da ausência de planos de deformação, evidenciou feições suavemente arredondadas, com diferentes graus de dissecação.

Portanto, os processos denudacionais, da área de estudo, vêm ao longo dos tempos geológicos colocando em ressalto as estruturas rochosas sustentadas, preferencialmente, por granitos, quartzitos, ortognaisses e até mesmo metacalcários da Formação Faria Brito, e rebaixando o relevo constituído por litologias menos resistentes como os micaxistos da Formação Caipu e gnaisses da Formação Farias Brito. Por sua vez, os tratos mais baixos e planos encontram-se nas planícies fluviais, com destaque para as planícies dos rios Cariús, Bastiões e Jaguaribe (Figura 6).

Figura 6 - Vista parcial da planície fluvial do médio curso do rio Cariús. Notar em segundo plano o Distrito Sede de Farias Brito, Ceará.



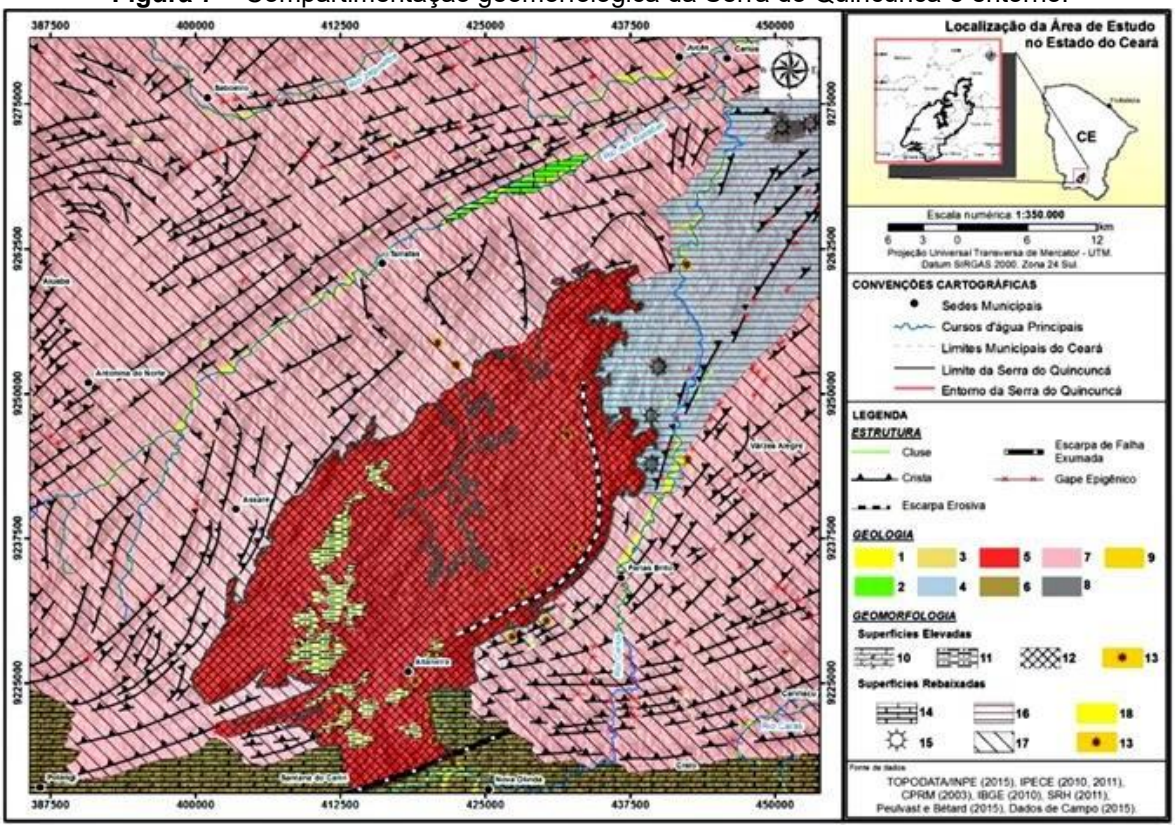
Fonte: acervo dos autores (2022).

Unidades Geomorfológicas

A compartimentação geomorfológica da Serra do Quincuncá e do entorno imediato foi elaborada segundo as características morfológicas do relevo. Esse critério é muito adotado em estratégias de planejamento ambiental ou ordenamento territorial e isso se explica devido à similaridade dos demais componentes ambientais constatada em cada compartimento geomorfológico mapeado na escala de 1:250.000.

Tendo em vista o critério geomorfológico citado, a área de estudo foi dividida em duas grandes unidades morfoesculturais: superfícies elevadas e rebaixadas, sendo individualizadas em unidades morfológicas distintas (Figura 7).

Figura 7 – Compartimentação geomorfológica da Serra do Quincuncá e entorno.



Fonte: elaborado pelos autores (2022). **Legenda:** 1. Areias quartzosas e argilosas; 2. Arenitos; 3. Cobertura eluvial: alteração “in situ” de rochas intrusivas; 4. Gnaisses e micaxistos; 5. Granitos; 6. Ortognaisses, gnaisses, micaxistos e coberturas sedimentares mesopaleozoicas; 7. Ortognaisses, micaxistos, gnaisses e granitoides; 8. Quartzodioritos; 9. Areias finas, grossas e argilosas; 10. Superfície Sertaneja Dissecada em Colinas e Morros; 11. Sup. Tabular; 12. Ecth Surface; 13. Planície Alveolar; 14. Bacia dos Bastiões; 15. Inselberg; 16. Sup. Sertaneja Dissecada; 17. Sup. Sertaneja Dissecada em Cristas; 18. Planície Fluvial.

As superfícies elevadas compreendem os setores situados acima da cota 450 m, localizados no maciço granítico e na porção meridional da área. Já as superfícies rebaixadas abrangem as superfícies sertanejas dissecadas.

Superfícies Elevadas

Superfície de Erosão Dissecada (Etch Surface)

A superfície de erosão dissecada ocupa uma área de 776,86 km² e corresponde a superfície de cimeira da Serra do Quincuncá, identificada por sua forma alongada e de cinemática dextral. Essa superfície apresenta, na porção oriental, relevo composto por escarpa erosiva festonada pela dissecação fluvial e topo suavemente dissecado com reverso intensamente meteorizado e dissecado, principalmente, nas áreas de intrusão da Suíte Gabroide.

A etch surface apresenta a maior declividade da área de estudo, com predominância acima de 35º de inclinação, e com altimetrias variáveis que podem ir desde 380 a 660 m. Entretanto, o que caracteriza a escarpa erosiva são os processos de seccionamento realizados pelos canais de primeira ordem que avançam regressivamente, respondendo por escarpas íngremes com cabeceiras de drenagem em evolução, intermitentes e semiperenes, que evidenciam estágios diferentes de evolução da drenagem.

A superfície de erosão dissecada, também, apresenta, na sua porção oriental, uma topografia peculiar, com topo aplainado, separados por pequenas incisões fluviais, o que lhe confere uma morfologia atípica em se tratando de superfície de cimeira de relevos cristalinos residuais do NE. Trata-se de platô da ordem de 610 m de altitude mantido por augenortognaisses graníticos da Suíte Serra do Deserto, que compõe estruturalmente o setor oriental do maciço.

De modo distinto, no decorrer do Eoceno, Paleógeno médio, os granitos, granodioritos e augenortognaisses que compõem a Serra do Quincuncá, foram submetidos a longo período de intenso intemperismo químico e lixiviação, que originaram mantos de alteração de espessura métrica e formações supergênicas autóctones, de idade pré-Neógena (~43 Ma) (Peulvast; Bétard, 2015), representadas por diferentes fases de formação de perfis lateríticos, responsáveis pelo recobrimento da superfície de cimeira do maciço. Entretanto, no decorrer do Oligoceno, o capeamento laterítico foi, parcialmente, dissecado, expondo a etch surface (front de alteração) aos processos intempéricos e denudacionais.

Portanto, a superfície de erosão elevada foi formada a partir de um retrabalhamento acíclico por etchplanation e downwearing, através de alternâncias de episódios de intemperismo (etching) e erosão (stripping), essencialmente controlados pelas variações do clima regional.

Superfície Sertaneja Dissecada em Colinas e Morros

A superfície sertaneja dissecada em colinas e morros, ocupando uma área de 277,55 km², localiza-se na porção meridional da área de estudo, situada numa faixa aproximadamente E-W, entre a Chapada do Araripe e a Serra do Quincuncá. Sua altitude média varia de 380 a 660 m, com vertentes apresentando declividades entre 8 a 20º. Os vales são abertos a fechados, tendo planícies colúvio-aluviais encaixadas e restritas, cuja declividade não ultrapassa os 3º.

A característica mais peculiar dessa superfície é a ausência de lineamentos estruturais e uma diminuição na densidade da rede de drenagem, apresentando padrão de drenagem dendrítico e subparalelo. O padrão subparalelo está associado ao controle estrutural exercido pelas coberturas fanerozoicas da Chapada do Araripe, que por sua vez formam vales encaixados, exibindo interflúvios alongados.

A morfologia convexa dos topos das colinas é resultado da dissecação linear fluvial que varia, em determinados locais, em função do grau de incisão dos canais fluviais, evidenciando que as características geométricas dessas feições estão mais associadas ao padrão de dissecação fluvial e a ausência de lineamentos estruturas que, evidentemente, ao tipo litológico que a sustenta. É esse grau de incisão que define a diferença entre colinas convexas e semiconvexas.

Superfície Tabular

Essa superfície ocupa uma área de 60 km², entre as cotas 660 e 730 m aproximadamente. A principal particularidade desta unidade é a presença de coberturas lateríticas bem conservadas, observadas, principalmente, no município de Altaneira e Assaré. Esses platôs, capeadas por laterita, constituem formas residuais de um antigo capeamento contínuo, que foi formado no Eoceno (PEULVAST; BÉTARD, 2015), como resultado do acentuado intemperismo químico ao qual toda a região Nordeste foi submetida durante o Paleógeno e, menos intensamente no Neógeno, quando ocorreram grandes variações entre períodos de clima úmido e seco (MORAIS NETO; HEGARTY; KARNER, 2005), que precederam as condições semiáridas atuais dos sertões nordestinos.

Portanto, a presença de perfis de intemperismo laterítico em diferentes platôs localizados nessa superfície pode ser um indicador que, em algum momento de sua história geológica, a superfície de cimeira da Serra do Quincuncá encontrava-se recoberta por esse manto de intemperismo autóctone, e que processos erosivos atuaram proporcionando a dissecação e fragmentação do capeamento laterítico. Nos setores onde o capeamento laterítico foi removido, o front de alteração foi exposto (etch surface).

Superfícies Rebaixadas

Superfície Sertaneja Dissecada

Ocupando uma área de 360,40 km², essa superfície compreende a porção mais suavizada do relevo da área, desenvolvida sobre gnaisses da Formação Farias Brito e micaxistos da Formação Caipu. A declividade média é de 8º, podendo variar de 20 a 45º nos relevos residuais com vertentes íngremes. A amplitude do relevo é de pouco mais de 70 m, estando a cota mais alta a 606 m, nos inselbergs que pontilham essa superfície, constituídos por quartzodioritos e sienogranitos gnaissificados da Suíte Serra do Deserto. Nessa superfície, a erosão progride tanto pelo ataque da rocha sã ao nível de um front de meteorização quanto pela remoção do material alterado pelo escoamento superficial (etchplanation).

No setor sudeste dessa superfície a taxa de denudação ultrapassa a do intemperismo por uma conjunção de diversos fatores: processo tectônico, responsável pelo soerguimento regional no Oligoceno (MORAIS NETO; HEGARTY; KARNER, 2005), que proporcionou etapas de incisão fluvial e degradação do relevo; alternâncias climáticas em períodos relativamente curtos desde meados do Mioceno, onde a existência, no Nordeste brasileiro, nos últimos 13 Ma, do clima semiárido (THIRY; SCHMITT; SIMON-COINÇON, 2009), provocou uma fase de denudação intensa e erosão diferencial; e a presença de contrastes litológicos, que não oferecem resistência aos processos intempéricos, além da supressão da cobertura vegetal, que constitui uma transição de caatinga hipoxerófila para cerrado subcaducifólio. A soma desses fatores proporcionou a exposição da frente de intemperismo, nessa superfície.

Superfície Sertaneja Dissecada em Cristas

Essa superfície, que representa quase a totalidade da área (3.117 km²), é caracterizada pelo nítido controle estrutural sobre a morfologia atual, representada pelo alinhamento de um feixe de cristas residuais, com orientação NE-SW, que confinam a drenagem de primeira ordem e orientam a dissecação. Os cursos d'água, nessa superfície, geralmente formam pequenas planícies fluviais, com exceção do rio Cariús, Bastiões e Jaguaribe, em cotas altimétricas, normalmente inferiores a 310 m. O padrão de drenagem do tipo treliça contrasta com o retangular, indicando importante estruturação tectônica.

As cristas residuais apresentam vertentes convexas e retilíneas com declividades variando de 20 a 35º. Essas feições também apresentam topos convexos que definem um modelado ondulado a forte ondulado ao relevo, com as altitudes variam de 310 a 660 m.

Nessa superfície, nas proximidades do município de Tarrafas, encaixada entre superfícies com ondulações bastante acentuadas e constituídas por granitos e granodioritos

da Suíte Itaporanga e por ortognaisses migmatizados do Complexo Jaguaretama, nas margens do rio dos Bastiões, encontra-se a Bacia Sedimentar do Rio dos Bastiões (bacia pull-apart), datada do Valanginiano, com 9 km², cuja formação, possivelmente, acha-se relacionada à reativação mesozoica da Plataforma Sul Americana.

Considerações Finais

O estudo geomorfológico e a leitura da gênese e evolução da Serra do Quincuncá permitiram o estabelecimento de relações estreitas entre as características litoestruturais, climáticas, paleoclimáticas e a distribuição dos modelados. As zonas de cisalhamento e a heterogeneidade litológica aparecem como parâmetros estruturais fundamentais no condicionamento do relevo. Nesse aspecto, o modelado é influenciado por estruturas de subsuperfície de formação tectônica datadas do Neoproterozoico, que foram reativadas de forma rúptil no Neocomiano e, possivelmente, em períodos Pós-Cretáceo.

Em adição, a identificação dos diferentes padrões de organização do relevo através do mapa geomorfológico da Serra do Quincuncá é uma importante ferramenta para o entendimento da dinâmica da componente abiótica da paisagem, podendo servir de referência na perspectiva de uma melhor caracterização geomorfológica dos maciços residuais que pontuam o semiárido cearense.

Referências

AB'SÁBER, A. N. Sertões e sertanejos: uma geografia humana sofrida. Estudos avançados, v. 13, n. 36, p. 7-59, 1999.

BRASIL. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais-CPRM. Atlas digital de geologia e recursos minerais do Ceará. Mapa na escala de 1:500.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil/Ministério das Minas e Energia, 2003.

BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. Proposta de dimensionamento do semiárido brasileiro. Fortaleza: BNB, 2005. 108 p.

BRITO NEVES, B. B.; CAMPOS NETO, M. C.; VAN SCHMUS, W. R.; SANTOS, E. J. dos. O "Sistema Pajeú-Paraíba" e o "Maciço São José do Campestre" no leste da Borborema. Revista Brasileira de Geociência, v. 31, n. 2, p. 173-184, 2001.

CASTRO, D. L.; BEZERRA, F. H. R.; SOUSA, M. O. L.; FUCK, R. A. Influence of Neoproterozoic tectonic fabric on the origin of the Potiguar Basin, northeastern Brazil and its links with West Africa based on gravity and magnetic data. Journal of Geodynamics, v. 54, p. 29-42, 2012.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS. Levantamento de reconhecimento de média intensidade dos solos: mesorregião do sul cearense. Fortaleza: FUNCEME, 2012. 132 p.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. Revista do Instituto Geológico, v. 31, n. 1/2, p. 35-52, 2010.

GURGEL, S. P. P.; BEZERRA, F. H. R.; CORRÊA, A. C. B.; MARQUES, F. O.; MAIA, R. P. Cenozoic uplift and erosion of structural landforms in NE Brazil. Geomorphology, v. 186, p. 68-84, 2013.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste setentrional brasileiro. Mercator, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014.

MAIA, R. P.; BÉTARD, F.; BEZERRA, F. H. R. Geomorfologia dos maciços de Portalegre e Martins-NE do Brasil: inversão do relevo em análise. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 17, n. 2, p. 273-285, 2016.

MORAIS NETO, J. M.; HEGARTY, K.; KARNER, G. D. Abordagem preliminar sobre paleotemperatura e evolução do relevo da bacia do Araripe, Nordeste do Brasil, a partir da análise de traços de fissão em apatita. Boletim de Geociências da Petrobrás, v. 14, n. 1, p. 113-119, 2015.

NASCIMENTO, M. A. L.; MEDEIROS, V. C.; GALINDO, A. C. Ediacaran to Cambrian magmatic suites in the Rio Grande do Norte domain, extreme Northeastern Borborema Province (NE of Brazil): current knowledge. Journal of South American Earth Sciences, v. 58, p. 281-299, 2015.

PEULVAST, J. P.; BÉTARD, F. A history of basin inversion, scarp retreat and shallow denudation: the Araripe basin as a keystone for understanding long-term lasdscape evolution in NE Brazil. Geomorphology, 233, p. 20-40, 2015.

PEULVAST, J. P.; CLAUDINO SALES, V. Mapa morfoestrutural do Ceará e áreas adjacentes do Rio Grande do Norte e da Paraíba. In: Brasil. Atlas digital de geologia e recursos minerais do Ceará. Mapa na escala 1:500.000. Fortaleza: Serviço Geológico do Brasil, 2003.

PEULVAST, J. P.; CLAUDINO SALES, V. Evolução morfoestrutural do relevo da margem continental do Estado do Ceará, Nordeste do Brasil. Caminhos da Geografia, v. 7, n. 20, p. 1-21, 2007.

RODRIGUES, S. W. O.; ARCANJO, C. J. Estruturas e histórias deformacionais contrastantes dos granitos sintectônicos de Campina Grande e Serra Redonda, Província Borborema, NE do Brasil. Geologia USP, Revista do Instituto de Geociências da USP, v. 11, n. 1, 3-17, 2011.

SCHOBBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; DERZE, G. R.; ASMUS, H. E. Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2.500.000. Brasília: DNPM, 1984. 501p.

THIRY, M.; SCHMITT, J. M.; SIMON-COINÇON, R. Problems, progress and future research concerning palaeoweathering and palaeosurfaces. p. 1-17. In: THIRY, M.; SIMON-COINÇON, R. (Eds.). Palaeoweathering, palaeosurfaces and related continental deposits. International Association of Sedimentologistis. Special Publication, n. 7. Nova Jersey: Blackwell Science, 2009.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER J. R. The water balance climatology, v. 8, n. 1. Centerton: Drexel Institute of Technology-Publications in Climatology, 1955. 104 p.

VAUCHEZ, A.; NEVES, S.; CABY, R.; CORSINI, M.; EDYDIO-SILVA, M.; ARTHAUD, M.; AMARO, V. The Borborema shear zone system, NE Brazil. Journal of South American Earth Sciences, v. 8, n. 3/4, p. 247-266, 1995.

Erosão e dissecação do relevo na Bacia Hidrográfica do Rio Ipanema, PE-AL: um estudo morfométrico

Erosion and relief dissection in the Ipanema River Basin, PE-AL: a morphometric study

Ronald Farias Marques
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
0009-0007-8246-8553
ronaldmarques835@gmail.com

Jonas Herisson Santos de Melo
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
0000-0003-3508-6433
jonas.melo@ufpe.br

Sthefany Vitória de Carvalho Venâncio
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
0009-0003-4882-3671
vitoriasthefany57@gmail.com

Osvaldo Girão da Silva
Universidade Federal de Pernambuco – UFPE
0000-0002-5797-4450
osvaldo.girao@ufpe.br

Kleython de Araújo Monteiro
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
0000-0003-4829-3722
kleython.monteiro@igdema.ufal.br

Resumo: As análises geomorfológicas focam nas dinâmicas da paisagem, destacando as bacias hidrográficas para entender a evolução do relevo. Este estudo concentrou-se na Bacia Hidrográfica do Rio Ipanema (BHRI), aplicando índices morfométricos, como Relação de Bifurcação (Rb), curva hipsométrica (Hi) e Índice de Concentração de Relevo (ICR). A bacia revelou um relevo maduro integrado à rede de drenagem. Usando o Índice de Declividade Normalizada (Ksn), observamos variáveis níveis de dissecação do relevo e capacidade erosiva na BHRI. Limpamentos de relevo, seguindo tendências regionais, também foram identificados. Isso proporciona identificação sobre o estágio atual do relevo e ajuda a compreender suas dinâmicas.

Palavras-chave: Análises morfométricas; desenvolvimento da rede de drenagem, dinâmica erosiva.

Abstract: Geomorphic analyses focus on landscape dynamics, highlighting hydrographic basins to understand the evolution of terrain. This study centers on the Ipanema River Hydrographic Basin (IRHB), applying morphometric indices such as Bifurcation Ratio (Rb), hypsometric curve (Hi), and Relief Concentration Index (RCI). The basin has revealed a terrain integrated with the drainage network. Using the Normalized Slope Index (Ksn), we have observed varying levels of terrain dissection and erosional capacity within the IRHB. Relief clearings, following regional trends, have also been identified. This provides insights into the current stage of the terrain and aids in understanding dynamics.

Keywords: Morphometric analysis; drainage network development; erosional dynamics.

Introdução

A análise da paisagem, é um dos principais objetivos da geomorfologia, tendo em vista que esta ciência visa a compreensão dos elementos que a constitui de maneira sistêmica, desta maneira as relações entre as redes de drenagem e as estruturas presentes dentro de uma bacia hidrográfica, são elementos de suma importância para a compreensão da

paisagem e de seus processos evolutivos, tendo em vista que a interação entre estes processos estão integrados, de maneira passam a gerar variedades morfológicas.

Entender as variedades morfológicas a partir de suas diversas interações tem sido o elemento central das discussões geomorfológicas desde suas primeiras aplicações. Muito tem se tratado em relação à influência dos aspectos climáticos na gênese dos modelados e conjuntos de formas, mas as relações litológicas e estruturais na morfogênese, em diversas escalas, dependem da construção de modelos baseados em dados geológicos muitas vezes escassos para escalas maiores. Esta dificuldade, comum em diversos setores do nordeste do Brasil, tem sido minimizada com a produção de mapas geológicos em escalas maiores, relacionados com modelos digitais de terreno cada vez mais precisos.

Cabe destacar também, a ideia de realização de análises morfológicas a partir da rede drenagem tem sua intensificação ainda na geomorfologia clássica, tendo a teoria do ciclo erosivo de Davis (1889) como uma das maiores referencias acerca do tema. A partir de meados da primeira metade do século XX, os estudos geomorfológicos passaram a analisar não apenas os sistemas fluviais, mas também os processos de encosta e a análise de estruturas e as diferenças de resistência do substrato rochoso, gerando um novo contexto inserido no estudo de bacias hidrográficas.

Neste sentido, o presente trabalho buscou aplicar índices morfométricos, visando a caracterização e classificação da rede de drenagem e do relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Ipanema (BHRI), localizada entre os estados de Pernambuco e Alagoas. Os índices morfométricos são aplicados em redes de drenagem (hierarquização da rede de drenagem, relação de bifurcação e índice de declividade normalizada), em bacias hidrográficas, interflúvios (integral e curva hipsométrica, e índice de concentração de rugosidade) e analise estrutural (extração de lineamentos de relevo).

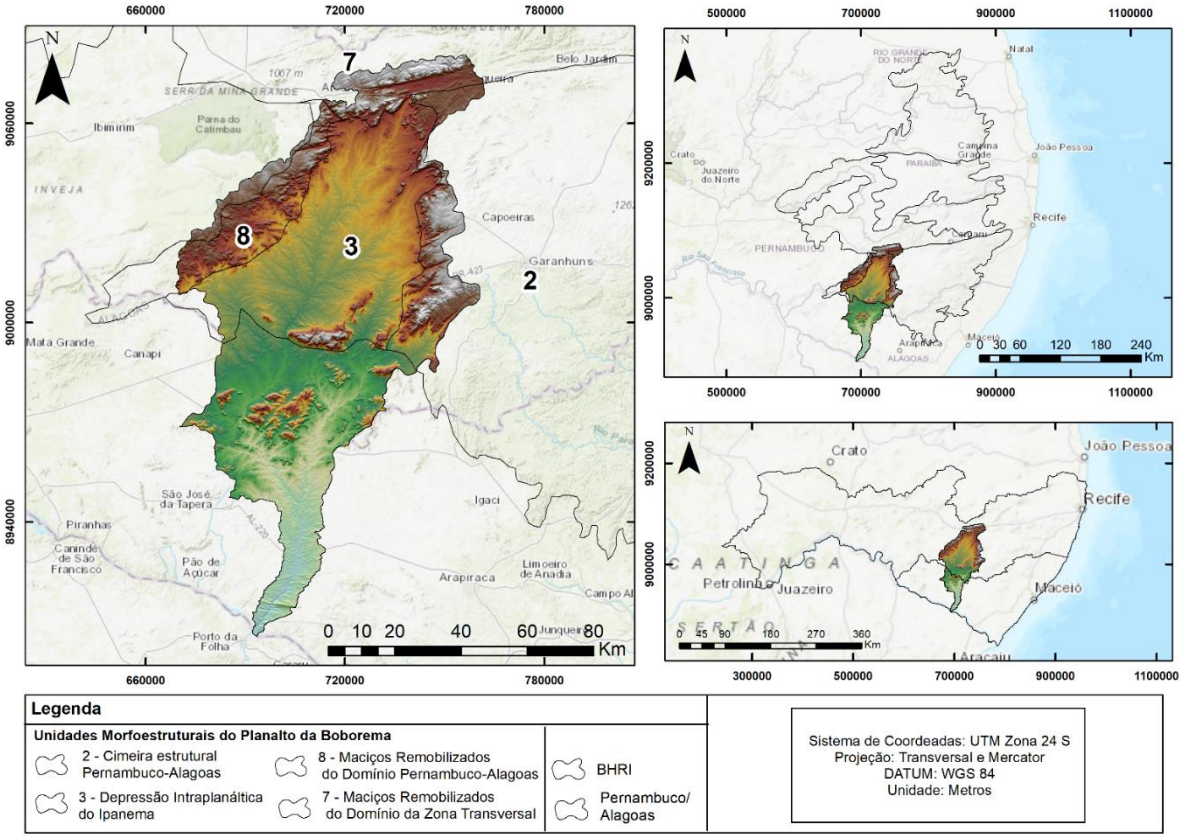
MATERIAIS E MÉTODOS

Contexto Geomorfológico

A BHRI tem suas cabeceiras no Planalto da Borborema, em Pernambuco, drenando diversas porções do Planalto Cristalino da Borborema, do Planalto Sedimentar do Jatobá e as depressões circundantes, tendo como nível de base o Rio São Francisco em Alagoas (Figura 1).

A BHRI drena quatro dos oito compartimentos geomorfológicos estabelecidos por Corrêa et al. (2010), sendo estes: a Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, a Depressão Intraplanática do Ipanema, Maciços remobilizados do Domínio da Zona Transversal e os Maciços Remobilizados do Domínio Pernambuco-Alagoas (Figura 1).

Figura 1 - BHRI e compartimentos geomorfológicos da Borborema.



Fonte: Organizado pelos autores (2023).

Entre as características apontadas por Corrêa et al. (2010), acerca dos compartimentos geomorfológicos do Planalto da Borborema, sobretudo aos que compreendem a BHRI, de forma geral tem-se, a cimeira estrutural Pernambuco-Alagoas, que possui feição topográfica mais homogênea em relação aos setores circunvizinhos, onde predominam cristas e relevos residuais. Em seu eixo central predomina uma topografia marcada pelas cimeiras planas com espesso manto de argissolos e neossolos, possuindo elevação que varia de 600 a 700 metros.

A depressão interplanáltica do Ipanema, corresponde ao pediplano escalonado ao sul do Lineamento Pernambuco, tem como uma de suas características de maior destaque uma ruptura de gradiente em seu limite sul, onde possui desnível de cerca de 100m em relação ao pediplano inferior, onde como aponta Corrêa et al. (2010), tal área pode ter sido afetada por eventos que alçaram as demais unidades que compõem o Planalto da Borborema. Tal compartimento também é caracterizado pela dissecção epigênica do alto curso do Rio Ipanema.

Os maciços remobilizados do domínio da zona transversal, corresponde à área morfologicamente mais afetada pelos arqueamentos que atuaram sobre o planalto, exibindo as cimeiras mais elevadas e os relevos mais vigorosos. Situada numa faixa aproximadamente

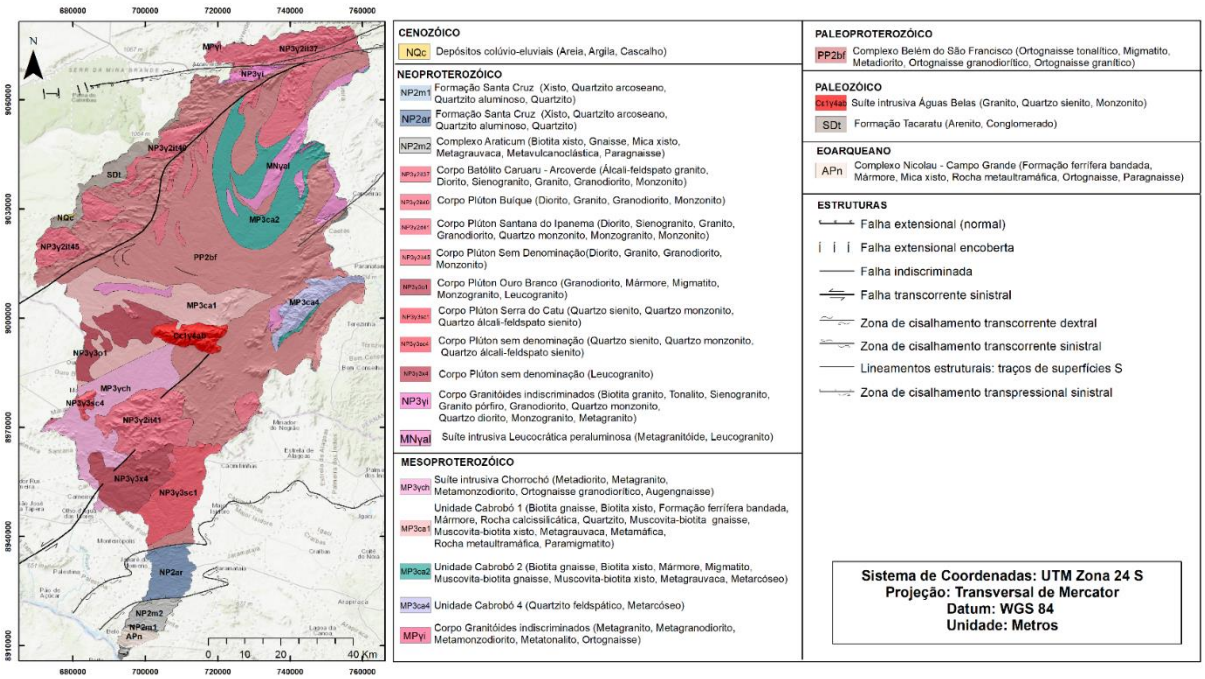
E-W entre os estados de Pernambuco e Paraíba, nesta zona o termo genérico “planalto” é pouco esclarecedor do aspecto real da paisagem. Tem-se aí uma sucessão de maciços isolados, cristas e depressões intraplanálticas estreitas.

Maciços Remobilizados do Domínio Pernambuco-Alagoas é estreita faixa de relevo escarpado que se encontra a leste do Planalto Sedimentar Recôncavo Tucano Jatobá, em continuidade com a superfície cimeira deste compartimento, desenvolve-se em rochas metamórficas com intensa presença de plútons brasilianos dispostos num alinhamento NNE-SSW. A linha de plútons que define o compartimento, assim como sua encaixante metassedimentar, é limitada a leste por uma falha, no contato com a Depressão Intraplanáltica do Ipanema.

Contexto Geológico

A Geologia da BHRI ocupa as Folhas Aracajú (SC-24) e Jaguaribe (SB-24), contando com mapeamento de escala de 1: 1.000.000 (CPRM, 2009). A BHRI possui litologias que datam do arqueano ao cenozóico, possuindo predominância de rochas cristalinas. Também possui rochas neoproterozóicas ígneas e metamórficas que são mais abundantes no geral, e em particular, metagranitóides, granitos, sienitos, dioritos, ortognaisses, quartzitos, paragmatitos e paragnaisses (CPRM, 2009). As rochas de idade mesoproterozóica predominantes são do Complexo Cabrobó: biotitas, granitóides indiscriminados e micaxistos.

Figura 2 – Mapa geológico da BHRI.



Fonte: CPRM, 2004. Organizado pelos autores (2023).

Base de dados

Para o desenvolvimento do trabalho forma utilizados dados do Copernicus DEM, baseado nos dados de satélite de radar adquiridos durante a Missão TanDEM-X. Obtida através da base *OpenTopography*, fornecendo acesso ao DSM global de 30m (GLO-30).

A partir dos dados GLO-30 forma elaborados Modelos Digitais de Elevação (MDE) em softwares de ambiente GIS, produzindo um modelo em 3 dimensões dos aspectos do relevo, que permitiu a extração automatizada da rede de drenagem; também foram produzidos modelos *hillshade*, que permitiram a extração de lineamentos de relevo, para análise estrutural*,* elementos estes que são pontos centrais da análise proposta.

Hierarquização da rede de drenagem

A hierarquia de canais fluviais, proposta inicialmente por Horton (1945) e modificada por Strahler (1952), parte da premissa de classificar canais sem tributários como os de primeira ordem, desde de a sua nascente até a próxima confluência; os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem; o encontro de dois canais de segunda ordem dão origem a um canal de terceira ordem, e assim sucessivamente.

2.5 Relação de bifurcação (Rb)

A relação de bifurcação é definida como a relação entre o número de ramificações de uma determinada ordem e o número de ramificações de uma ordem superior seguinte. Esta relação pode ser expressa por

$$\mathrm{R(b)} = \mathrm{N}_U/\mathrm{N}_{U+1} \qquad (1)$$

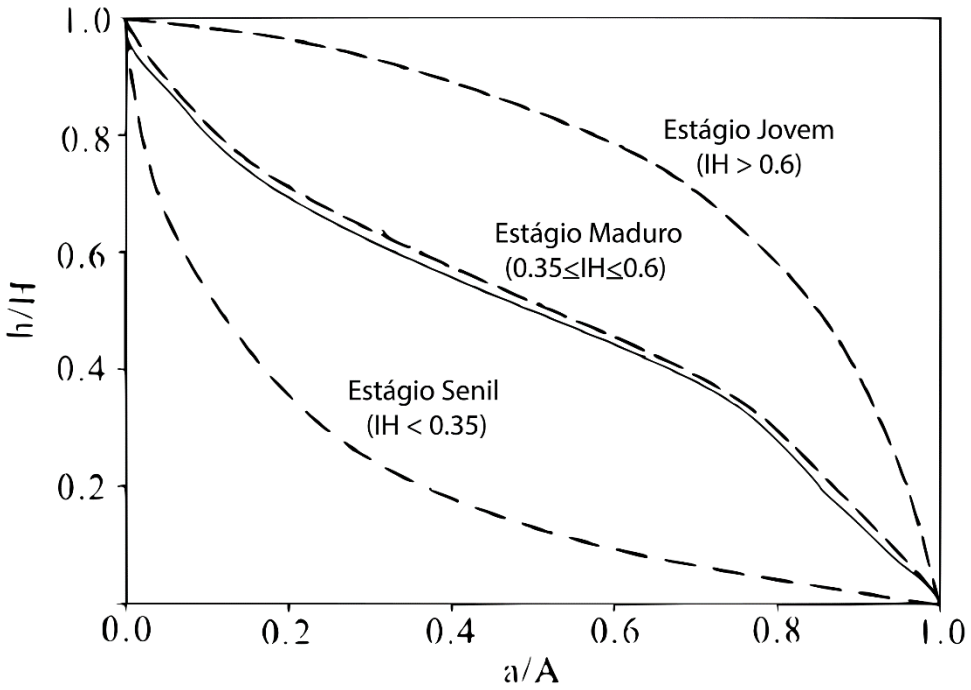
De acordo com Horton (1945, p. 290), a relação de bifurcação varia de um mínimo de 2 em "bacias de drenagem de relevo plano ou ondulado", até valores acima de 3 que caracterizariam "bacias de drenagem montanhosas ou muito dissecadas". É um parâmetro usado em equações dando o número de córregos em uma bacia. Entretanto, Verstappen (1983) indica que a relação de bifurcação varia entre 3,0 e 5,0 para bacias hidrográficas quando a influência das estruturas geológicas na rede de drenagem é baixa.

Curva e integral hipsométrica (IH)

A análise das IH se baseia na perspectiva dos ciclos de erosão de Davis (1899), que estabelece uma hierarquização e cronologia para o grau de dissecação do relevo. Segundo Strahler (1952) a metodologia, que relaciona a área da bacia e a altitude, permite identificar a

existência de ciclos de erosão, paleosuperficies e também o grau de dissecação das bacias hidrográficas.

Figura 3 – curvas hipsométricas normalizadas e sua associação com os estágios do ciclo de erosão proposta por Davis.



Fonte: Traduzido de Singh et al. 2008.

Ainda de acordo com Strahler (1952), valores elevados da Hi, acima de 0,6, apontam um estágio próximo à juventude. Por outro lado, valores entre 0,6 e 0,35 são característicos de relevos em estágio de dissecação madura. Superfícies com estágio erosivo avançado apresentam valores de Hi abaixo de 0,35. Para Grohmann e Ricomini (2012), às curvas suaves em formato de "S" passando pelo centro do diagrama caracterizam paisagens maduras (em equilíbrio) e curvas com concavidade para cima e baixos valores da integral representam paisagens antigas e dissecadas, já as curvas com concavidade para baixo e altos valores da integral são típicas de paisagens jovens, pouco dissecadas. Estudos mais recentes têm indicado outras possibilidades explicativas para o Nordeste do Brasil, podendo estar mais relacionado a aspectos megageomorfológicos e estruturais da região (MONTEIRO e CORRÊA, 2020).

Índice de declividade normalizada (Ksn)

A declividade de um canal de drenagem normalizada pela área de drenagem à montante de um θ de referência que é mostrada pela métrica k_{sn} e foi somada às métricas de Gilbert como indicadora de contrastes erosivos em lados opostos de divisores de drenagem como apontam Whipple e Tucker (1999) e Snyder et al. (2000).

Tal parâmetro é uma métrica da declividade do canal corrigida pelas diferenças nas áreas de drenagem, e sua representação pode ser calculada através da seguinte equação:

onde *S* é o gradiente local do canal, definido como positivo e com sentido à jusante,

$$k_{sn} = SA^{\theta ref} \quad (2)$$

A como a área de drenagem que se encontra à montante do ponto de medida, e Θ_{ref} como um índice de concavidade do canal (adimensional). Estudos teóricos e empíricos demonstram que há relação intrínseca entre o k_{sn} e a taxa de erosão do canal *E* de determinada região (KIRBY e WHIPPLE, 2012). Essa relação pode ser expressa pela equação:

$$E = ak_{sn}{}^{f} \quad (3)$$

Onde o valor de α é dependente dos fatores de erodibilidade das rochas e do clima da região, e *f* depende da interação do limiar da erosão e a variabilidade do escoamento da drenagem.

Índice de concentração de relevo (ICR)

O ICR é utilizado para diferenciar padrões locais e globais de rugosidade de relevo (ICR Local - ICRi e Global - ICRg). Para obtenção do dado de rugosidade nos padrões supracitados, foi utilizada a densidade de kernel, na qual utiliza uma área de influência que pode variar seu raio de acordo com o padrão escolhido.

Para o ICR Global considerou-se inicialmente a proposta de Sampaio (2008) que é de 1128m. Os limites das classes propostas para o ICR Global divergem dos valores usualmente empregados pela geomorfologia para delimitar as classes de declividade, pois são resultantes da análise direta em campo nas áreas já pesquisadas e nas unidades amostradas para fins deste estudo. Neste sentido, consideram-se os seguintes intervalos para as seis unidades de relevo:

- plano – valores de ICR abaixo de 2,5,
- suavemente ondulado – valores ICR de 2,5 a 6,
- ondulado – valores ICR de 6 a 14,
- fortemente ondulado – valores ICR de 14 a 30,
- escarpado – valores ICR de 30 a 45 e,
- fortemente escarpado – valores ICR acima de 45.

O ICR local permite compartimentar qualquer área em unidades com distintos padrões morfométricos de dissecação e recorrência da declividade e, em diferentes números de classes, independentemente da existência das unidades de relevo observadas na análise

global ou em mapeamentos prévios. Utilizou-se para este padrão o raio de 564m (~1km² de área de círculo) como valor de partida para as análises exploratórias. Os valores encontrados com a aplicação do ICR local são ordenados em quantis, os quais dividem os dados ordenados em subconjuntos de dimensões iguais (SERFLING, 1980).

Considerando a necessidade de diferenciar as nomenclaturas empregadas para denominar as unidades de relevo observadas a partir da aplicação do ICR Global das unidades observadas pelo ICR Local, sugere-se o emprego de termos diferenciados, como, por exemplo, Índice de Concentração da Rugosidade: Muito Baixo, Baixo, Médio, Alto e Muito Alto (SAMPAIO e AUGUSTIN, 2014).

Extração de feições lineares de relevo

Os lineamentos podem ser compreendidos como feições espaciais, tais como cristas, bordas de áreas elevadas, alinhamentos de contatos geológicos, ravinas ou vales, e fraturas ou zonas de falhas visíveis (CORRÊA e FONSÊCA, 2010).

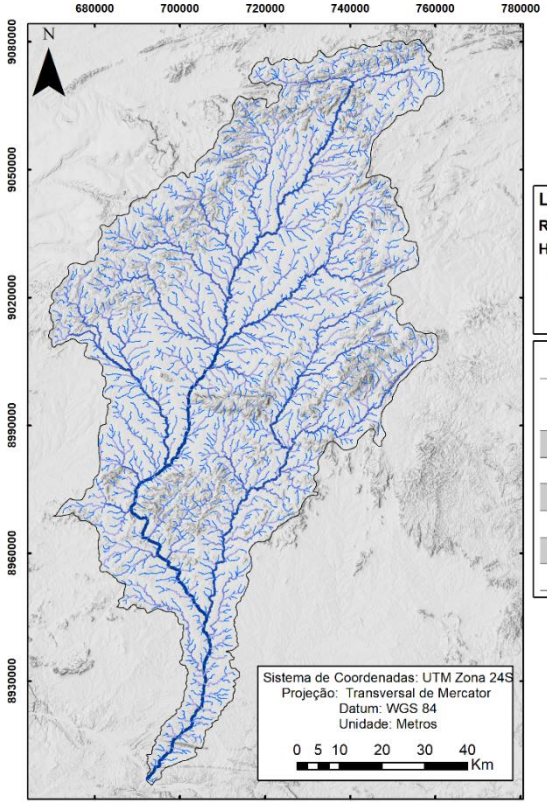
O conceito de lineamentos comumente utilizado, é o proposto por Etchenehere, Saad e Fulfaro (2007), onde são definidos como “feições lineares topográficas ou tonais observáveis nas imagens fotográficas, que podem representar descontinuidades estruturais”. Esses traços foram anotados de forma que pudessem ser evitadas interferências de extensões ou continuidades no terreno, limitando-se, mais fielmente possível, ao aspecto factual observado nas imagens de sensores remotos, conforme é reconhecido por diversos autores (LIU, 1984; RICCOMINI E CRÓSTA, 1988; TAYLOR, 1988; CORRÊA e FONSÊCA, 2010).

Os lineamentos de relevo serão extraídos a partir de metodologia proposta por Chiessi (2004) na qual os lineamentos são mapeados a partir de modelos de relevo sombreado. Estes serão elaborados a partir de MDEs. A metodologia permite a análise dos lineamentos em diferentes ângulos de iluminação, sendo trabalhados os azimutes de 45º, 90º, 315º e 360º. De maneira a validar a extração dos lineamentos e como subproduto do sombreamento do MDE, serão confeccionadas em ambiente digital mapas de direções de encosta para cada bacia, os quais serão confrontados com a direção preferencial dos lineamentos. A direção será determinada a partir da confecção de diagramas de rosetas, os quais agrupam os lineamentos de acordo com suas direções, desta forma, serão destacados os direcionamentos preferenciais (*trends*) do relevo, os diagramas serão confeccionados separadamente para cada azimute.

RESULTADOS

A partir da obtenção dos dados da hierarquia fluvial (Figura 3) foi observado que a BHRI possui até a 6ª ordem de drenagem, indicando desenvolvimento da rede de drenagem na área. Posteriormente, os canais de cada ordem foram quantificados para aplicação da Rb.

Figura 4 – Hierarquização de canais fluviais e relação de bifurcação da BHRI.



Legenda

Rede de drenagem

Hirarquia de canais fluviais (Strahler)

Canais de 1ª Ordem — Canais de 2ª Ordem — Canais de 3ª Ordem — Canais de 4ª Ordem — Canais de 5ª Ordem — Canal de 6ª Ordem

Relação de bifurcação de canais fluvias

Bacia	Hierarquia de Canais	Nº de Canais	RB	RB Médio
BHRI	1ª Ordem	1949	4,54	4,57
	2ª Ordem	429	4,12	
	3ª Ordem	104	4,95	
	4ª Ordem	21	4,25	
	5ª Ordem	4	4	
	6ª Ordem	1	-	

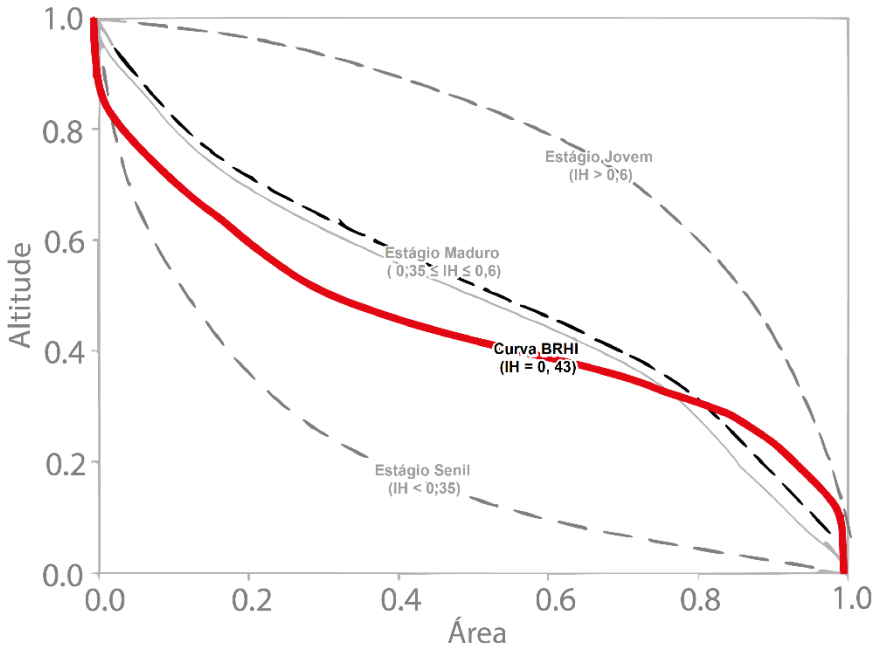
Fonte: Organizado pelos autores (2023).

No qual, a BHRI está em um contexto de relevo montanhoso, com valor de Rb médio de 4,57 (Figura 2) ou muito dissecado. Contudo, o índice Rb possui o intervalo entre 3,0 e 5,0 representaria pouca influência das estruturas geológicas sobre a rede de drenagem. Em se tratando de valores individuais para cada ordem, os canais de 3ª ordem apresentaram um índice de 4,95, maior valor encontrado para a bacia.

As interpretações da Rb relacionam-se à grande homogeneidade das feições topográficas da Cimeira Estrutural Pernambuco - Alagoas, podendo-se traçar relação com o relevo montanhoso ou dissecado.

O valor da Hi foi de 0,43; indicando um relevo maduro com uma curva em forma de “S”. Levando em consideração o contexto do arcabouço geológico, as relações com a curva hipsométrica e o valor da integral possuem uma relação direta tendo em vista o tipo de classe de rochas pertencentes ao perímetro da bacia.

Figura 5 – Curva Hipsométrica da BHRI.

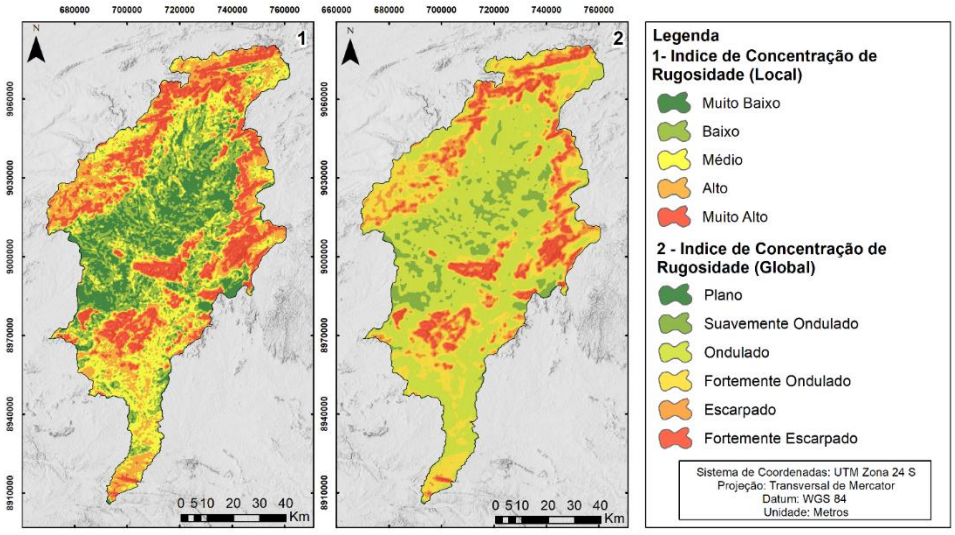


Fonte: Organizado pelos autores (2023).

Os dados de ICR local permitiram identificar áreas de rugosidade do relevo muito baixa e média nos setores de menor altitude e muito alta nos setores mais elevados, marcando a passagem de borda elevada do Planalto da Borborema para a depressão do Ipanema.

Para o ICR Global, os setores de maior altitude correspondem às classes de relevo escarpado e fortemente escarpado, enquanto a maioria dos setores de menor altitude corresponde à classe dos relevos ondulados, corroborando com os resultados da relação de bifurcação e das relações hipsométricas.

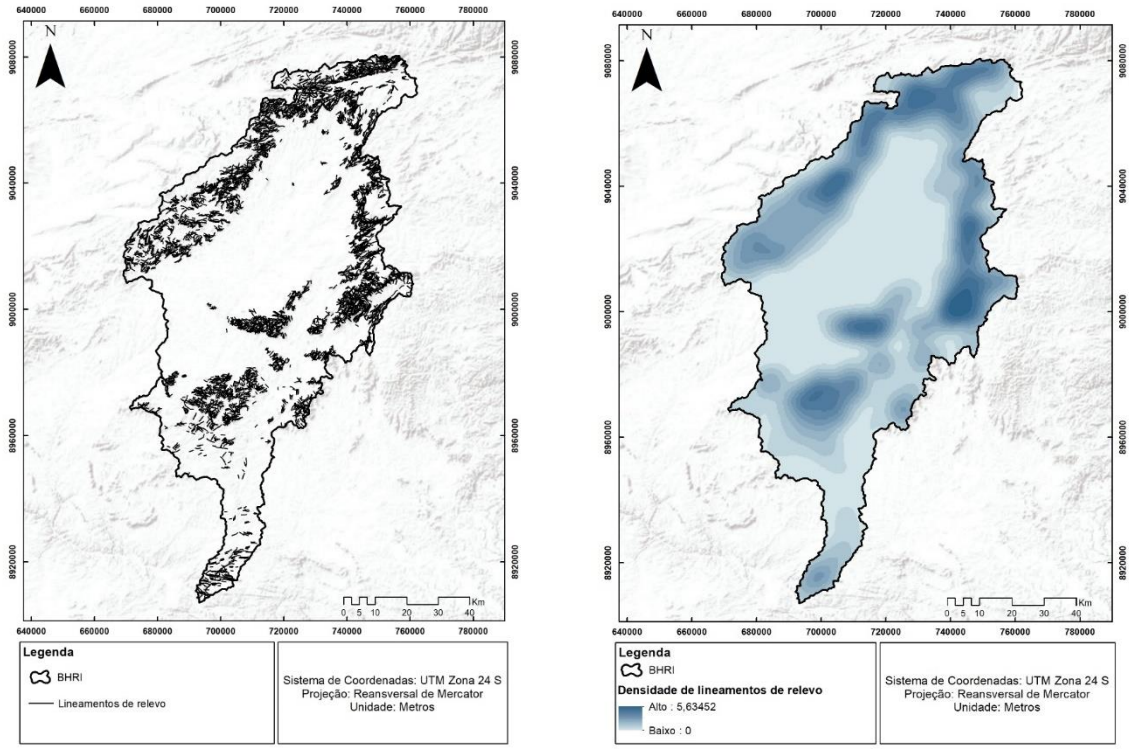
Figura 6 - Índice de Concentração de Relevo (ICR) da BHRI.



Fonte: Organizado pelos autores (2023).

Ao analisar a densidade de lineamentos de relevo, é possível observar que em sua grande maioria estão localizados em setores onde se concentram canais de primeira e segunda ordem, ou seja, áreas de cabaceira de drenagem.

Figura 7 – lineamentos de relevo (a). Densidade de lineamentos (b).

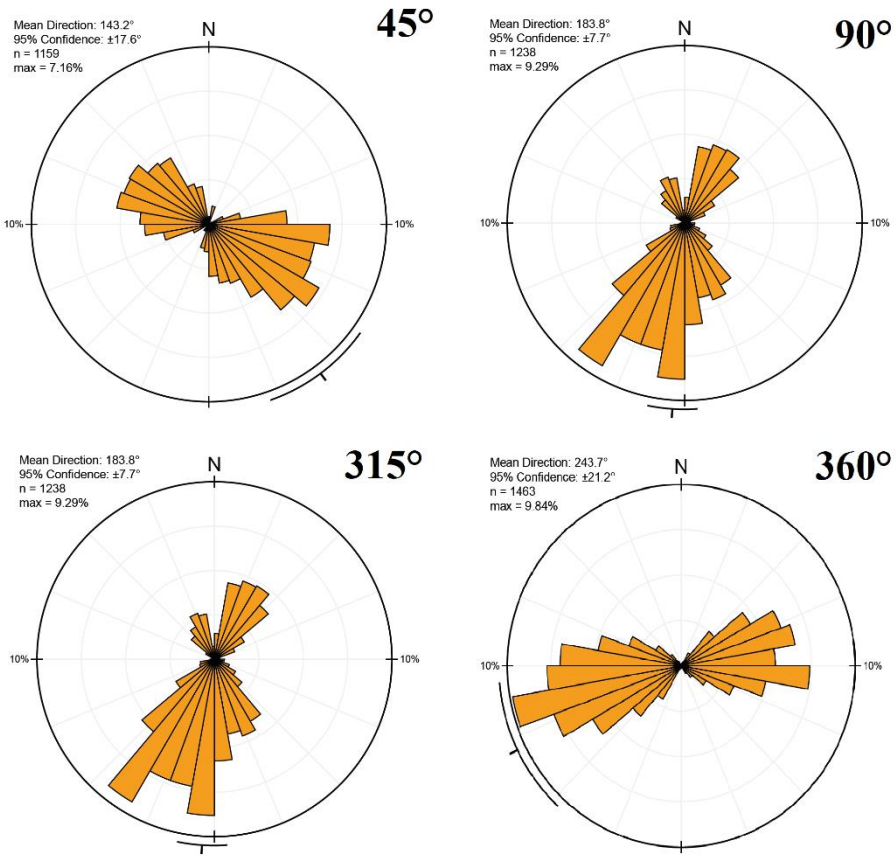


Fonte: Organizado pelos autores (2023).

A extração de lineamentos de relevo se deu, através do uso dos modelos hillshade, produzidos a partir do MDE GLO-30, para dos azimutes 45°, 90°, 315° e 360°. Que se constatou em diferentes processos, entretanto, cada azimute tem uma atuação nas estruturas, em direções preferenciais.

Se tratando das direções preferenciais observadas nas rosetas, os lineamentos relativos ao azimute 45° possuem sentido NW-SE, indicando processos de rejuvenescimento nos setores de cabeceira, no que diz respeito aos azimutes de 90°, 315° e 306° observa-se que sua direção preferencial NE-SW/SW-NE, respeitam o *trend* das estruturas presentes na região, como por exemplo, as falhas e zonas de cisalhamento que podem ser observadas na Figura 2. Destaca-se aqui que os lineamentos pertencentes ao azimute 360° não possuem sua direção SW-NE/NE-SW, tão acentuada como os que consistem nos azimutes 90° e 360°.

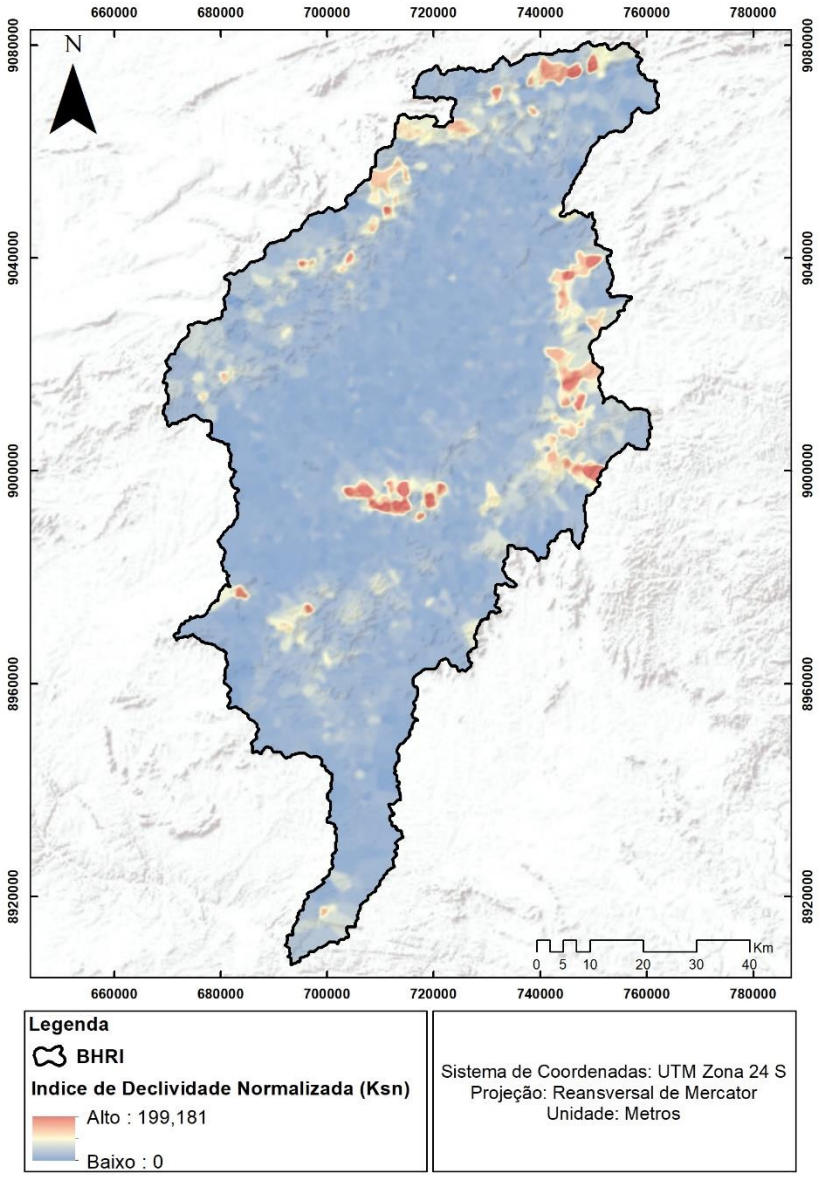
Figura 8 – Diagramas de roseta.



Fonte: Organizado pelos autores (2023).

O ksn foi calculado através do *Topotoolbox,* capote de ferramentas para realização de análises topográficas, para o software *MATLAB*, desenvolvido por Schwanghart e Scherler (2014), o *ksn* é calculado para trechos dos canais fluviais e, então, interpolado para visualização em mapa. Esta interpolação pode ajudar a verificar *hotspots* de maior declividade, o que pode indicar, de acordo com a equação 2, maior erosão na região. São encontrados altos valores de *ksn*, principalmente nas cabeceiras fluviais da bacia a sul, e, nos mesmos locais, altos valores de desnível altimétrico, no contexto da BHRI, pode-se observar que os valores mais elevados de *ksn,* encontram-se em áreas de maior elevação, como zonas de cabeceiras de drenagem, contudo é possível observar valores elevados em outras regiões da bacia, como por exemplo na estrutura presente em seu médio curso, ressalta-se ainda que em sua grande maioria os valores de ksn são baixos, pois estão relacionados com áreas de depressão, onde os relevo já passou por processos de erosão elevados, possivelmente proporcionada devido a diferenças nas resistências do extrato rochoso.

Figura 9 – Ksn interpolado para a BHRI.



Fonte: Organizado pelos autores (2023).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da aplicação de índices morfométricos foi possível caracterizar a BHRI de maneira quantitativa, possibilitando possíveis comparações futuras com outras bacias hidrográficas em setores semelhantes.

Nota-se pela Hierarquização e pelo ICR que a bacia possui um estágio bem desenvolvido da drenagem, com fases maduras de dissecação e elaboração da paisagem por processos fluviais, obliterando os possíveis controles litológicos. Esta constatação é corroborada pelo índice de Rb, indicando elevados valores numéricos, que expressam a capacidade que a rede de drenagem tem para gerar novos canais.

Os lineamentos de relevo, indicam uma direção preferencial que segue o *trend* de estruturas regionais como falhas e zonas de cisalhamento, destacando os lineamentos pertencentes ao azimute 45° que possuem uma direção preferencial que indica um possível rejuvenescimento das cabeceiras de drenagem.

Os valores de Ksn, indicam um maior potencial erosivo nos setores de cabaceiras, bem como em estruturas presentes no médio curso da bacia hidrográfica, as áreas com valores baixos, podem ser reclinadas com a Integral Hipsométrica e sua curva, que também permitem creditar à área da BHRI um estágio bem desenvolvido, correspondente à fase Madura estabelecida por Davis, característica de áreas plataformais que não experimentam grandes eventos tectônicos por milhões de anos.

Sugere-se, portanto, a aplicação destes índices em bacias que possuam contexto semelhante, a fim de produzir uma análise regional numérica, permitindo observar a existência de padrões específicos para os setores em apreço.

REFERÊNCIAS

BRUNSDEN, D., J. B. THORNES. “Landscape Sensitivity and Change.” Transactions of the Institute of British Geographers, vol. 4, no. 4, 1979.

CHIESSI, C. M. Tectônica Cenozóica do Maciço Alcalino do Passa Quatro (SP-MG-RJ). 2004. 117 f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 1980.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e Morfoestrutura Do Planalto Da Borborema. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 31 (1/2), p.35-52, 2010.

CORRÊA, A. C. B.; MONTEIRO, K. A. REVISITANDO AS SUPERFÍCIES DE APLAINAMENTO: NOVOS ENFOQUES E IMPLICAÇÕES PARA A GEOMORFOLOGIA GEOGRÁFICA. Humboldt - Revista de Geografia Física e Meio Ambiente, v. 1, p. 1-26, 2021.

CORRÊA, A. C. B.; FONSÊCA, D. N. Lineamentos de drenagem e de relevo como subsídio para a caracterização morfoestrutural e reativações neotectônicas da área da Bacia do Rio Preto, Serra do Espinhaço Meridional – MG. Revista de Geografia, Recife, v. especial VIII SINAGEO, n. 1, 2010.

COX, R.T. Analysis of drainage basin symmetry as a rapid technique to identify areas of possible Quaternary tilt-block tectonics: an example from the Mississippi Embayment. Geol. Soc. Am. Bull, v. 106, p. 571-581, 1994.

CRICKMAY, C.H. (1959) A preliminary inquiry into the formulation and applicability of the geological principle of uniformity. Calgary, Evelyn de Mille Books, 53p.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Brasília: CPRM, 2009.

DAVIS, W.M. 1889. The geographycal cycle. Geographycal Journal, v.14, p.481-504.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J. Análise de bacia aplicada à prospecção de água subterrânea no planalto acidental paulista, SP. Geociências, São Paulo, v. 26, n. 3, p. 229-247, 2007.

GROHMANN, C. H.; RICCOMINI, C. Análise digital de terreno e evolução de longo-termo de relevo do centro-leste brasileiro. Revista do Instituto de Geociências – USP. Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v. 12, n. 2, p. 12-150, 2012.

HACK, J. Interpretation of erosionsal topography in humid temperate regions. Amer. Journal of Science, v. 1, n. 4, p. 80-97, 1960.

HARE P.W; GARDNER I.W. Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins. Nicoya Peninsula, Costa Rica. In: Morisawa M & Hack J.T (eds.) Tectonic Geomorphology. Procedings 15th. Annual Binghamton Geomorphology Simp. 1984.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological Society of America Bulletin, v. 56, p. 275-370, 1945.

HOWARD, A.D. 1965. Geomorphologycal systems-equilibrium and dynamics. American Journal Science, v.263, p.302-312.

KIRBY E., WHIPPLE K.X. Expression of active tectonics in erosional landscapes. *Journal of Structural Geology,* **44**:54–75, 2012.

LASZLO, M. J., ROCHA, P.C. 2014. “COMPOSIÇÃO HIERARQUICA DOS CANAIS FLUVIAIS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE”. REVISTA GEONORTE 5 (20), 228 -32.

LEOPOLD, L. B., and Langbein, W. B., 1962, The concept of entropy in landscape evolution: U.S. Geol. Survey Prof. Paper 500-A, 20 p.

LIU, C. C. Análise estrutural de lineamentos em imagens de Sensoriamento Remoto: aplicação do Estado do Rio de Janeiro. 1984. 175f. Tese (Doutorado em Geologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

MONTEIRO, K. A.; CORRÊA, A. C. B. Análise dos perfis longitudinais dos rios Sirinhaem, Una e Mundaú (PE/AL) a partir da aplicação do índice de Hack. Revista contexto geográfico Maceió-AL v. 1. N.1, p. 85 – 93, 2016.

NASCIMENTO, J. P. H., APLICAÇÃO DE ÍNDICES MORFOMÉTRICOS PARA IDENTIFICAÇÃO DE CONTROLES ESTRUTURAIS ATUANTES EM BACIAS HIDROGRÁFICAS DO BAIXO SÃO FRANCISCO. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia e Meio Ambiente. Universidade Federal de Alagoas.

PENCK (1953) Morphological analysis of land forms: a contribution to physical geology; trad. de Hella Czech. e Catherine C. Boswell. London, Macmillan. 429p.

RICCOMINI, C. & CRÓSTA, A. P. Análise preliminar de lineamentos em imagens em sensores remotos aplicada á prospecção mineral na área dos granitóides Mandira, SP. Boletim IG – USP, Série Científica, v.19, p.23-37, 1988.

SAMPAIO, T. V. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Índice de concentração da rugosidade: uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 15, n° 1 (2014).

SAMPAIO, T. V. M., AUGUSTIN, C. H. R. R. Análise das incongruências dos índices de dissecação e rugosidade. Anais do VII Encontro Nacional de Geomorfologia. Belo Horizonte, 2008.

SERFLING.R.J.. Approximation Theorems of Mathematical Statistics. John Wiley & Sons, 1980.

SILVA, T.M; SANTOS, B.P. SISTEMAS DE DRENAGEM E EVOLUÇÃO DA PAISAGEM. Revista Geográfica Acadêmica v.4, n.1(2010).

STRAHLER, A. N., 1957, Quantitative analysis of watershed geomorphology: Am. Geophys. Union Trans., v. 38, no. 6, p. 913-920.

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. Geological Society of America Bulletin, v. 63, p. 1117-1142, 1952.

SCHWANGHART, W., SCHERLER, D. TopoToolbox 2 – MATLAB-based software for topographic analysis and modeling in Earth surface sciences. Earth Surface Dynamics, 2, 1-7. DOI: 10.5194/esurf-2-1-2014, (2014).

SNYDER N.P., WHIPPLE K.X., TUCKER G.E., MERRITTS D.J. Landscape response to tectonic forcing: Digital elevation model analysis of stream profiles in the Mendocino triple junction region, northern California. Geological Society of America Bulletin, 112:1250 – 1263, 2000.

TAYLOR, G. R. Image analysis techniques for the interpretation of air photo lineaments, petroleum exploration, Eromanga Basin, Australia. Geocarto Int., v.3, p.53-60, 1988.

VARGAS, K.B.; SORDI, M.V. Integral Hipsométrica Aplicada A Bacias Hidrográficas Em Áreas De Borda Planáltica No Centro Norte Paranaense. XI SINAGEO. 2016.

VERSTAPPEN, H. T. Applied Geomorphology geomorphological surveys for environmental development. New York: Elsevier, 1983 (57–83).

WHIPPLE, K. X.; TUCKER, G. E. Dynamics of the stream power river incision model: Implications for height limits of mountain ranges, landscape response timescales, and research needs. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, v. 104, n. B8, p. 17661-17674, 1999.

Análise Morfométrica da Escarpa da Bacia do Rio Mundaú: Estudo Quantitativo da Modelagem e Dinâmica Fluvial

Morphometric Analysis of the Mundaú River Basin Escarpment: Quantitative Study of Fluvial Modeling and Dynamics

Sthefany Vitória de Carvalho Venâncio
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
0009-0003-4882-3671
vitoriasthefany57@gmail.com

Jonas Herisson Santos de Melo
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
0000-0003-3508-6433
jonas.melo@ufpe.br

Ronald Farias Marques
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
0009-0007-8246-8553
ronaldmarques835@gmail.com

Wemerson Flávio da Silva
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
0009-0002-7439-9443
wemerson.fsilva@gmail.com

Kleython de Araújo Monteiro
Universidade Federal de Alagoas - UFAL
0000-0003-4829-3722
kleython.monteiro@igdema.br

Resumo: O estudo morfométrico examina a configuração das formas de relevo, permitindo análises quantitativas. Investigamos a escarpa da Bacia do Rio Mundaú e sua dinâmica fluvial, incluindo influência tectônica e resistências litológicas. A área foi subdividida em setores e subsetores; usando Índices de Sinuosidade de Frente de Escarpa (Smf), Índice de Inclinação de Canal (Ksn) e Extração de Lineamentos do Relevo, identificamos 10 subsetores com influência tectônica. A metodologia revela variações nas resistências litológicas devido a corpos plutônicos na região, evidenciados por processos erosivos no planalto da Borborema. O estudo abrange modelagem, dinâmica fluvial, anomalias e influência tectônica na escarpa, usando técnicas de análise morfométrica.

Palavras-chave: Borborema; Relevo; Modelagem.

Abstract: The morphometric study examines the configuration of landforms, allowing for quantitative analyses. We investigated the escarpment of the Mundaú River Basin and its fluvial dynamics, including tectonic influence and lithological resistances. The area was subdivided into sectors and subsectors; using Scar Front Sinuosity Index (Smf), Channel Slope Index (Ksn), and Relief Lineaments Extraction, we identified 10 subsectors with tectonic influence. The methodology reveals variations in lithological resistances due to plutonic bodies in the region, evidenced by erosive processes on the Borborema Plateau. The study encompasses modeling, fluvial dynamics, anomalies, and tectonic influence on the escarpment, using morphometric analysis techniques.

Keywords: Borborema; Relief, Modeling.

Introdução

Christofolleti (1980) descreve que as formas de relevo são manifestas de maneira espacial, ou seja, se configuram como sendo o conjunto de diferentes elementos morfológicos que caracterizam a modelagem topográfica de determinada região. Assim, se torna fundamental a compreensão dos processos que se formam a partir de suas próprias morfologias, e não meramente revelar modelos que eventualmente constituem condições morfoestruturais específicas de contextos geográficos que já foram definidos. A morfologia do relevo exprime um aspecto dinâmico, se partimos por uma abordagem evolutiva. Uma vez que este está propício a interferências em sua forma, consequente de processos que atuam acerca dessa forma. A ciência a partir dos fatores geomorfológicos, consoante aos processos endógenos e exógenos, exprimem as inúmeras formas de relevo.

A finalidade das análises morfométricas, datadas do século XIX, e busca dimensionar as formas e estruturas do relevo e a sua evolução, a partir de métodos quantitativos e por meio de processos sistemáticos, com um maior enfoque nas paisagens germânicas (CHRISTOFOLLETI, 1969).

Sendo assim, Monteiro (2020); (MATMON et al, 2002) conceitua as escarpas como formas de relevo que desassociam planícies costeiras contemporâneas ou até mesmo relevo dissecado a partir de sedimentos que datam o Neogênico, de um determinado planalto, com baixa elevação voltado ao interior do continente. Já para Guerra & Guerra (2008), o conceito de uma escarpa se constitui como sendo um aclive de determinado terreno, que surge na extremidade dos planaltos, testemunhos e serras. Entretanto, essa definição que fora proposta pelo autor, não especifica uma extensão, tampouco se há nuances entre uma escarpa e uma encosta. Ainda assim, outros autores utilizam dessa mesma definição para diferenciar as encostas que resultam de processos tectônicos e resultantes dos processos desnudacionais. Por não haver uma base de dados concisa sobre a origem dessas escarpas, sua definição equivocada se faz constante. Essa evolução das escarpas passou a ser analisada como elemento principal, no que discerne o desenvolvimento dos grandes conjuntos de relevo. Diante disso, a análise dessas escarpas, mediante os processos ao decorrer desta, é capaz de trazer informações sobre como a composição do relevo em questão vem se estruturando em uma determinada área.

O presente trabalho buscou analisar a escarpa da Bacia Hidrográfica do Rio Mundaú (BHRM) através dos índices de Sinuosidade de Frente de Escarpa (Sinuosity Mountain Front – Smf), Ksn (Índice de Inclinação de Canal) e extração de lineamentos de relevo, tendo como finalidade de delimitar a escarpa da BHRM, trazendo como comparação as delimitações de Monteiro (2015) e Melo e Monteiro (2021), através de novos métodos como os descritos

acima, além de analisar as características da escarpa, com base nas dinâmicas erosivas e as suas relações com as estruturas geológicas presentes.

Materiais e Métodos

Base de Dados

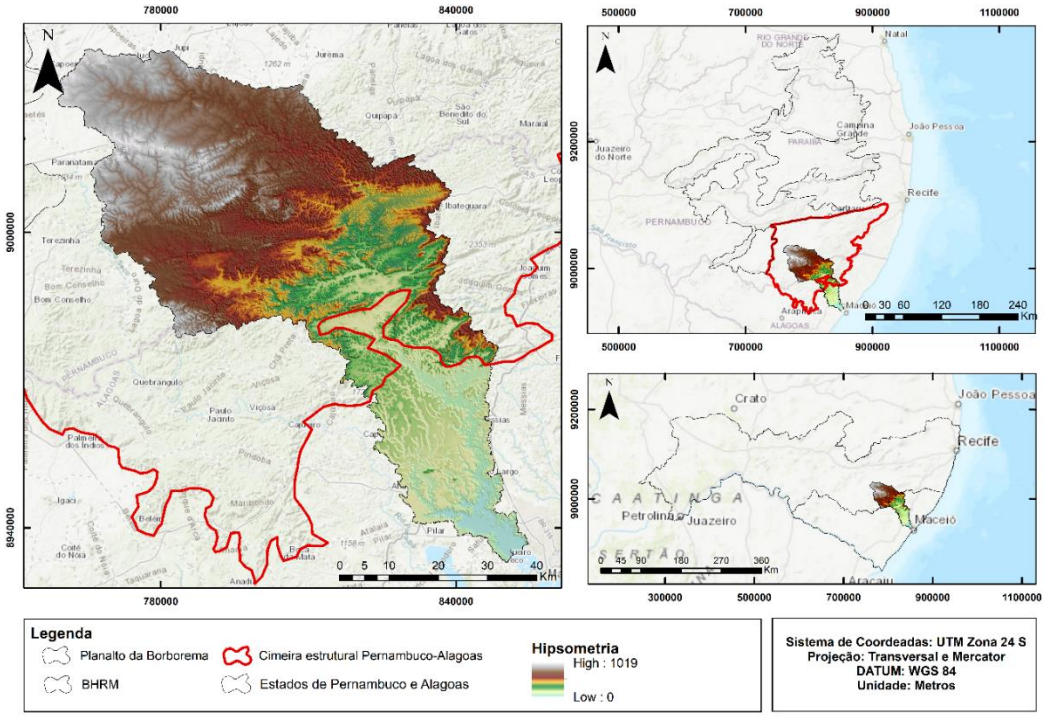
Para o desenvolvimento do trabalho foram utilizados dados do Copernicus DEM, baseado nos dados de satélite de radar adquiridos durante a Missão TanDEM-X. Obtida através da base OpenTopography, fornecendo acesso ao DSM global de 30m (GLO-30).

A partir dos dados GLO-30 forma elaborados Modelos Digitais de Elevação (MDE) em softwares de ambiente GIS, produzindo um modelo em 3 dimensões dos aspectos do relevo, que permitiu a extração automatizada da rede de drenagem; também foram produzidos modelos hillshade, que permitiram a extração de lineamentos de relevo, para análise estrutural, elementos estes que são pontos centrais da análise proposta.

Localização da Área de Estudo

A bacia do Rio Mundaú (Figura 1) está localizada nos Estados de Alagoas e Pernambuco, com 45,10% (2010,37 km²) da área da bacia e com 54,90% da área da bacia (2447,50 km²), respectivamente. A bacia hidrográfica do Rio Mundaú possui uma área total de 4457,87 km² e perímetro de 382,68 km.

Figura 1 - Mapa de Localização da Área de Estudo.



Aspectos Climáticos

Segundo a classificação de Köppen, a bacia do Rio Mundaú se apresenta com quase todo seu conjunto, no clima Aw, (clima tropical, com estação seca no inverno), contudo, uma pequena porção localizada a noroeste da bacia, se apresenta com o clima BSh (Clima de estepes quentes com baixas latitudes e altitudes).

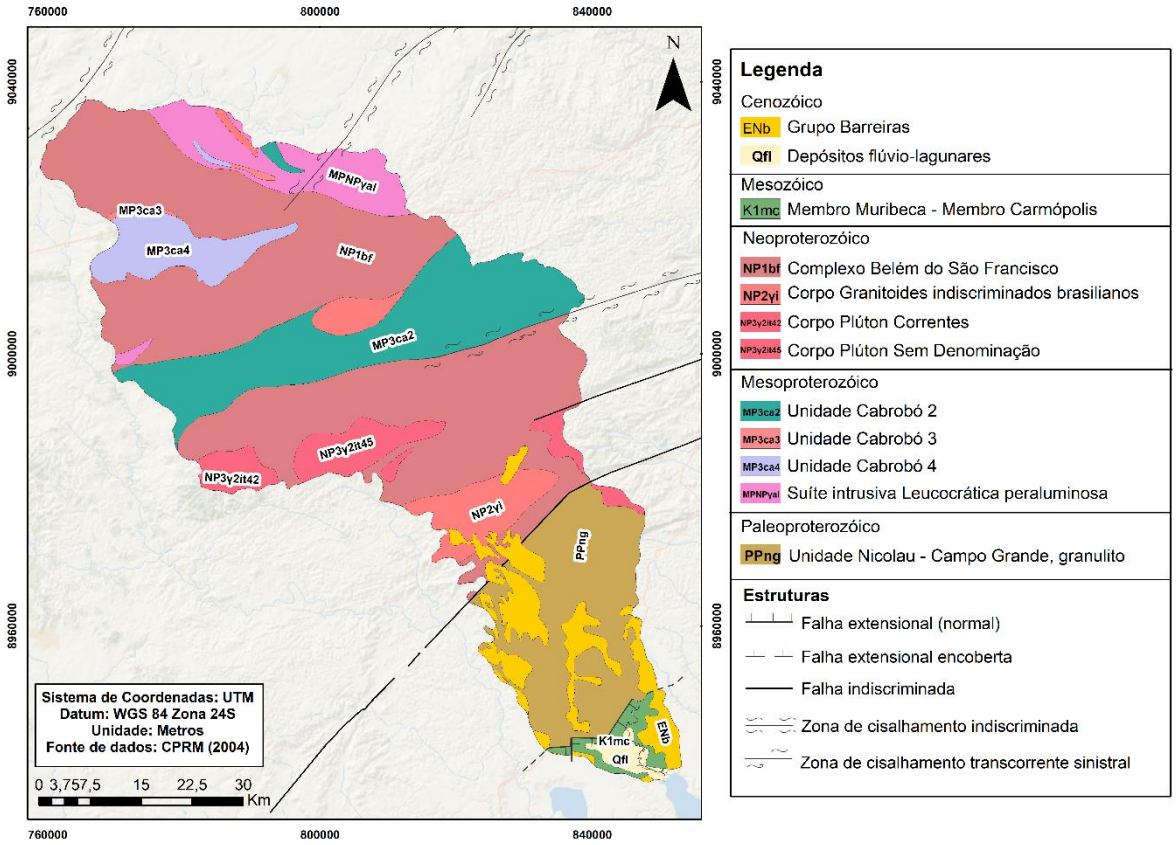
Na bacia do Rio Mundaú atuam a Massa Polar Atlântica (MPA), a Massa Tropical Atlântica (MTA) e a Massa Equatorial do Atlântico Sul (MEAS). A massa equatorial do Atlântico Sul atua na estação do verão, onde se verifica maior amplitude térmica. Também no verão atua a massa tropical atlântica, caracterizada por suas elevadas temperaturas e umidade que vão se amenizando quanto mais se afastam do litoral, chegando no sertão nordestino, já quase sem umidade.

Aspectos Geológicos

Os aspectos geológicos da Bacia do Rio Mundaú são compostos por uma litologia que remete ao período do Cenozóico (Grupo Barreiras) ao Paleoproterozóico (Unidade Nicolau), dispondo de áreas de maior cobertura de rochas metamórficas com datação do Neoproterozóico. Tendo como algumas dessas rochas a Biotita xisto, Biotita gnaisse, Migmatito, Muscovita-biotita Ortognaisse granodiorítico e Ortognaisse granítico dominam grandes partes das áreas do alto e médio curso da Bacia do Rio Mundaú (Corrêa et al. 2010).

Na última década, inúmeros trabalhos acadêmicos expuseram a presença de alguns contextos metavulcanossedimentares, os quais sua presença e origem necessitam de uma melhor compreensão e aprofundamento. Possíveis explicações para esse achado, se dão pela possibilidade de ser restos de faixas móveis brasilianas, frações de desenvolvimentos orogênicos, com conexões ou não, com aquelas encontradas ao norte e ao sul do superterreno, os quais a definição e distinção tectônica, ainda não foram realmente estudados e analisados de forma concisa.

Figura 2 - Mapa Geológico da BHRM.



Fonte: CPRM, 2004. Organizado pelos autores (2023).

Aspectos geomorfológicos

A bacia do Rio Mundaú encontra-se localizada na Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, compartimento estrutural determinado por Corrêa (2010). O autor ressalta que, a Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas dispõe do limite norte na Zona de Cisalhamento Pernambuco, expondo uma feição topográfica mais homogênea se comparado aos setores circunvizinhos, os quais predominam as cristas e relevos residuais. Em seu eixo central a unidade prevalece uma topografia acentuada pelas cimeiras planas com um espesso manto de argissolos e neossolos, cuja elevação varia de 600 a 700 metros. Monteiro e Corrêa (2016) expressam que, essa conjuntura deriva da conciliação entre alguns princípios, não só da sua própria posição interiorana, situada na cimeira do bloco, a montante das áreas escarpada

subordinadas à intensa dissecação vertical, como também do seu egresso do Domínio da Zona Transversal (importante eixo do arqueamento regional), associado à sua homogeneidade litológica do Maciço Pernambuco-Alagoas (Complexo Gnáissico-Migmatítico).

Índice de Inclinação de Canal (Ksn)

O ksn, ou índice de inclinação do canal normalizado, é uma das diversas métricas utilizadas para análise de processos de incisão fluvial, processos estes que são favorecidos por canais fluviais caracterizados por vazão e declividade, como também exposição de rochas de baixa resistência frente a processos denudacionais (PEIFER et al. 2020).

O presente índice é representado pela seguinte equação:

$$k_{sn} = SA^{\theta ref}$$

Onde:

S representa a declividade local dos canais fluviais;

A representa a área de drenagem;

Ksn descreve o gradiente de canal normalizado e

θref se refere a concavidade de referência fixa, com o valor de 0,45 que é frequentemente usado para facilitar a comparação de valores de ksn entre diferentes paisagens (WOBUS et al., 2006; KIRBY e WHIPPLE, 2012).

O Ksn permite a comparação da declividade dos canais em diferentes áreas de drenagem. Além disso, os valores de Ksn exibem uma correlação significativa com as taxas de erosão médias da bacia, determinadas a partir do estudo de caso. Os estudos de Liu et al. (2020), revelaram que as variações relativas na taxa de erosão podem ser inferidas, combinando a inclinação média do canal normal da bacia e o ângulo da encosta da bacia.

Relevo Local

A métrica do relevo local é uma medida importante para analisar as variações de elevação em uma determinada região. Ela permite calcular as diferenças entre as elevações máxima e mínima dentro de um raio específico, fornecendo informações valiosas sobre a topografia local. O raio padrão utilizado para a aplicação desta métrica de 5000 metros como sugerido por Schwanghart e Scherler (2014). Essa escolha de raio é comumente utilizada na metodologia para garantir uma análise abrangente, capturando as características do relevo em uma escala relevante, contudo os valores do raio podem ser alterados de acordo com a necessidade. Para realizar os cálculos do relevo local, utilizou-se a função "localtopopgraphy" disponível no pacote de ferramentas Topotoolbox, desenvolvido especificamente para o software MATLAB. A aplicação da métrica do relevo local e o uso do software MATLAB em

conjunto com o pacote Topotoolbox demonstram o rigor e a robustez metodológica empregada na análise das características topográficas da bacia hidrográfica do rio Mundaú.

Índice de sinuosidade de frente de escarpa

A identificação da linha de escarpa de um patamar principal, foi implementado o Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa (Sinuosity Mountain Front – Smf). Para Bull & McFadden (1977) a aplicação deste índice tem como intuito identificar se há feições lineares e associá-las tanto aos processos estruturais, quanto a processos tectônicos, assim, o índice é aplicado buscando evidenciar a atuação desses processos ao longo de uma escarpa.

O Índice Smf é aplicado a partir da seguinte fórmula:

Smf=Lmf/Ls

Onde:

Smf é o índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa;

Lmf é a linha da escarpa;

Ls é o comprimento em linha reta da projeção da frente da escarpa.

Assim sendo, o resultado dessa aplicação do índice de Smf, é compreendido da seguinte forma: os valores próximos a 1 evidenciam influência de tectônica, já os valores maiores que 3 exprimem uma maior atuação dos processos erosivos na estruturação do relevo, o que acaba reduzindo de forma significativa a compatibilidade com um possível controle ou atuação de tectônica, por fim, os valores próximos a 2 indicam um estado intermediário.

Extração de lineamentos de relevo

Os lineamentos de relevo são compreendidos como feições espaciais, tais como cristas, bordas de áreas elevadas, alinhamentos de contatos geológicos, vales e fraturas ou zonas de falhas visíveis (CORRÊA e FONSÊCA, 2010).

O conceito de lineamentos comumente utilizado é o proposto por Etchebere, Saad e Fulfaro (2007), onde os lineamentos são definidos como “feições lineares topográficas ou tonais observáveis nas imagens fotográficas, podendo representar descontinuidades estruturais”. Esses traços foram anotados de forma que pudessem ser evitadas interferências de extensões ou continuidades no terreno, limitando-se, mais fielmente possível, ao aspecto

factual observado nas imagens de sensores remotos, sendo reconhecido por diversos autores (LIU, 1984; RICCOMINI E CRÓSTA, 1988; TAYLOR, 1988; CORRÊA e FONSÊCA, 2010).

A extração dos lineamentos de relevo, se deu através da metodologia proposta por Chiessi (2004) onde, os lineamentos são mapeados a partir de modelos de relevo sombreado (Hillshade) elaborados através de Modelos Digital de Elevação (MDE's). Para tal, foram utilizados os azimutes de iluminação 45° e 90° para realçar os fotolineamentos de feições negativas, e azimutes 315° e 360° para realce de feições positivas, como utilizado em Gonçalves, Fonseca e Corrêa (2017).

De maneira a validar a extração de lineamentos, como subproduto do sombreamento do MDE, foram confeccionados diagramas de roseta, os quais agrupam os lineamentos de acordo com suas direções, desta forma, destacou-se os direcionamentos preferenciais (trends) do relevo. Os diagramas foram confeccionados separadamente para cada azimute.

Resultados

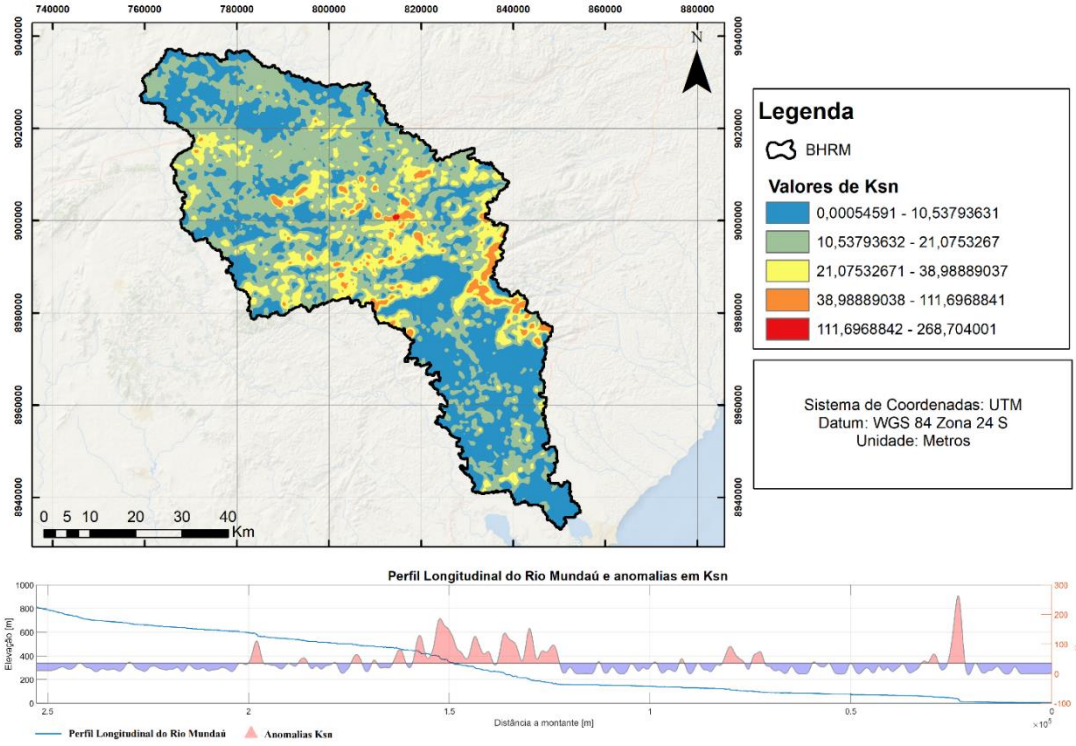
Tendo em vista que o principal objetivo da presente pesquisa é a análise da escarpa da BHRM, as análises dos índices aplicados visam a obtenção de dados que apresentem de maneira coerente a delimitação da linha de escarpa, além de associar os resultados dos índices de possam ser analisados em consonância.

Desta forma, inicialmente através da aplicação do índice de inclinação de canal (ksn), onde os valores foram espacializados, gerando um modelo em dado matricial com os valores de Ksn, levando em consideração os aspectos necessários para aplicação do índice. Desta forma, em análise foi possível observar as áreas com valores mais elevados de Ksn, e áreas de menor valor, onde também foi possível verificar setores vizinhos com contraste elevado (Figura 3).

Para um melhor aporte acerca dos contrastes observados, os valores de Ksn também foram plotados em plano cartesiano, com o perfil longitudinal do canal principal do rio mundaú, e as anomalias de valores de ksn (Figura 3).

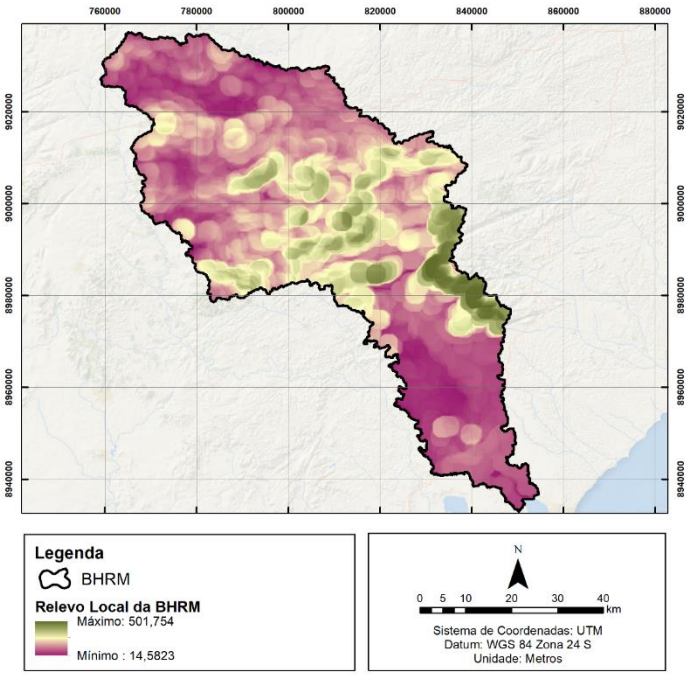
Através da análise conjunta, os resultados para o índice de inclinação de canal (Ksn), em seu médio curso, foram identificadas anomalias de ksn, como também foi um grande contraste de valores de ksn, no mesmo setor (Figura 3), tal setor pode ser identificado com o setor escarpado da BRHM.

Figura 3 - Índice de Inclinação de Canal (Ksn) da BHRM.



Após a aplicação do índice de inclinação de canal (Ksn), também foi aplicada a métrica de relevo local indicando as diferenças altimétricas do relevo, no contexto da presente pesquisa foi utilizado o raio de 2000 metros, que melhor se adequou aos objetivos, onde foi possível observar as de diferenças altimétricas significativas (Figura 4), a região que contém os maiores valores de ksn, trazendo uma correlação positiva entre as duas métricas.

Figura 4 - Métrica de relevo local da BHRM.

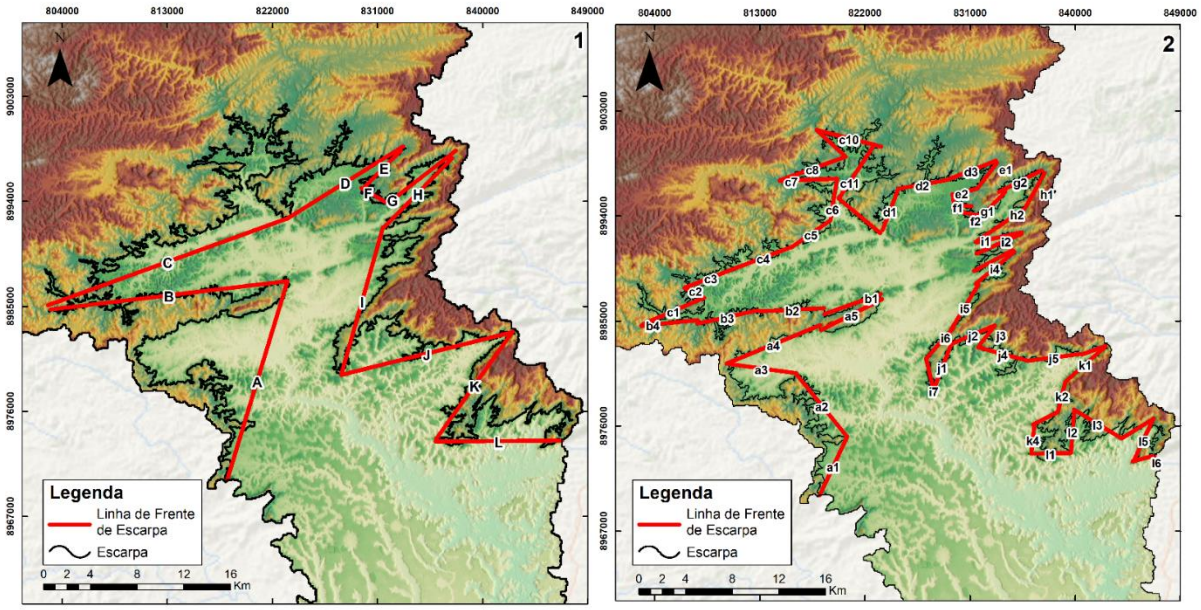


A partir do setor destacado com a aplicação das duas métricas supracitadas, foi possível estabelecer a linha de escarpa da BHRM, no nível altimétrico de 250 metros (Figura 5). Com a escarpa estabelecida, o índice de sinuosidade de frente de escarpa foi aplicado, onde a escarpa foi dividida em setores em duas escalas: uma de menor detalhe e outra de maior detalhe. Na primeira, a escarpa foi dividida em setores intitulados de A a L, os valores alcançados variam entre 1,87 e 9,10 (Tabela 1); indicando que os processos erosivos atuam sem maiores dificuldades sobre a escarpa, onde os menores valores apresentam setores intermediários.

Tabela 1 – Valores de Smf da BHRM

Setor	SMF	Setor	SMF
A	4,67	**G**	1,87
B	2,70	**H**	2,11
C	9,10	**I**	3,45
D	4,12	**J**	3,25
E	3,11	**K**	2,39
F	3,12	**L**	5,16

Figura 5 - Linha de Escarpa da BHRM, e recortes 1 e 2.



Já no segundo recorte para a aplicação da sinuosidade de frente de escarpa, os 12 trechos anteriores foram subdivididos em setores menores, totalizando 56 subsetores, com valores que variam entre 1,17 à 6,24. Entre estes subsetores, os que ganham maior destaque pois estão mais próximos do valor de 1 são os setores c7, l6, i1, k1, i7, a4, i2, a5, i6, k3.

Tabela 2 – Valores mais próximos a 1 dos subsetores da BHRM.

Setor	SMF	Setor	SMF
c7	1,17	**a4**	1,46
l6	1,24	**i2**	1,47
i1	1,25	**a5**	1,48
k1	1,43	**i6**	1,48
i7	1,43	**k3**	1,55

Estes 10 subsetores indicam influência tectônica de acordo com a metodologia proposta, contudo considerando o contexto morfotectônico atual, é mais plausível trabalhar com a premissa de diferentes resistências litológicas nesses setores, tendo em vista a presença de corpos plutônicos na região, esses que foram exumados pelos processos erosivos no planalto da Borborema. Destaca-se também que grande parte do setor onde a escarpa se desenvolve, está sobre o complexo Belém de São Francisco, é um segmento infracrustal composto por migmatitos, biotita gnaisses, ortognaisses de composição tonalítica a leucogranodioritica a leuco-monzogranitica (CPRM, 2004), sendo com elemento com resistência significativa.

Outro fator observado foi a extração de lineamentos estruturais sobre a escarpa, onde foram confeccionados os gráficos de roseta para a identificação das direções preferenciais dos lineamentos para cada azimute, onde para o azimute de 45° tem-se a direção preferencial NW-SE, azimute 90° N-S, azimute 315° SW-NE e azimute 360° W-E. Também foi produzido um mapa de densidade de lineamentos destacando a extensão da escarpa, onde os lineamentos foram extraídos.

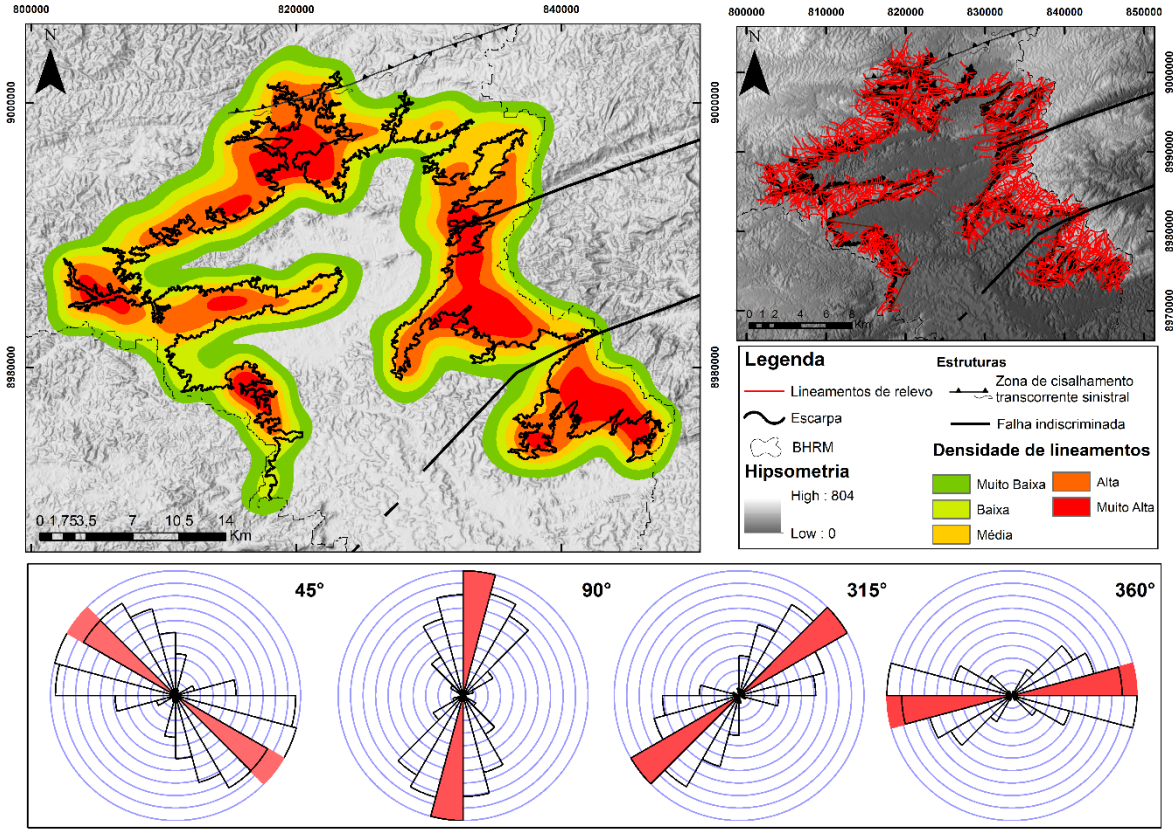
Dentre os grupos de lineamentos analisados aqueles pertencentes ao azimute 315° acompanham a direção preferencial das falhas e zona de cisalhamento, presentes no setor de escarpa da BHRM, onde é possível estabelecer uma correção com as características apresentadas pela maioria dos setores e subsetores da escarpa, possuindo características de escarpas erosivas, já que os demais azimutes não acompanham o trend das estruturas presentes no setor da escarpa.

Com relação a densidade dos lineamentos, destacam-se os subsetores onde os processos erosivos atuam de forma mais incisiva, sobretudo onde a presença cabeceiras de drenagem que possuem melhores condições para realizar entalhes verticais no relevo.

A presença de feições positivas pode ser influenciada por diferenças na estrutura litológica ou até mesmo a presença de falhas e fraturas, que podem influenciar em como os processos erosivos ocorrem, estes favorecendo os processos erosivos verticais em setores

onde os canais se encontram encaixados em falhas e fraturas, e/ou até mesmo em sub estruturas geológicas que foram formadas através de eventos de reativação pretéritos como as reativações do cenozóico (MONTEIRO e CORRÊA, 2020).

Figura 6 – Densidade de lineamentos de relevo presentes na escarpa da BHRM e suas direções preferencias.



Considerações finais

Os resultados alcançados através da aplicação dos índices de inclinação de canal e relevo local, se mostraram satisfatórios para a delimitação da linha de escarpa da BHRM, levando em consideração que se trata de uma abordagem nova, onde são levados em consideração as dinâmicas presentes nos canais fluviais a partir dos valores de Ksn e as características do relevo com o extração da métrica de relevo local, de maneira que é possível traçar uma correlação clara para o estabelecimento da linha de escarpa.

O posicionamento da linha de linha de escarpa na presente pesquisa, corrobora nas delimitações postuladas por Monteiro (2015) e Melo e Monteiro (2021) sendo essa a isolinha de 250 metros.

Com relação a sinuosidade de frente de escarpa, é possível observar que em sua grande maioria os valores demonstram escarpa possuindo características de estágio

intermediário e escarpa onde os processos erosivos atuam sem maiores problemas, sendo no recorte mais detalhado apresentam 10 subsetores que apresentam valores próximos a 1, indicando ações de cunho tectônico, de acordo com metodologia proposta, contundo, pode-se levantar hipóteses diferentes dessa, como exemplo, possível controle estrutural presente nestes setores e/ou baixa população de canais drenando tais setores, dificultando a ação dos processos erosivos, tais hipóteses podem ser respondidas em futuras pesquisas.

Os lineamentos extraídos para a área de escarpa, podem ser estabelecidas relações diretas com as falhas e zona de cisalhamento, que se estendem sobre a escarpa, essa que possuem direção preferencial NE-SW, direção essa que acompanhada de maneira exclusiva pelos lineamentos do azimutes 315° (NE-SW), desta maneira em sua maioria os lineamentos não acompanham o trend das estruturas que incidem sobre a escarpa, corroborando com os valores alcançados me grande parte dos setores e sub setores da escarpa. Para além destaca-se ainda que os setores onde é possível observar um menor adensamento de lineamentos, encontram-se nos setores que menor expressão topográfica, tão relação pode ser observada ao comprar as figuras 4 e 6.

Desta maneira, os objetivos do presente trabalho foram alcançados de forma satisfatória, através da delimitação da linha de escarpa e a observação das dinâmicas erosivas da mesma, podendo ainda ser profundada em uma melhor escala de detalhe.

Referências

GILBERT, G. K. Report of the geology of the Henry Mountains. Washington: U.S. Government Printing Offi ce, 1877. 160 p.

CHRISTOFOLETTI, A. 1980. Geomorfologia. 2ª edição. São Paulo. Edgar Blücher.

GUERRA, A.T; GUERRA, A. J. T. (2008). Novo Dicionário Geológico Geomorfológico. Ed. Bertrand Brasil, 648p. 6. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

HOWARD, A.D.A detachment-limited model of drainage basin evolution. Water Resources Research, 1994.

HOWARD, A.D.; KERBY, G. Channel changes inbadlands. Geological Society of America Bulletin, v. 94, n. 6, p. 739-752, 1983. DOI: 10.1130/0016-7606(1983)94<739:CCIB>2.0.CO;2.

KIRBY, E.; WHIPPLE, K.X. Expression of active tectonics in erosional landscapes. Journal of Structural Geology, v. 44, p. 54-75, 2012. DOI: 10.1016/j.jsg.2012.07.009.

LAGUE, D. The stream power river incision model: Evidence, theory and beyond. Earth Surface Processes and Landforms, v. 39, n. 1, p. 38–61, 2014. DOI: 10.1002/esp.3462.

MARCUZZO, F.F.N; ROMERO, V.; CARDOSO, M. R.D. Detalhamento Hidromorfológico da Bacia do Rio Mundaú. XIX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, p. 1-19, 2011. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/17403/4/artigo_rio_mundau.pdf.

MONTEIRO, K. A.; CÔRREA, A. C. B. Application of morphometric techniques for the delimitation of Borborema Highlands, northeast of Brazil, eastern escarpment from drainage knick-points. Journal of South American Earth Sciences 103, 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-south-american-earth-sciences.

MELO, J. H. S; MONTEIRO, K. A. Análise Geomorfológica da Bacia Hidrografica do Rio Mundaú (PE/AL) A Partir da Aplicação de Índice de Hack e Índice de Sinuosidade de Frente de Escarpa. Revista Contexto Geográfico, 2021.

MORETON, L.C; SOUZA, J.O. Xambioá, Folha SB.22-Z-B. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais, p. 7 – 26, 2001.

MUDD, S.M.; CLUBB, F.J.; GAILLETON, B.; Hurst, M.D.How concave are river channels? Earth Surface Dynamics, v.6, p. 505–523, 2018. DOI:10.5194/esurf-6-505-2018.

MUDD, S.M.; CLUBB, F.J.; GAILLETON, B.; GRIEVE, S.W.D.; VALTERS, D.A.; HURST, M.D.

LSDTopoTools Documentation (Version v2.0). Zenodo, 2019a. DOI: 10.5281/ zenodo.2560224.

SCHWANGHART, W.; SCHERLER, D.: Short Communication: TopoToolbox 2 – MATLAB-based software for topographic analysis and modeling in Earth surface sciences, Earth Surf. Dynam., 2, 1–7, https://doi.org/10.5194/esurf-2-1-2014, 2014.

WHIPPLE, K.X.; TUCKER, G.E. Dynamics of the stream-power river incision model: Implications for height limits of mountain ranges, landscape response timescales, and researchneeds. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, v. 104, n. B8, p. 17661-17674, 1999. DOI: 10.1029/1999JB900120.

Áreas graníticas em ambientes semiáridos: Uma breve discussão sobre as relações pedogeomorfológicas (solo-relevo)

Granitic areas in semiarid environments: A brief discussion on the pedogeomorphological relationships (soil-relief)

Inocencio de Oliveira Borges Neto
Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná
https://orcid.org/0000-0002-1380-3879
iobngpb@gmail.com

Leonardo José Cordeiro Santos
Departamento de Geografia, Universidade Federal do Paraná
https://orcid.org/0000-0003-1165-6382
santos.ufpr@gmail.com

José João Lelis Leal de Souza
Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa
https://orcid.org/0000-0003-4670-6626
jjlelis@ufv.br

Rafael Albuquerque Xavier
Departamento de Geografia, Universidade Estadual da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-1737-7547
rafaelxavier@servidor.uepb.edu.br

Bartolomeu Israel de Souza
Departamento de Geociências, Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0003-2173-8314
bartolomeuisrael@gmail.com

Resumo: A proposta deste trabalho é apresentar algumas das principais relações/interações pedogeomorfológicas (solo-relevo) presentes em áreas graníticas sob clima semiárido (quente e seco). Para tanto, alguns estudos de caso foram utilizados como exemplos para explicitar a importância dessas áreas na preservação/manutenção, do que se chamou de “áreas de exceção”, principalmente em termos geomorfológicos, pedológicos e biológicos. Um modelo hipotético da dinâmica físico-ambiental dessas condições foi construído para representar as principais conexões existentes entre as variáveis mais importantes que compõe o sistema. Em geral, as interações pedogeomorfógicas nessas áreas, além de singulares, servem como base para interpretações da evolução da paisagem geomorfológica.

Palavras-chave: Relevos Graníticos, Relações Solo-Relevo, Áreas de Exceção, Ambientes Semiáridos.

Abstract: The purpose of this work is to present some of the main pedogeomorphological relationships/interactions (soil-relief) present in granitic areas under a semiarid climate (hot and dry). For that, some case studies were used as examples to explain the importance of these areas in the preservation/maintenance of what was called “exceptional areas”, mainly in geomorphological, pedological and biological terms. A hypothetical model of the physical-environmental dynamics of these conditions was built to represent the main existing connections between the most important variables that make up the system. In general, the pedogeomorphic interactions in these areas, in addition to being singular, serve as a basis for interpretations of the evolution of the geomorphological landscape.

Keywords: Granitic Landforms, Soil-Relief Relations, Areas of Exception, Semiarid Environments.

Introdução

As áreas graníticas originam boa parte das mais expressivas paisagens geomorfológicas globais (LAGES et al., 2013; MIGOŃ, 2006; MIGOŃ; MAIA, 2020; TWIDALE, 1982; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005; XAVIER, BORGES NETO; CUNHA, 2021) e constituem os denominados **relevos graníticos** – RGs (MAIA et al., 2018; MAIA; NASCIMENTO, 2018) ou residuais (CORRÊA et al., 2010) – exemplos: cristas simétricas, maciços residuais, inselbergs e lajedos.

Esses RGs, além de apresentarem elementos (matacões/*boulders*, inselbergs, lajedos, etc.) de beleza cênica extraordinária (ver por exemplo: LAGES et al., 2013; MAIA et al., 2018; MIGOŃ, 2006; MIGOŃ; MAIA, 2020) e de servirem como testemunho do seu passado evolutivo (MAIA; NASCIMENTO, 2018), condicionam a ocorrência de verdadeiras "**áreas de exceção**", principalmente em termos geomorfológicos (MIGOŃ, 2006; XAVIER, 2021), hidrológicos (LUNGUINHO, 2018; SCHUT et al., 2014), pedológicos (BURKE; 2002; OTTAVIANI; MARCANTONIO; MUCINA, 2016; SOUZA et al., 2022) e ecológicos (KEPPEL et al., 2012; POREMBSKI; BARTHLOTT, 2000; QUEIROZ et al., 2021).

Observa-se uma vasta literatura sobre a origem das áreas graníticas (em inglês: *granitic landscapes*, *granitic landforms* ou *granitic terraines*) e seus possíveis processos de formação (MIGOŃ, 2006; TWIDALE, 1982; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005). Modelos teóricos como a Pediplanação (*Pediplanation*) (KING, 1956) e a Etchiplanação (*Etchplanation*) (BÜDEL, 1982), surgiram com esse propósito, e são os principais exemplos.

De toda forma, mesmo sendo encontrados em uma ampla gama de climas e biomas (MIGOŃ, 2006; POREMBSKI; BARTHLOTT, 2000), os RGs ocorrem com maior frequência em regiões de climas tropicais e subtropicais, principalmente em ambientes de clima árido e semiárido (BURKE, 2002; MIGOŃ, 2006; TWIDALE, VIDAL ROMANÍ, 2005).

Silva (2016) afirmam que esses ecossistemas secos são caracterizados por solos jovens e rasos, intensas oscilações de temperatura, elevada insolação e ventos fortes, escassez hídrica e altas taxas de evaporação – características de ambientes xéricos. Contudo, os RGs proporcionam diversos micro-habitats, como fendas/fissuras/fraturas, depressões (*gnammas*) e bordas no entorno (sopé das encostas rochosas – alúvio-colúvio), que favorecem o acúmulo de bolsões de solo (*soil pockets*), em condições microclimáticas que variam fortemente em distâncias relativamente curtas (SCHUT et al., 2014; YATES et al., 2019), fornecendo heterogeneidade que suporta ampla diversidade de plantas (LUNGUINHO, 2018; OTTAVIANI; MARCANTONIO; MUCINA, 2016).

Embora de rara beleza cênica, a importância exercida pelos RGs para a constituição dessas áreas de exceção em ambientes semiáridos ainda é pouco conhecida e estudada, quando se refere aos componentes pedogeomorfológicos (solo-relevo), merecendo maior

atenção, em termos de pesquisas/estudos, para compreender e dimensionar, o quão importante são suas especificidades/peculiaridades, como também favorecer a gestão e proteção desses locais.

Entende-se que a abordagem pedogeomorfológica é baseada no comportamento morfológico e funcional (geralmente físico-hídrico, vertical e lateral) dos sistemas pedológicos correlativos das unidades espaciais que representam as relações entre solos e outros componentes da superfície terrestre, em especial com o relevo (CASTRO, 2021). Em outras palavras, isso significa dizer que, as diferentes feições da superfície terrestre expressas pelo relevo, em várias escalas, promovem variações nos atributos do solo em magnitudes distintas e são delas dependentes, principalmente, de um local ou área específico (a) da paisagem (CASTRO; SALOMÃO, 2000; VIDAL TORRADO; LEPSCH; CASTRO, 2005).

Uma melhor compreensão das interações pedogeomorfológicas ocorrentes nessas áreas graníticas, pode auxiliar no conhecimento dos padrões de distribuição dos solos, de vegetação, de disponibilidade hídrica e manejo, além de avaliar a importância que esses ambientes exercem para mitigação do avanço das mudanças climáticas, como também de suas implicações paleoambientais (BURKE, 2002; 2003; KEPPEL et al., 2012; LUNGUINHO, 2018; OTTAVIANI; MARCANTONIO; MUCINA, 2016; QUEIROZ et al., 2021; SOUZA et al., 2022).

Para tanto, este trabalho teve como objetivo apresentar algumas das principais relações/interações pedogeomorfológicas (solo-relevo) ocorrentes nas áreas graníticas sob condições semiáridas, que os destacam em meio a matriz paisagística circundante, por meio de exemplos encontrados na literatura.

Estratégia metodológica

Este manuscrito resulta de uma análise dos principais resultados encontrados em alguns estudos de caso sobre a importância dos RGs na constituição/manutenção de ambientes de exceção, em regiões com predominância climática semiárida. Para tal, foi construído um esquema hipotético da dinâmica físico-ambiental dessas áreas, a partir da síntese dos estudos, para correlacionar, como algumas das principais variáveis interagem entre si e com o ambiente circundante.

Sendo assim, os procedimentos metodológicos foram divididos nas seguintes etapas:

- 1ª Etapa: consistiu na busca, seleção e, posterior leitura, de alguns estudos de caso acerca da temática. Todas as buscas foram realizadas na plataforma da *Scopus*;
- 2ª Etapa: baseando-se na leitura das referências selecionadas na etapa anterior, foram apresentados os principais resultados/relações encontradas nos estudos selecionados;

- 3ª Etapa: construção do modelo hipotético da dinâmica observada em RGs em ambientes semiáridos.

Interações entre solo e relevo em áreas graníticas

Jenny (1941) definiu o solo como um produto da interação de uma série de fatores de formação, sendo eles: o clima, os organismos, o relevo, o material de origem e o tempo. Birkeland (1984) e Amundson (2021) enfatizam que o relevo influencia na orientação da pedogênese e na distribuição da vegetação, destacando que o fator biótico na pedogênese se torna difícil de compreender devido à dependência da cobertura vegetal e dos solos em relação ao clima e a litologia (BURKE, 2002; LUNGUINHO, 2018).

Compreender isso se faz necessário para os delineamentos dos estudos com foco na temática em destaque. Para fornecer uma ideia de como essas interações pedogeomorfológicas podem ocorrer em áreas graníticas e dimensionar sua respectiva importância para o contexto de ambientes semiáridos, destacamos alguns estudos representativos, evidenciando seus principais resultados e/ou relações observadas (Tabela 1).

Tabela 1 – Características gerais das áreas dos estudos selecionados.

Área de estudo	PMA (mm)*	Elevação (m)	Bioma/ Vegetação	Referências
Montanhas Spitzkoppe, Centro-Oeste da Namíbia	50-200	1.095-1.379	Ecorregião de arbustos xéricos – Nama Karoo	Burke (2002)
Sudoeste da Austrália	300-1.100	326-547	Região Florística do Sudoeste Australiano (RFSA)	Ottaviani, Marcantonio e Mucina (2016)
Sudoeste da Austrália	300-1.400	125-555	Região Florística do Sudoeste Australiano (RFSA)	Yates et al. (2019)
Cariri Paraibano, Nordeste do Brasil	424-470	465-1.136	Caatinga	Souza et al. (2022)

* Precipitação média anual em milímetros. **Fonte:** Os autores (2023).

Descrição das principais relações observadas nos estudos selecionados

1. Burke (2002): Analisando os efeitos da geologia e as formas do relevo, nos “bolsões de solo” (*soil pockets*), em inselbergs no Nama Karoo da Namíbia, sob clima árido (precipitação média anual de 50-100 mm), identificou que as propriedades dos solos estavam intimamente relacionadas com a geologia subjacente e com a topografia do terreno, ou seja, a rocha intemperizada fornece a maior parte do material para o desenvolvimento do solo. Também se observou que as propriedades dos solos em

inselbergs graníticos, apresentaram os menores teores de silte, nitrogênio (N), potássio (K) e sódio (Na), quando comparados com os valores encontrados nos solos dos inselbergs de litologias distintas – basálticas, gnáissica graníticas, e arenítica. Mesmo com as diferenças litológicas dos inselbergs, e consequentemente dos solos, por ela estudados, não foi observada uma diferença significativa na distribuição e diversidade da vegetação. Tal fato, pode estar relacionado aos insumos biogênicos, como a serrapilheira e fezes de animais, que são importantes localmente (por exemplo, debaixo da vegetação e perto tocas de animais) para a contenção e redistribuição de nutrientes como C e N (GUTIERREZ et al., 1993; LAL, 2018).

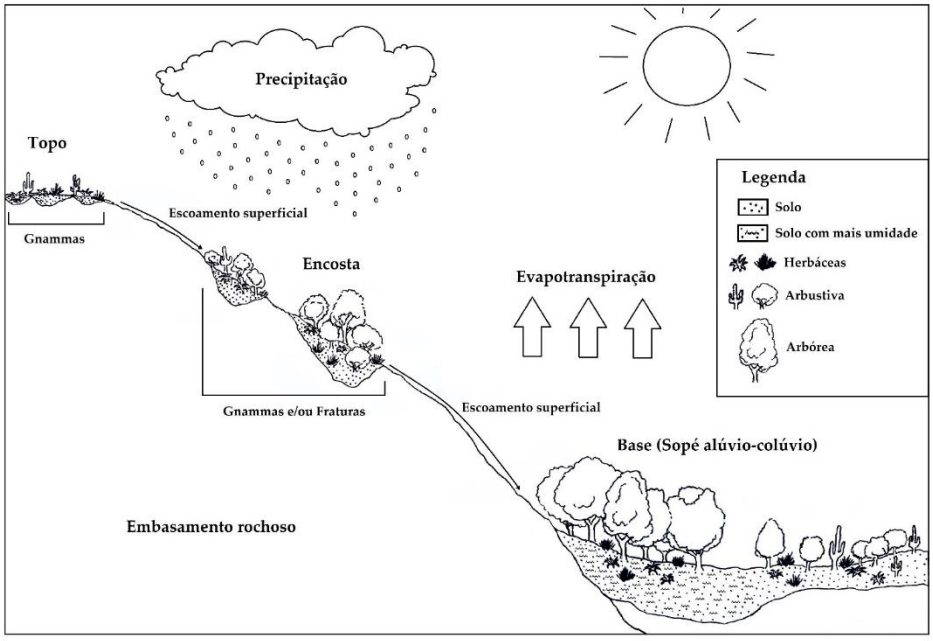
2. Ottaviani, Marcantonio e Mucina (2016): a) A diversificação funcional, provavelmente destinada a evitar a competição intra e interespecífica pela aquisição de luz e nutrientes, pode ser o fator mais importante em (micro)habitats de solo profundo; b) manchas de solos profundos em torno de RGs (sopé alúvio-colúvio) podem servir como microrrefúgios ecológicos para a biota associada a ambientes ricos em recursos.
3. Yates et al. (2019): Os autores compararam três tipos de habitats em RGs, sendo eles: vegetação herbácea em *gnamma* (VHG); vegetação lenhosa em *gnamma* (VLG) e vegetação lenhosa no sopé alúvio-colúvio encontrada no entorno/base dos RGs (VLB). Em nível de parcela, as variáveis edafográficas locais que afetam a aridez foram correlacionadas com a riqueza de espécies em vegetação herbácea e lenhosa de *gnammas* preenchidas por solo (VHG e VLG), mas não em vegetação lenhosa em solos mais profundos na base dos afloramentos rochosos graníticos (VLB). Em nível de afloramento rochoso, as variáveis bioclimáticas que afetam a aridez foram correlacionadas com a riqueza de espécies em dois habitats (VLG e VLB) mas, ao contrário das previsões da biogeografia insular, não foram correlacionadas com a área de inselberg e isolamento em nenhum dos três habitats. A rotatividade de espécies em cada um dos três habitats também foi influenciada pela aridez, sendo correlacionada com variáveis bioclimáticas e com a distância geográfica entre as parcelas, e para os habitats VHG e VLG com as variáveis locais. A substituição de espécies foi o componente dominante da rotatividade em cada um dos três habitats, consistente com as expectativas de paisagens estáveis a longo prazo.
4. Souza et al. (2022): Ao estudarem solos incomuns ricos em Carbono (C), em inselbergs graníticos na zona semiárida do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil, evidenciaram que a ocorrência desses solos com alto teor de C parece estar diretamente relacionada à geomorfologia e ao (paleo)clima. Os solos dessas áreas mais elevadas (inselbergs graníticos, acima de 800 m de altitude) apresentaram um estoque médio de 43% mais C do que os solos típicos da Caatinga, os quais são

encontrados sobre rochas predominantemente metamórficas (gnaisses e xistos) nas extensas superfícies de várzea dissecadas, marcadas por uma sucessão de morros suaves à ondulados. Neste estudo é importante mencionar que além do pioneirismo ao relatarem a ocorrência de solos incomuns (com altos teores de C) para o contexto semiárido do Planalto da Borborema, como proxies das mudanças climáticas, também é sugerido que esses solos resultam de condições paleoclimáticas e paleointemperísticas, alta lixiviação, pH ácido, baixas concentrações de elementos móveis e baixa capacidade de troca catiônica (CTC), se assemelhando aos Organossolos encontrados na Mata Atlântica, sendo relíquias de uma extensão mais abrangente de florestas semidecíduas, podendo estabelecer os padrões de dinâmica paleoambiental entre as florestas amazônica e atlântica na encruzilhada da Caatinga.

Relação entre solo e relevo na interface dos RGs

Para facilitar a compreensão das relações pedogeomorfológicas encontradas nos RGs, organizou-se as interpretações seguindo uma lógica de catena (MILNE, 1934), ou seja, as interpretações estão distribuídas em diferentes situações de relevo, estando situadas em condições de topo, encosta e base (sopé alúvio-colúvio), conforme o esquema hipotético da Figura 1.

Figura 1 – Esquema hipotético simplificado da dinâmica físico-ambiental de Rgs em zonas de clima quente e seco.



Fonte: Os autores (2023).

Geralmente em RGs, as áreas de topo com inclinações suaves apresentam várias *gnammas* que acumulam solo, este por sua vez, são incipientes, instáveis, rasos, de textura

grossa, cascalhentos e porosos. Segundo Certini et al. (2002) esses solos muito susceptíveis à sazonalidade climática, variando entre saturados por água durante o período chuvoso e com umidade abaixo do ponto de murcha permanente no período seco. Essas manchas de solo são isoladas umas das outras por áreas mais ou menos extensas de rocha exposta. A vegetação é geralmente herbácea, com ciclo de vida curto, ou arbustiva baixa. Em alguns casos a vegetação aqui pode se assemelhar as observadas na matriz paisagística predominante, como observados em RGs na Caatinga do semiárido brasileiro (LUNGUINHO, 2018).

Em relação ao contexto das encostas, em geral, reflete uma espécie de transição entre as condições de topo e base (sopé alúvio-colúvio). Na grande maioria dos casos as fendas/falhas/fissuras e/ou gnammas ao longo das encostas recebem umidade, sedimentos e nutrientes oriundos do topo, e consequentemente, devido à gravidade também os perde para a base (sopé alúvio-colúvio). A vegetação é constituída por herbáceas anuais, havendo o domínio de arbustos e, em menor proporção, por arbóreas. Entretanto, ressalta-se que em decorrência da encosta ser considerada um ambiente de transição, as condições ambientais aqui são mais variáveis, pois a depender das características morfológicas, podem apresentar condições semelhantes encontradas no topo (solos rasos e vegetação de menor porte) ou possibilitar a ocorrência de elementos similares aos encontrados na base (solos profundos e vegetação de maior porte).

Diferentemente das condições anteriores, na base (sopé alúvio-colúvio), a água escoada das condições acima (topo e encosta) se acumula em áreas onde solos mais profundos podem se desenvolver. Estes, comumente apresentam maiores teores de umidade e de nutrientes, em especial de C orgânico (LUNGUINHO, 2018; OTTAVIANI; MARCANTONIO; MUCINA, 2016). Aqui, a vegetação apresenta maior continuidade, podendo ser mais densa e mais alta do que nas áreas de topo e ao longo da encosta, ou até mesmo da paisagem matriz circundante (BURKE, 2002; 2003; OTTAVIANI; MARCANTONIO; MUCINA, 2016; SCHUT et al., 2014; YATES et al., 2019).

Considerações Finais

As leituras e discussões das bibliografias referenciadas neste trabalho, tiveram o intuito de fornecer aos leitores uma melhor compreensão sobre a importância das interações/relações pedogeomorfológicas ocorrentes em áreas de geologia/litologia granítica em ambientes secos.

De modo geral, as áreas graníticas estão amplamente distribuídas no planeta, e em muitos casos apresentam morfologias excepcionais de rara beleza cênica. Para além disso, essas áreas possibilitam a existência de verdadeiras “áreas de exceção”, ou seja, áreas que

se destacam e/ou se diferem das paisagens circundantes, e neste caso enfatiza-se em termos pedogeomorfológicos.

Portanto, o entendimento da ocorrência, distribuição e implicações das relações entre solo e relevo nas áreas graníticas, favorecem o estudo da evolução do relevo, solos, vegetação e ainda possibilita estudos/pesquisas de reconstituição paleoambiental, onde cada vez mais se torna importante o estudo do passado, para compreender o presente e de certa forma idealizar o futuro. Tendo noção disso, será possível uma organização das atividades de gestão e planejamento dessas áreas, consideradas verdadeiros *hotspots* abióticos e bióticos.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de doutorado Nº 88887.616334/2021-00 do primeiro autor. Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Paraná (PPGGEO-UFPR). A parceria construída entre os autores e suas respectivas instituições e grupos.

Referências

AMUNDSON, R. Factors of soil formation in the 21st century. Geoderma, v. 391, 114960, 9p. 2021. DOI: https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2021.114960

BIRKELAND, Peter. Soils and Geomorphology. New York, USA: Oxford University Press, 1984. Disponível em: https://pt.3lib.net/book/3278965/5048b7

BÜDEL, J. Climatic Geomorphology. New Jersey. Princeton University Press, 1982.

BURKE, A. Inselbergs in a changing world - global trends. Diversity and Distributions, v. 9, n. 5, p. 375-383, 2003. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1472-4642.2003.00035.x

BURKE, A. Properties of soil pockets on arid Nama Karoo inselbergs - the effect of geology and derived landforms. Journal of Arid Environments, n. 50, p. 219-234, 2002. DOI: https://doi.org/10.1006/jare.2001.0907

CASTRO, S. S. de; SALOMÃO, F. X. de T. Compartimentação morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. Revista GEOUSP, São Paulo, n. 7, p. 27-37, 2000. DOI: https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geousp.2000.123401

CASTRO, S. S. Solo e Relevo: Pontos para um resgate histórico sobre o estudo das interrelações. William Morris Davis - Revista de Geomorfologia, v. 2, n. 1, p. 1-36, 2021. Disponível em: https://williammorrisdavis.uvanet.br/index.php/revistageomorfologia/article/view/102

CERTINI, G.; CORTI, G.; UGOLINI, F. C.; DE SIENA, C. Rock weathering promoted by embryonic soils in surface cavities. European Journal of Soil Science, v. 53, n. 1. p. 139-146, 2002. DOI: https://doi.org/10.1046/j.1365-2389.2002.00434.x

CORRÊA, A. C. D. B., TAVARES, B. D. A. C., MONTEIRO, K. D. A., CAVALCANTI, L. C. D. S., LIRA, D. R.. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. Rev. do Inst. Geológico, v. 31 (1-2), p. 35-52, 2010. DOI: http://dx.doi.org/10.5935/0100-929X.20100003

GUTIERREZ, J. R.; MESERVE, P. L.; CONTRERAS, L. C.; VASQUES, H.; JAKSIC, F.M. Spatial distribution of soil nutrients and ephemeral plants underneath and outside the canopy of Porlieria chilensis shrubs (Zygophyllaceae) in arid coastal Chile. Oecologia (Berlin), n. 95, p. 347-352, 1993. DOI: https://doi.org/10.1007/BF00320987

JENNY, H. Factors of soil formation. New York: McGraw-Hill, 1941.

KEPPEL, G.; VAN NIEL, K. P.; WARDELL-JOHNSON, G. W.; YATES, C. J.; BYRNE, M.; MUCINA, L.; SCHUT, A. G. T.; HOPPER, S. D.; FRANKLIN, S. E. Refugia: identifying and understanding safe havens for biodiversity under climate change. Global Ecology and Biogeography, v. 21, p. 393-404, 2012. DOI: https://doi.org/10.1111/j.1466-8238.2011.00686.x

KING, L. C. Geomorfologia do Brasil Oriental. Revista Brasileira de Geociências, v. 18, n. 2, p. 147-256, 1956. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/115/rbg_1956_v18_n2.pdf

LAGES, G. A.; MARINHO, M. S.; NASCIMENTO, M. A. L.; MEDEIROS, V. C.; DANTAS, E. L.; FIALHO, D.. Mar de Bolas do Lajedo do Pai Mateus, Cabaceiras, PB: Campo de matacões graníticos gigantes e registros rupestres de civilização pré-colombiana. In: Winge M; Schobbenhaus C; Souza C R G; Fernandes A C S; Berbert-Born M; Sallun Filho W; Queiroz E T. (Org.). Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil. 1ª Ed. Brasília: CPRM, 2013, v. III, p. 99-112. Disponível em: http://sigep.cprm.gov.br/sitio068/sitio068.pdf

LAL, R. Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. Wiley One Library, Global Change Biology, v. 24. n. 8, p. 3285-3301, 2018. DOI: https://doi.org/10.1111/gcb.14054

LUNGUINHO, R. L. Nos caminhos dos relevos residuais: contribuição a ecohidrologia de encostas no semiárido brasileiro. 2018. 266 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba (PPGG-UFPB), João Pessoa-PB. Disponível em: https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/13602

MAIA R. P.; NASCIMENTO M. A. L. Relevos graníticos do Nordeste Brasileiro. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 19, p. 373-389, 2018. DOI: https://doi.org/10.20502/rbg.v19i2.1295

MAIA, R. P.; BASTOS, F. H.; NASCIMENTO, M. A.; LIMA, D. L. S.; CORDEIRO, A. M. N. Paisagens Graníticas do Nordeste Brasileiro. UFC, Fortaleza, 2018.

MIGOŃ, P. Granite Landscapes of the World. Oxford University Press, 2006, 416p. Disponível em: https://pt.3lib.net/book/997877/fecaa9

MIGOŃ, P.; MAIA, R. P. Pedra da Boca, Pai Mateus, and Quixadá - Three Possible Key Geoheritage Sites in Northeast Brazil. Geoheritage v. 12, n. 51, 2020. DOI: https://link.springer.com/article/10.1007/s12371-020-00473-4

MILNE, G. Some suggested units of classification and mapping particularly for East African soils. Soil Res., v. 4, p. 183-198, 1934.

OTTAVIANI, G.; MARCANTONIO, M.; MUCINA, L. Soil depth shapes plant functional diversity in granite outcrops vegetation of Southwestern Australia. Plant Ecology & Diversity, v. 9, n. 3, p. 263-276, 2016. DOI: https://doi.org/10.1080/17550874.2016.1211192

POREMBSKI, S.; BARTHLOTT, W. (Eds.) Inselbergs biotic diversity of isolated rock outcrops in tropical and temperate regions. Ecological Studies, Springer-Verlag, Berlin, v. 146. 2000. 556p.

QUEIROZ, R. T.; SOUZA, B. I.; SOUZA, J. J. L. L.; MEDEIROS, J. R.; FONSECA, C. F.; CARDOSO, E. C. M.. Extending the Limits of Campos Rupestres in Brazil. Caminhos de Geografia, Uberlândia-MG, v. 22, n. 82, p. 115-137, 2021. DOI: https://doi.org/10.14393/RCG228255806

SCHUT, A. G. T.; WARDELL-JOHNSON, G. W.; YATES, C. J.; KEPPEL, G.; BARAN, I.; FRANKLIN, S. E.; HOPPER, S. D.; VAN NIEL, K. P.; MUCINA, L.; BYRNE, M. Rapid Characterisation of Vegetation Structure to Predict Refugia and Climate Change Impacts across a Global Biodiversity Hotspot. PLoS ONE, v. 9, n. 1, e82778, p. 1-15, 2014. DOI: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082778

SILVA, J. B. A vegetation overview on rocky outcrops in brazil. Oecol. Aust., v. 20, n. 3, p. 451-463, 2016. DOI: https://doi.org/10.4257/oeco.2016.2004.05

SOUZA, J. J. L. L.; SOUZA, B. I.; XAVIER, R. A.; CARDOSO, E. C. M.; MEDEIROS, J. R.; FONSECA, C. F.; SCHAEFER, C. E. G. R. Organic carbon rich-soils in the brazilian semiarid region and paleoenvironmental implications. Catena, v. 212, 106101, 14p. 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106101

TWIDALE, C. R.. Granite Landforms. Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, 1982, 372 p. Disponível em: https://pt.3lib.net/book/2279806/872c7b

TWIDALE, C. R.; ROMANI, J. R. V. Landforms and geology of granite terrains. CRC Press, 2005. Disponível em: https://pt.3lib.net/book/2199671/db8f73

VIDAL-TORRADO, P.; LEPSCH, I. F.; CASTRO, S. S. Conceitos e aplicações das relações pedologia-geomorfologia em regiões tropicais úmidas. In: VIDAL-TORRADO, P.; ALLEONI, L. R. F.; COOPER, M.; SILVA, A. P.; CARDOSO, E. J. (Ed.). Tópicos em Ciência do Solo. Viçosa. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 4, 2005, p.145-192.

XAVIER, R. A. BORGES NETO, I. O.; CUNHA, L. Geodiversidade e Patrimônio Geomorfológico no Cariri Paraibano: A importância dos relevos graníticos. In: SOUZA, B. I.; CUNHA, L.; JACINTO, R.; SUERTEGARAY, D. M. A. (Orgs.) – Diálogos temáticos e [trans]territoriais: geodiversidade, recursos e patrimônio natural da Caatinga (PB) ao Pampa (RS). Compasso Lugar-Cultura, Porto Alegre-RS, 2021, p. 235-254.

XAVIER, R. A. Processos Geomorfológicos e Evolução da Paisagem no Semiárido Brasileiro. Revista de Geociências do Nordeste, v. 7, n. 1, p. 59-69, 2021. DOI: https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n1ID20692

YATES, C. J.; ROBINSON, T.; WARDELL-JOHNSON, G. W.; KEPPEL, G.; HOPPER, S. D.; SCHUT, A. G. T.; BYRNE, M. High species diversity and turnover in granite inselberg floras highlight the need for a conservation strategy protecting many outcrops. Ecology and Evolution, v. 9, p. 7660-7675, 2019. DOI: https://doi.org/10.1002/ece3.5318

Assimetria e Migração do Divisor de Drenagem: Análise de um Setor entre as Bacias Hidrográficas do Rio Ipanema e Rio Paraíba do Meio

Asymmetry and Migration of the Watershed Divide: Analysis of a Sector between the Ipanema River and Paraíba do Meio River Watersheds

Jonas Herisson Santos de Melo
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-3508-6433
jonas.melo@ufpe.br

Gabriel do Nascimento Alves
Instituto do Meio Ambiente de Alagoas
https://orcid.org/0000-0002-1111-2345
gabriel.alves@igdema.ufal.br

Wemerson Flávio da Silva
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-7439-9443
wemerson.fsilva@gmail.com

Emanuel Felix Fernandes
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-9416-0587
emanuel.felix@ufpe.br

Osvaldo Girão da Silva
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-5797-4450
osvaldo.girao@ufpe.br

Resumo: O presente estudo analisou um setor do divisor de drenagem localizado entre o médio curso da bacia hidrográfica do rio Ipanema e o alto curso da bacia hidrográfica do rio paraíba do meio, visando analisar os fatores ligadas a assimetria do divisor e sua direção preferencial de migração, em conjunto com analise dos canais pertencente aos setores de cabeceiras localizados nos flancos opostos do divisor, para tal foram utilizados o Índice de Assimetria de Divisor (IAD), o índice de declividade normalizada (Ksn) e o índice de valores de Chi, onde através de correlações foi possível observar um provável avanço dos canais pertencentes as Bacia Hidrográfica do Rio Ipanema, sobre o Bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Meio, mostrando ainda que o divisor tem como possível direção preferencial NE (nordeste).

Palavras-chave: Geomorfologia, Morfometria, Controle estrutural da drenagem

Abstract: The present study analyzed a sector of the drainage divide located between the middle course of the Ipanema river watershed and the upper course of the middle paraíba river watershed, seeking to analyze the factors provided by the asymmetry of the divider and its preferred direction of migration, together with the analysis of the channels belonging to the sectors of gourds located on the opposite flanks of the divider, for this purpose the Divider Asymmetry Index (IAD), the normalized slope index (Ksn) and the Chi values index were used, where through of correlations, it was possible to observe an advance of the channels belonging to the Ipanema River Basin, over the Paraíba do Meio River Basin, also showing that the divider has a possible NE (northeast) preferential direction.

Keywords: Geomorphology, morphometry, morphometric analysis.

Introdução

Divisores de drenagem são elementos que constituem os limites das bacias hidrográficas, sendo compostas por uma rede de canais fluviais que possuem dinâmicas próprias e são os principais elementos que constituem as paisagens, sendo responsáveis pelos processos de erosão, transporte de sedimentos e enculturação da paisagem.

Desta maneira as dinâmicas presentes nas bacias, também ocorrem entre o divisor de drenagem e seus canais de menor ordem, estabelecendo um sub sistema, cabeceira-divisor, onde os processos erosivos relacionados a declividade, área de contribuição dos canais e elementos ligados a diferentes resistências do arcabouço litológico, são de suma importância para a compreensão das dinâmicas pertencentes ao sub sistema, que podem levar ao entendimento das dinâmicas de avanço das cabeceiras de drenagem e das características assimétricas de um divisor de drenagem, sendo quantificadas e relacionadas para estimar como as dinâmicas entre cabeceira e divisor ocorreram, de maneira que podem estabelecer uma relação de causa e efeito, um bacia de drenagem poderá perder área de drenagem para uma bacia vizinha, estabelecendo processos de pirataria fluvial.

Materiais e Métodos

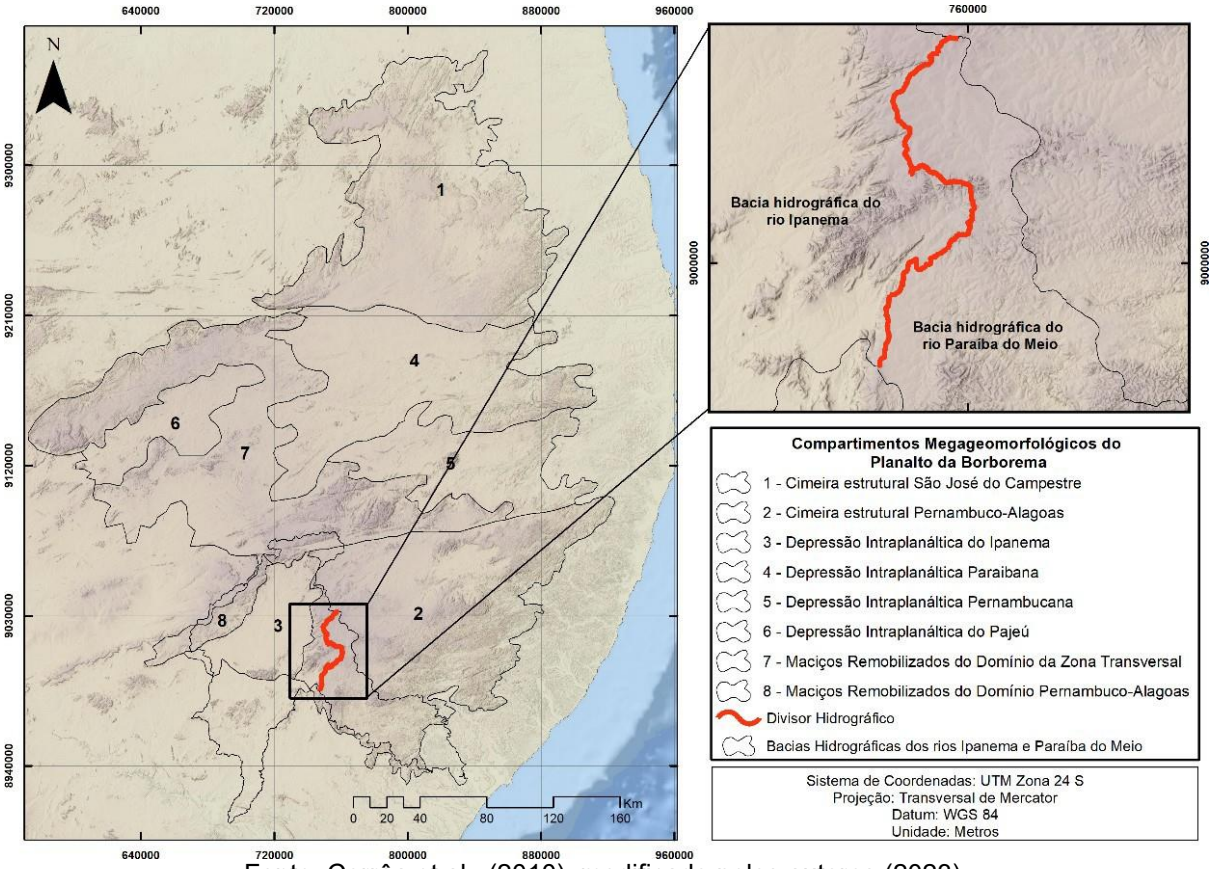
Área de Estudo

A área de estudo consiste no trecho setentrional do divisor entre as bacias hidrográficas do rio Ipanema e do Paraíba do Meio, na porção localizada no estado de Pernambuco. Se insere nos limites entre o planalto da Borborema e a depressão neoproterozóica com suítes magmáticas do rio São Francisco, na Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas conforme Corrêa et al, 2010.

Para tal, foram utilizados índices morfométricos que são atualmente utilizados de forma exclusiva para divisores de drenagem, como o Índice de Assimetria de Divisor (IAD) utilizado para medir o grau de assimetria de um determinado divisor, o índice de valor de Chi, que comumente é utilizado de maneira visual para estabelecer diferenças entre os canais que se encontram nos flancos do divisor, e o índice de declividade normalizada (Ksn), que podem medir o grau do potencial erosivo dos canais fluviais, de maneira que se possa estabelecer uma correlação com o possível avanço das cabeceiras.

Assim, o presente estudo buscou analisar o setor do divisor de drenagem entre o médio curso da bacia do rio Ipanema e o alto curso da bacia do rio Paraíba do Meio. A escolha do objeto do estudo se deu sobretudo, pelas características vetoriais que podem ser observadas no alto curso da bacia hidrográfica do rio paraíba do meio, levando em consideração o contexto geomorfológico no qual as bacias estão ineridas.

Figura 1 - Contexto geomorfológico e localização do objeto de estudo.



Fonte: Corrêa et al., (2010), modificado pelos autores (2023).

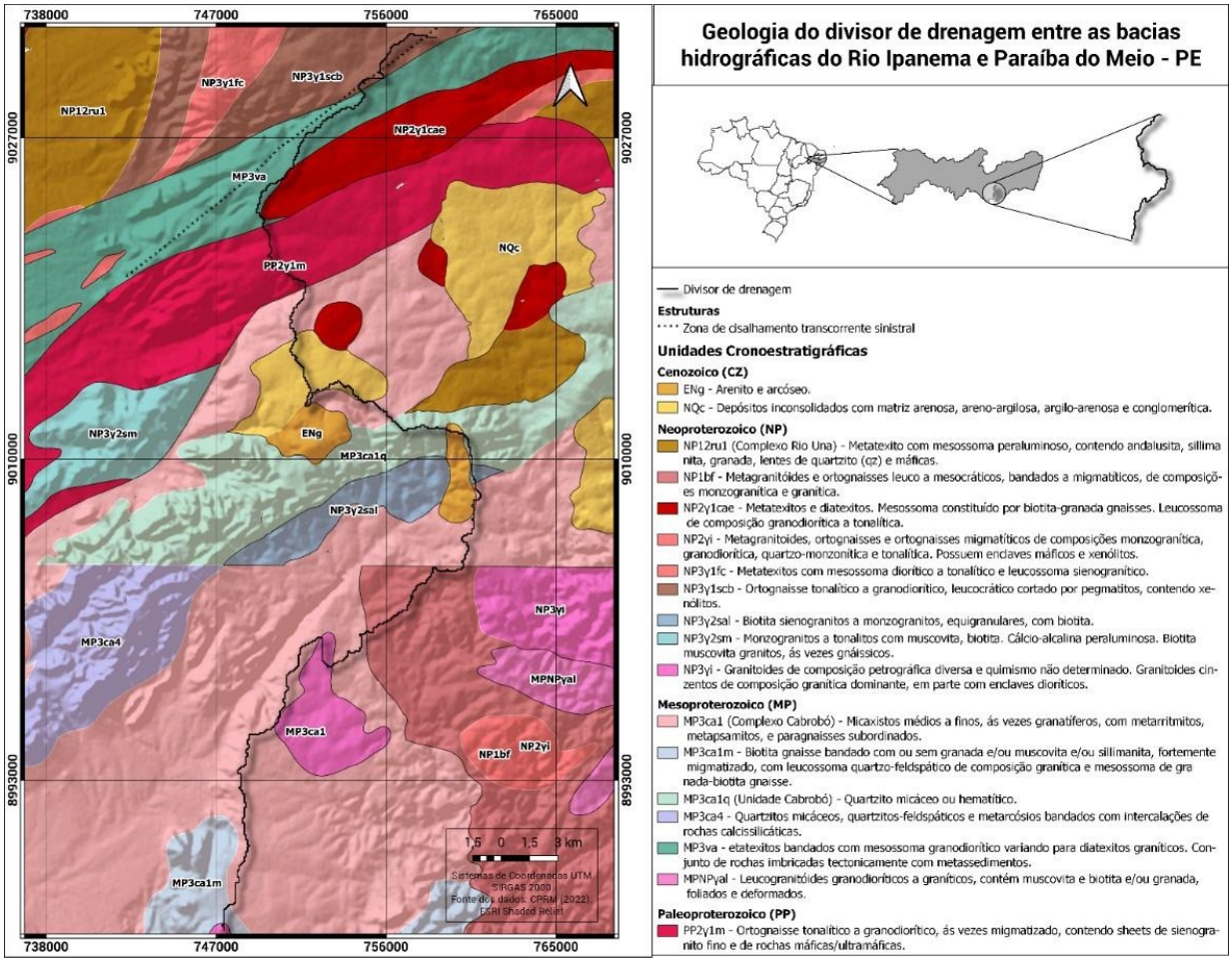
À leste do divisor, setores de topografia elevada se destacam na paisagem, delimitados por knickpoints com declives que o separam das superfícies da rebaixadas no seu entorno (CORRÊA et al, 2019). Conhecido como Planalto da Borborema, esses setores remontam aos pulsos epirogênicos que ocorreram durante o riftamento de Gondwana que ocorreu no período triássico entre 251 e 201 Ma (CORRÊA, 2001).

Este setor se localiza no que Corrêa et al (2010) classifica como Cimeira Estrutural Pernambuco- Alagoas, com características que resultam da combinação de fatores entre a homogeneidade litológica do maciço Pernambuco-Alagoas (Complexos Gnáissico-Migmatítico), o distanciamento da Zona Transversal e sua localização à montante de áreas escarpadas. O divisor se localiza nos arredores do patamar erosivo de Garanhuns, com superfícies elevadas (900-1000 metros) e estruturado em faixa de quartzitos relacionada ao Complexo Belém do São Francisco, do mesoproterozoico.

À oeste do divisor, a configuração geomorfológica e litológica se mostra distinta, com compartimentos rebaixados e com aspecto aplainado no setor da Depressão do São Francisco. Esse setor é estruturado em rochas metamórficas e metassedimentares em sua maioria, associados com a oregênese brasiliana do neoproterozoico (CORRÊA et al, 2019). A figura (Figura 2) representa a distribuição espacial das unidades cronoestratigráficas na área

de interesse, nela é possível identificar associações tipos rochosos que compõem a região. Dessa forma, se observa um predomínio de rochas do período proterozóico de 2,5 Ga a 538 Ma.

Figura 2 - Mapa geológico do divisor de drenagem entre a BHRI e BHPM – PE.



Fonte: CPRM (2004), organizado pelos autores (2023).

As unidades não se restringem a determinada porção dos divisores, com rochas cenozoicas (CZ), neoproterozoicas (NP), mesoproterozoicas (MP) e paleoproterozoicas (PP) identificadas à leste e oeste, tanto no planalto da Borborema quanto na Depressão do São Francisco.

Cronologicamente as rochas cenozoicas são os litotipos mais recentes da área de estudo, com duas classes de rochas sedimentares. Arenitos, arcóseos e depósitos inconsolidados arenosos destoam das rochas cristalinas dos compartimentos geomorfológicos delimitados pelos divisores.

Em maior representação se expressam as rochas da era neoproterozoica, com nove unidades litológicas de rochas cristalinas graníticas ou gnáissicas. Onde as unidades mais

antigas com idade mínima de 720 a 635 Ma são metamórficas, enquanto as mais recentes com idade que vão de 635 a 541 Ma apresentam predomínio granítico.

Também com grande expressão, seis unidades remontantes à era mesoproterozoica foram detectadas. As rochas do Complexo Cabrobó (MP3ca1) se destacam, com litotipos metamórficos em abundância, porém também se evidenciam rochas intrusivas em menor quantidade (MPNPγal).

As rochas mais antigas pertencem à era paleoproterozoica, com apenas duas classes identificadas de rochas metamórficas (PPγcg, PP2γ1m) compostas por ortognaisses que apresentam idade mínima de 1,6 Ga e máxima de 2,5 Ga de anos.

Procedimentos metodológicos

Para a aplicação dos índices utilizados no presente trabalho, foram utilizadas imagens do Modelo Digital de Elevação com resolução de 30m (GLO-30), adquiridas a partir da base de dados OpenTopography. Ressalta-se ainda que para melhor aplicação dos métodos propostos foram selecionadas bacias de segunda ordem de hierarquia (Figura 4a) (STRAHLER, 1952) no entorno do divisor analisado.

Índice de Valores de χ

Soille et al. (2003) analisaram uma rede de divisores de drenagem, observando sua geometria plana e topografia, a partir um Modelo Digital de Elevação (MDE), e constataram que podem existir padrões específicos com relação ao número e comprimento de segmentos de divisores de drenagem, quando aplicada análise estatística sobre estes valores em diferentes ordens. Para tal, as análises topográficas são realizadas com base em métricas que são determinadas para todo o MDE, e que são posteriormente associadas ou mapeadas para dividir as bordas e segmentos inteiros de divisores.

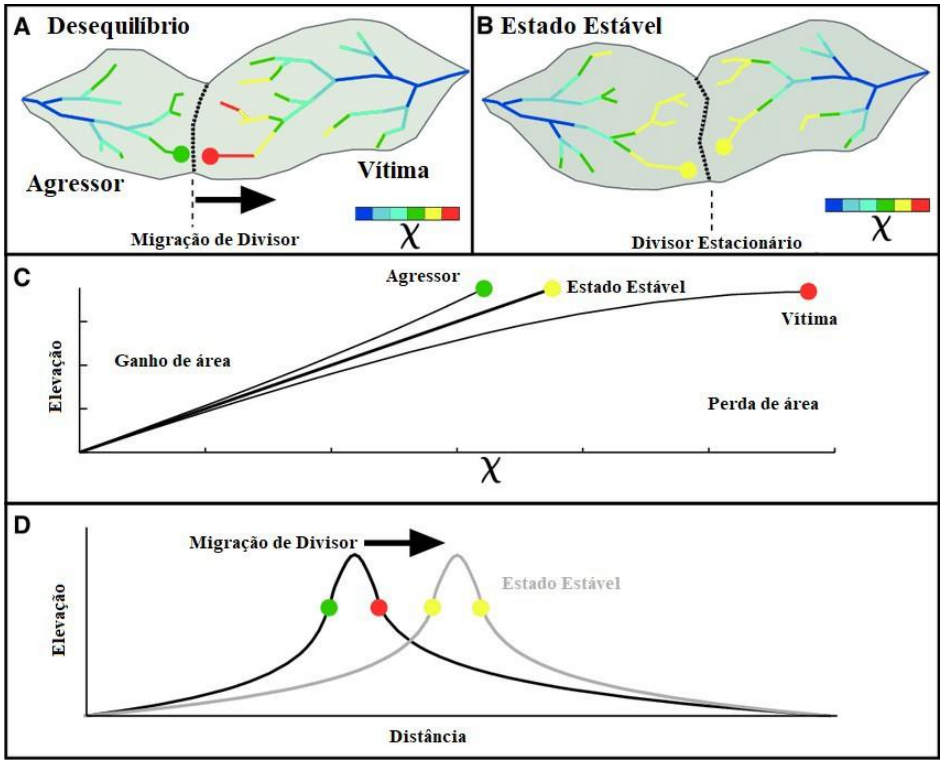
Como métricas topográficas para análise de divisores, Scherler e Schwanghart (2020a, 2020b), incluíram elevação (z), relevo de encosta (HR) e distância horizontal de fluxo até a rede de drenagem (FD), também incluíram os cálculos de valores de χ em ambos os lados de um divisor, utilizando uma área de referência A0 de 1m², uma concavidade de referência θref de 0,45 e definindo o número de base de xb de 0 na borda do domínio do modelo (PERRON e ROYDEN, 2013):

$$\chi = \int_{\chi_b}^{\chi} \left(\frac{A_0}{A(\chi')}\right)^{-\theta_{ref}} dx'$$

O índice de valores χ foi reinterpretado por Willet et al. (2014) para inferir desequilíbrios geométricos de bacias de drenagem baseado unicamente nas distâncias e

áreas de drenagem. Valores semelhantes de χ em lados opostos de divisores revelariam equilíbrio topológico e o contraste, desequilíbrio, com o divisor migrando em direção ao maior valor de χ (o lado de valor menor de χ consome o lado de maior χ, assemelha-se aos contrastes de elevação).

Figura 3 - Reorganização da bacia de drenagem e valores de chi.



Fonte: modificado após Willett et al. (2014).

Índice de Inclinação de Canal (Ksn)

O ksn ou índice de inclinação do canal normalizado é uma das diversas métricas para análise de processos de incisão fluvial, processos estes que são favorecidos por canais fluviais caracterizados por vazão e declividade, como também exposição de rochas de baixa resistência frente a processos denudacionais (PEIFER et al. 2020).

O presente índice é representado pela seguinte equação:

$$S = K_{sn} A^{-\theta_{ref}}$$

Onde:

S representa a declividade local dos canais fluviais;

A representa a área de drenagem;

Ksn descreve o gradiente de canal normalizado e

θref se refere a concavidade de referência fixa, com o valor de 0,45 que é frequentemente usado para facilitar a comparação de valores de ksn entre diferentes paisagens (WOBUS et al., 2006; KIRBY e WHIPPLE, 2013).

O Ksn permite a comparação da declividade dos canais em diferentes áreas de drenagem. Além disso, os valores de Ksn exibem uma correlação significativa com as taxas de erosão médias da bacia determinadas a partir do estudo de caso de Liu et al. (2021), que revelou que as variações relativas na taxa de erosão podem ser inferidas combinando a inclinação média do canal normal da bacia e o ângulo da encosta da bacia.

Índice de Assimetria de Divisor (IAD)

A análise da rede de divisores parte de sua geometria plana e sua relação com a topografia. A geometria plana é estudada por meio de estatística do número e do comprimento de seguimentos de divisor de diferentes ordens. Já as análises topográficas são baseadas em métricas determinadas para todo o MDE e que são associadas as bordas dos divisores e a seguimentos de divisor inteiros (SCHERLER e SCHWANGHART, 2020a).

Como métricas topográficas, os autores fazem uso do relevo de encosta (HR) e da distância horizontal de fluxo para a rede de cursos d'água (FD).

HR foi definido como a diferença de elevação entre o ponto do divisor e o ponto do rio para onde ele flui. Para quantificar a assimetria morfológica de um divisor, Scherler e Schwanghart (2020a), propuseram a utilização da diferença entre o relevo de encosta entre divisores (ΔHR), normalizada pela soma da diferença de relevo de encosta entre divisores (ΣHR), e o valor absoluto dessa relação denominado Índice de Assimetria de Divisor (IAD):

$$IAD = \left|\frac{\Delta HR}{\Delta HR}\right|$$

O índice de assimetria do divisor (IAD) varia entre 0 para divisores totalmente simétricos e 1 para os mais assimétricos. Note que este índice é baseado apenas nos valores de relevo de encosta (HR). Teoricamente, um divisor com quantidades iguais de relevo de encosta de ambos os lados, mas contrastes na distância de fluxo (FD) e, portanto, no ângulo de inclinação, resultaria em um DAI de zero. No entanto, devido à definição de cursos d'água por uma área mínima de drenagem, isso raramente ocorre. Além disso, tais casos podem ser identificados por diferenças de fluxo através do divisor (FD) entre os flancos opostos do divisor (Scherler e Schwanghart, 2020a).

Resultados

O índice de valores de χ apresenta a dinâmica dos avanços das cabeceiras de drenagem sobre o divisor de drenagem, tal métrica derivada por Perron e Royden (2013), foi reinterpretada por Willet et al. (2014) para inferir desequilíbrios geométricos de bacias de

drenagem baseado unicamente nas distâncias e áreas de drenagem. Valores semelhantes de χ em lados opostos de divisores revelariam equilíbrio topológico e o contraste, desequilíbrio, com o divisor migrando na direção de maior χ (o lado de baixo χ consome o lado de maior χ, semelhante aos contrastes de elevação).

Desta forma, com a aplicação do presente índice, as cabeceiras de drenagem analisadas não possuem grandes divergências em seus valores, alterando entre qual dos flancos está avançando sobre o outro (Figura 4c), dentro deste cenário, se tratando exclusivamente do índice de valores de χ, seria possível levantar a hipótese de que o divisor em apreço se encontraria em estado estacionário, tendo em vista de em sua grande maioria as cabeceiras possuem valores de χ muito semelhantes.

Contudo, Royden e Perron (2013) e Willett et al. 2014, os valores de χ ao longo dos canais sofrem influência direta da escolha do nível de base, podendo levar a contrastes espúrios em lados opostos de divisores e uma interpretação errônea da direção de migração do divisor. Desta maneira o uso das métricas de Gilbert são de grande importância para análise de divisores (WHIPPLE et al., 2017).

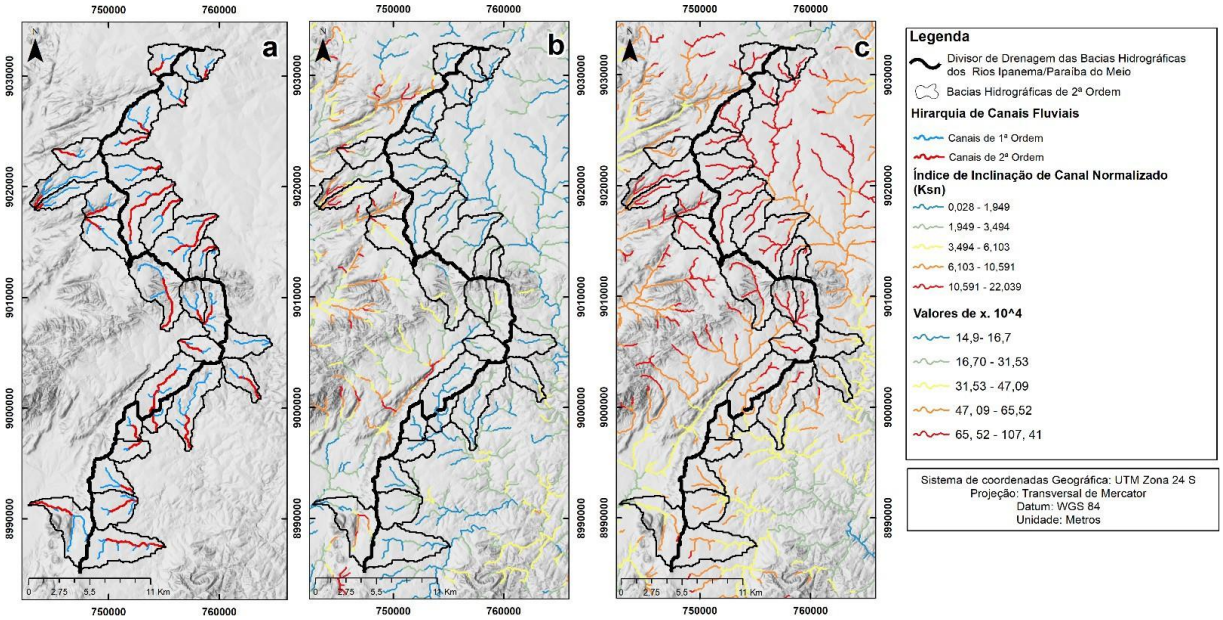
Logo, o uso o índice de valores de χ se torna útil em conjunto com outros índices que auxiliem na compreensão das dinâmicas pertencentes as cabeceiras e divisores de drenagem, como serão abordados nessa seção.

A declividade de um canal de drenagem normalizada pela área de drenagem à montante de um θ de referência que é mostrada pela métrica Ksn e foi somada às métricas de Gilbert como indicadora de contrastes erosivos em lados opostos de divisores de drenagem como apontam Whipple e Tucker (1999) e Snyder et al. (2000).

Conforme dito anteriormente, o divisor migra na direção da menor taxa de erosão, de forma geral, isto requer que um lado possua menor declividade e nível de base mais elevado, e outro lado com declividade mais acentuada e nível de base rebaixado.

A aplicação de índice de declividade normalizada (Ksn) apontou que em sua maioria, as taxas de erosão mais elevadas encontram-se nas cabeceiras do flanco da BHRI, indicando assim um avanço destas sobre as cabeceiras do flanco da BHRPM (Figura 4b).

Figura 4. Morfometria de canais fluviais. (a) Hierarquia Fluvial; (b) ksn; (c) valores de χ.



Fonte: Os autores (2023).

Tal contexto também pode ser efeito das características do relevo pertencente ao flanco da BHRI, onde há um setor escarpado favorecendo os processos erosivos, assim com a presença de feições erosivas.

Com os dados de IAD exportados, foi possível observar que em grande parte de sua extensão, o divisor apresenta grande variação nos valores de assimetria variando entre 0,0 e 0,95; contudo se tratando dos valores mais elevados é possível observar uma maior concentração no setor nordeste do divisor, já os valores mais baixos concentram-se no setor central do divisor, salvo um pequeno trecho que se encontra no setor sudoeste do divisor (Figura 5).

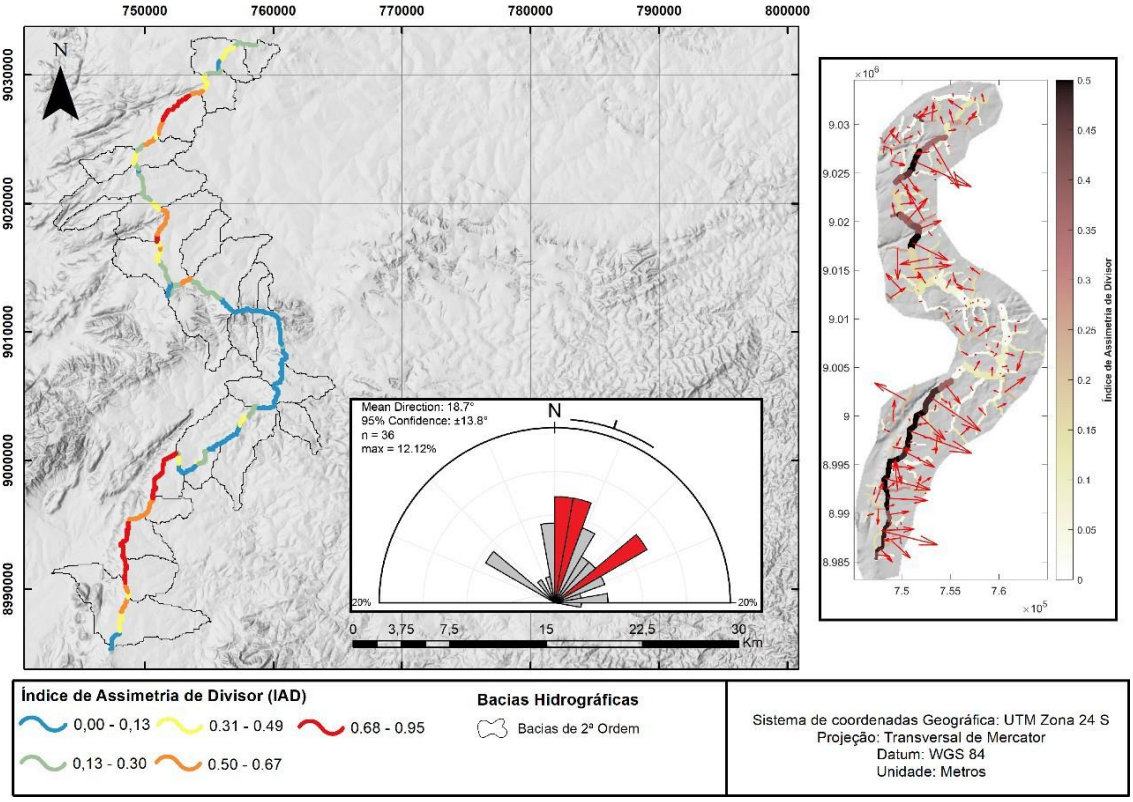
Desta forma, dentro do proposto com aplicação do IAD, é possível afirmar que os valores de assimetria em toda a extensão do divisor, há uma distribuição de valores médioalto (0, 49 – 0,95) nas extremidades do divisor, e valores médio-baixos (0,00 – 0,31) em setores centrais do divisor, indicando diferentes graus de assimetria do divisor, logo, o divisor em questão é um divisor assimétrico.

Outro dado importante que foi obtido com aplicação do IAD é uma previsão da direção de migração do divisor, observada através das setas que apontam a direções preferenciais de assimetria de cada setor do divisor. A partir dos azimutes gerados em ambientes GIS para setas indicadoras, foi confeccionado um diagrama de roseta para inferir o sentido da direção preferencial do divisor como um todo, onde em sua maioria o setor do

divisor tem sua direção de migração preferencial que ruma em direção à Nordeste (NE) (Figura 5).

Dentro deste contexto as cabeceiras da BHRI estão avançando sobre as cabeceiras da BHRPM, logo, a BRHRM está em processo de perda de áreas para a BRHI.

Figura 5 - Índice de Assimetria de Divisor e direção preferencial de assimetria de divisor.



Fonte: Os autores (2023).

Considerações Finais

A aplicação dos índices aqui utilizados, tanto para as cabeceiras, quanto para o divisor produziu resultados significativos, no que se trata da aplicação de índices relativamente novos, como por exemplo o IAD, que faz uso das clássicas métricas de Gilbert, onde é possível obter dados que revelam a assimetria do divisor e sua instabilidade, bem como o sentido preferencial de seu movimento, traçando relações entre o avanço de cabeceiras de drenagem sobre o divisor de drenagem.

O índice de declividade normalizada (Ksn) também se mostrou uma excelente ferramenta para a identificação de taxas erosivas e possíveis avanços de cabeceira, tendo em vista que é um dos principais índices que apontam tal avanço, além de corroborar com os resultados alcançados com o índice de assimetria de divisor (IAD), que identifica setores assimétricos de um divisor, bem como prevê uma direção preferencial de migração para o mesmo. O divisor analisado possui características de um divisor assimétrico, e possui um

provável movimento de migração para Nordeste (NE), que corrobora com o avanço das cabeceiras da BHRI sobre o divisor, de forma a agir como um agressor, onde eventualmente assimilará as áreas das cabeceiras pertencentes a BHRPM.

Possibilitando processos de captura fluvial por recuo de cabeceiras de drenagem, cabe ressaltar a presença do setor escarpado localizado no flanco da BHRI, onde é possível observar feições erosivas que podem ser compreendidas como mais um indicio para o avanço das cabeceiras sobre a BHRPM.

Desta forma se tratando o uso da metodologia para estabelecer as dinâmicas de divisor de drenagem e cabeceiras de drenagem em conjunto com outros índices morfométricos clássicos em analises geomorfológicas, apresentam-se resultados satisfatórios, tendo em vista que os resultados alcançados com a compilação de tais índices, trazem complementos uns aos outros, assim como em outros tipos de análise da paisagem.

Referências

CORRÊA, Antonio Carlos de Barros et al. Megamorfologia e morfoestrutura do Planalto de Borborema. Revista do Instituto Geológico, v. 31, n. 1-2, p. 35-52, 2010.

CORRÊA, Antonio Carlos de Barros et al. The semi-arid domain of the Northeast of Brazil. In: The Physical Geography of Brazil. Springer, p. 119-150, Cham, 2019.

GILBERT, G.K. Geological investigations in the Henry Montains, Utah. American Nature, v.2, p.447p, 1899.

LIU. F., YAO, X., LI, L. Applicability of Geomorphic Index for the Potential Slope Instability in the Three River Region, Eastern Tibetan Plateau. Sensors (Basel). 2021 Sep 29;21(19):6505. doi: 10.3390/s21196505. PMID: 34640823; PMCID: PMC8512713.

PEIFER, D., CREMON, E. H., & Alves, F. C. (2020). FERRAMENTAS MODERNAS PARA A EXTRAÇÃO DE MÉTRICAS DE GRADIENTES FLUVIAIS A PARTIR DE MDES: UMA REVISÃO. Revista Brasileira De Geomorfologia,21(1). https://doi.org/10.20502/rbg.v21i1.1732

PERRON, J.; ROYDEN, L. An integral approach to bedrock river profile analysis. Earth Surface Processes and Landforms, v. 38, p. 570-576, 2013.

SCHERLER, D., SCHWANGHART, W. Drainage divide networks – Part 1: Identification and ordering in digital elevation models. Earth Surface Dynamics, 8, 245–259, 2020a.

SCHERLER, D., SCHWANGHART, W. Drainage divide networks – Part 2: Response to perturbations. Earth Surface Dynamics, 8, 261-274, 2020b.

SNYDER, N.; WHIPPLE, K.; TUCKER, G.; MERRITTS, D. Landscape response to tectonic forcing: DEM analysis of stream profiles in the Mendocino triple junction region, northern California. Geol. Soc. Am. Bull., v. 112, n. 8, p. 1250-1263, 2000

SOILLE, P., J. VOGT, AND R. COLOMBO, Carving and adaptive drainage enforcement of grid digital elevation models, Water Resour. Res., 39(12), 1366, doi:10.1029/2002WR001879, 2003.

STRAHLER, A.N. Hypsometric (area-altitude) analysis and erosional topography. Geological Society of America Bulletin, v. 63, p. 1117-1142, 1952.4

WHIPPLE, K. X., A. M. FORTE, R. A. DIBIASE, N. M. GASPARINI, AND W. B. OUIMET (2017),

Timescales of landscape response to divide migration and drainage capture: Implications for the role of divide mobility in landscape evolution, J. Geophys. Res. Earth Surf., 122, 248–273, doi:10.1002/ 2016JF003973.

WHIPPLE, K. X.; DIBIASE, R. A.; CROSBY, B. T. Bedrock rivers. In: SHRODER, J. (org.) Treatise on Geomorphology. San Diego: Ed. Academic Press, 2013. p. 550–573.

WHIPPLE, K. X.; TUCKER, G. E. Dynamics of the stream power river incision model: Implications for height limits of mountain ranges, landscape response timescales, and research needs. Journal of Geophysical Research: Solid Earth, v. 104, n. B8, p. 17661-17674, 1999.

WILLETT, S. D.; MCCOY, S. W.; PERRON, J. T.; GOREN, L.; CHEN, C. Dynamic reorganization of river basins. Science, v. 343, 1117-1127, 2014.

WOBUS, C.; WHIPPLE, K.X.; KIRBY, E.; SNYDER, N.; JOHNSON, J.; SPYROPOLOU, K.; CROSBY, B.; SHEEHAN, D. Tectonics from topography: Procedures, promise, and pitfalls. Special papers- geological society of america, v. 398, p. 55, 2006. DOI: 10.1130/2006.2398(04).

Investigação preliminar sobre a gênese de um Planossolo Nátrico no município de Ouro Branco - RN

Preliminary investigation about a Planossolo Nátrico genesis in the Ouro Branco municipality - RN

Francisco das Chagas Araújo de Paiva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0009-0007-9980-8788
francisco.paiva.700@ufrn.edu.br

Isabella Medeiros Silva
Universidade Federal de Viçosa
https://orcid.org/0000-0002-2047-5033
isabella.medeiros@ufv.br

João Santiago Reis
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-3516-4334
joao.reis@ufrn.br

Resumo: O estudo teve como objetivo fazer inferências sobre o material origem de um Planossolo Nátrico, localizado em um suposto terraço fluvial, para identificar se houve contribuição de materiais alóctones durante a formação do solo. Um perfil de solo foi descrito morfologicamente e foram coletadas amostras de seus horizontes pedogenéticos para análises físicas e químicas, além de amostras para realização de fracionamento de areia para verificação de descontinuidade litológica/sedimentar. Foi realizada quantificação das classes areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina e areia muito fina, e métodos estatísticos foram utilizados para obtenção do diâmetro médio, mediana do diâmetro, grau de seleção, assimetria e curtose. Através dos resultados, verificou-se que não há ocorrência de variação vertical significativa de distribuição de teores de classes granulométricas da fração areia, caracterizando o material de origem do solo como autóctone, ou seja, o solo é formado a partir do intemperismo de materiais *in situ*.

Palavras-chave: Planossolos; Solos do semiárido; Material de origem; Solos de várzea.

Abstract: The study aimed to make inferences about the parent material of a Planossolo Nátrico, located on a supposed river terrace, to identify whether there was a contribution of allochthonous materials during soil formation. A soil profile was morphologically described and samples of its pedogenetic horizons were collected for physical and chemical analyses, in addition to samples for sand fractionation to verify lithological/sedimentary discontinuity. Quantification of the classes very coarse sand, coarse sand, medium sand, fine sand and very fine sand was carried out, and statistical methods were used to obtain the mean diameter, median diameter, degree of selection, asymmetry and kurtosis. Through the results, it was verified that there is no occurrence of significant vertical variation in the distribution of grain size classes of the sand fraction, characterizing the soil source material as autochthonous, that is, the soil is formed from the weathering of *in situ* materials.

Keywords: Planossolos; Semiarid soils; Source material; Lowland soils.

Introdução

A região do Semiárido Nordestino é singular em suas características geoambientais, que exercem influência direta sobre sua dinâmica ecológica e edafológica. Com temperaturas elevadas e um regime de chuvas escassas e irregulares, esse ambiente enfrenta desafios

constantes relacionados à disponibilidade hídrica (SILVA et al., 2010). Essas particularidades climáticas estão intrinsecamente ligadas aos tipos de vegetação presentes e aos processos de formação e degradação do solo na região (AB'SABER, 2003).

A Caatinga abriga uma diversidade biológica única, adaptada às condições extremas do Semiárido, sejam estas relacionadas a seu clima e/ou seus solos (LEAL et al., 2007). Contudo, sua vegetação e ecossistemas enfrentam ameaças crescentes devido às mudanças climáticas e à atividade humana, que podem acelerar a degradação do solo e da vegetação (MMA, 2016). A combinação de fatores climáticos e antrópicos contribui para o fenômeno da desertificação, que compromete ainda mais a sustentabilidade da região (PACHÊCO & FREIRE & BORGES, 2006).

A desertificação e a degradação do solo na Caatinga têm impactos significativos na área do Seridó Potiguar, onde o município de Ouro Branco (RN) integra o Núcleo de Desertificação do Seridó. Este núcleo apresenta desafios adicionais devido às características geomorfológicas e edáficas únicas (PEREZ-MARIN et al., 2012), e conhecer profundamente a dinâmica natural dos elementos que compõem a paisagem regional é de extrema importância para avaliar e monitorar os processos de degradação atuantes no meio.

Nesse contexto, ganham relevância os Planossolos como um dos principais tipos de solo presentes na região. Segundo Jacomine (1996), esses solos compreendem cerca de 10,5% da extensão total da Caatinga, exibindo características próprias, como horizontes de acúmulo e alteração, que refletem processos de formação específicos. A gênese dos Planossolos é influenciada pelas condições hidrológicas e geomorfológicas locais, proporcionando informações sobre a dinâmica e interações dos componentes da paisagem (ARAÚJO FILHO et al., 2017).

De acordo com Santos et al. (2018), os Planossolos revelam capacidade de drenagem inadequada devido à formação de horizonte subsuperficial adensado, resultado do elevado incremento de argila em subsuperfície, e são comumente encontrados em posições mais baixas da paisagem, onde estão ou já estiveram sujeitos a condições de saturação por água. Tipicamente, exibem notável discrepância entre os horizontes A ou E e B, resultante de transições texturais abruptas, incluindo um horizonte superficial de textura mais arenosa e um horizonte subsuperficial (B plânico) imediatamente subjacente, que frequentemente possui teor de argila muito mais elevado do que o horizonte sobrejacente (SANTOS et al., 2018).

Alguns pesquisadores sugerem que a formação do gradiente textural nestes solos pode ser resultado de processos pedogenéticos como a argiluviação, destruição da argila por ferrólise nos horizontes superficiais, formação *in situ* de argila em subsuperfície, perda seletiva de argila nos horizontes A e E (elutriação), ou por soterramento das camadas inferiores do

solo a partir de processos deposicionais coluviais ou aluviais (PEDROTTI et al. 2003; OLIVEIRA, 2007; PARAHYBA & SANTOS & ROLIM NETO, 2009; PARAHYBA et al., 2010).

Diante do exposto, este estudo teve como objetivo fazer inferências sobre o material origem de um Planossolo Nátrico, localizado em um suposto terraço fluvial, para identificar se houve contribuição de materiais de origem autóctones ou alóctones durante a formação do solo. Materiais de origem autóctone correspondem a materiais originados pela transformação/intemperismo das rochas situadas no próprio local, enquanto os materiais de origem alóctone referem-se a sedimentos transportados e depositados ao longo das variações do fluxo do rio (aluviais) ou da dinâmica das vertentes (coluviais), denotando descontinuidade litológica ou deposicional (VIANA & DONAGEMMA, 2017).

A compreensão da proveniência do material de origem permite uma análise mais aprofundada das influências históricas e geológicas que moldaram a formação do solo, enriquecendo o entendimento acerca dos processos pedogenéticos e da dinâmica ambiental da região.

A pesquisa sobre a gênese dos solos no Seridó Potiguar não apenas contribui para o avanço do conhecimento científico em Pedologia, mas também fornece subsídios importantes para o manejo sustentável dos recursos naturais. Compreender as relações entre os fatores de formação dos solos, os processos pedogenéticos e as características do ambiente é fundamental para identificar o percurso de gênese dos solos na região do Semiárido Nordestino.

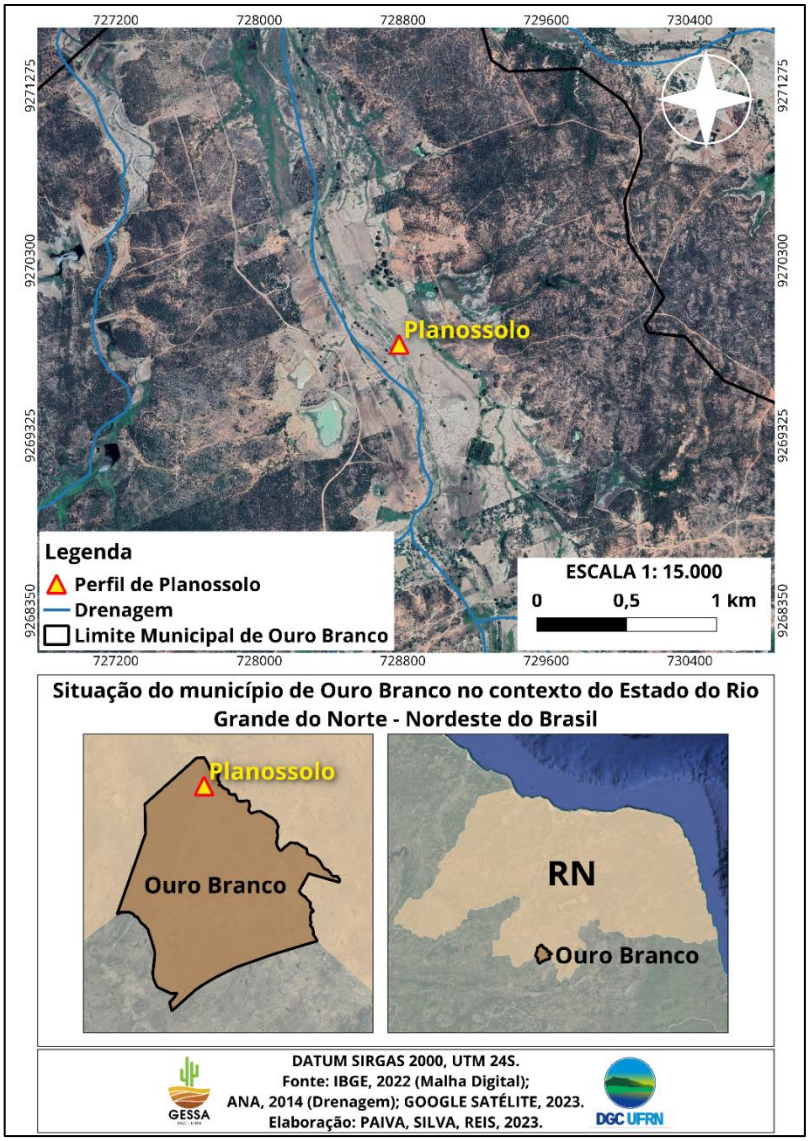
Material e Métodos

Caracterização da área de estudo

A área de estudo está situada na zona rural do município de Ouro Branco, no estado do Rio Grande do Norte (Figura 1). O perfil de solo encontra-se em ambiente fluvial, próximo ao rio São José, drenagem que integra a bacia hidrográfica do rio Barra Nova. O município possui área equivalente a 253 km² (IBGE, 2022), e está inserido no Seridó Potiguar, bem como na região intermediária e imediata de Caicó – RN (IBGE, 2017).

Em seu contexto geomorfológico regional, integra a Superfície Aplainada Sertaneja (Depressão Sertaneja), que passou por um processo de nivelamento da superfície formando pediplanos (AB’ SABER, 1969). Destaca-se pelo relevo suavemente ondulado a plano, com altitude entre 50 e 300 metros (MAIA & BEZERRA, 2014). No que se refere ao relevo local, apresenta superfície plana com declividade inferior a 3%.

Figura 1 – Mapa de localização do perfil de solo analisado.



Fonte: Os autores (2023).

O clima da região se enquadra no tipo BSh de Koppen (ALVARES et al., 2013), caracterizado por um índice pluviométrico anual baixo e alta taxa de evapotranspiração. A precipitação registrada na região está abaixo de 700 milímetros ao ano, geralmente concentrada em dois a quatro meses. A temperatura média mensal varia entre 25,7 ºC e 26,7 ºC, sendo a mínima absoluta aproximadamente 18,3 ºC e a máxima entre 32 ºC e 35 ºC (JESUS & MATTOS, 2013; LUCENA et al., 2013).

A geologia local é composta pela Formação Seridó com predomínio de micaxistos, incluindo a variedade granada micaxisto, que são rochas metamórficas que se formam sob condições de alta pressão e temperatura do período Ediacarano (CHAGAS et al., 2018). Além disso, ocorrem associações com minerais como cordierita, silimanita, estaurolita e andaluzita (ANGELIM et al., 2007; COSTA et al., 2019).

De acordo com IBGE (2012), a vegetação de caatinga da região é categorizada como savana estépica, com predominância da caatinga hiperxerófila. A cobertura vegetal exibe porte arbóreo-arbustivo proeminente, composto por espécies adaptadas às condições de escassez hídrica (xerófitas) e aquelas que perdem folhas sazonalmente (decíduas). Notavelmente, destaca-se a presença de um estrato herbáceo bem definido durante os períodos chuvosos, indicando a influência das chuvas na estrutura do ecossistema (COSTA et al., 2009).

Em relação aos solos, o contexto regional abrange um mosaico de feições pedológicas com o predomínio de Luvissolo Crômico e Neossolo Litólico, associados a Neossolo Regolítico, Neossolo Flúvico, Planossolos e Argissolos (BRASIL, 1981; JACOMINE et al., 1971).

Seleção e coleta de amostras de solo

O perfil de Planossolo Nátrico foi selecionado para análise devido à sua localização em um ambiente fluvial, com a suposição de representar um terraço fluvial conforme sua posição na paisagem (Figura 1). A identificação da drenagem, assim como padrões superficiais em imagens foi realizada por meio de produtos de sensoriamento remoto, seguida por uma expedição de campo agosto de 2022, durante a qual ocorreu o reconhecimento do terreno e a coleta de amostras de solo.

Foi realizada descrição morfológica de um perfil de solo e coleta de amostras de seus horizontes pedogenéticos segundo o Manual de Descrição e Coleta de Solos no Campo (SANTOS et al., 2015). O horizonte A foi coletado na profundidade entre 0 e 30 cm, o horizonte E de 30 a 50 cm, o horizonte Btn1 de 50 a 90 cm e, finalmente, o horizonte Btn2 de 90 a 150 cm.

Para verificação da hipótese de o material de origem do solo ser alóctone ou autóctone, foram coletadas amostras a cada 10 cm do perfil de solo, desde a superfície até a profundidade de 120 cm, totalizando 12 amostras. Variações verticais significativas nos teores das diferentes classes de tamanho de areia indicam que há descontinuidade litológica ou deposicional (sedimentos) no material de origem de um solo, indicando origem alóctone (QUEIROZ NETO, 2001)

Após a coleta, todas as amostras foram submetidas a secagem à sombra, destorroamento e peneiramento em malhas com abertura de 2 mm, obtendo-se assim a terra fina seca ao ar (TFSA) para a realização das análises físicas e químicas.

Análises Laboratoriais

As 4 amostras dos horizontes pedogenéticos do perfil de solo foram submetidas a análise granulométrica e análises químicas segundo Teixeira et al., (2017).

Amostras de cada horizonte foram submetidas a dispersão com solução de hexametafosfato de sódio ($(NaPO_3)_6$) tamponada com carbonato de sódio (Na_2CO_3) em agitador do tipo Wagner a 50 rpm por 16 horas. Após agitação, a fração areia foi obtida por tamisação ficando retida em malha de 0,053 mm, e logo após secagem em estufa a 105 °C por 24 horas. Depois de seca, a fração areia foi separada em areia grossa e areia fina após tamisação em malha de 0,212 mm (TEIXEIRA et al., 2017). Posteriormente foram aferidas as massas de cada uma destas frações em balança analítica de precisão.

As frações de silte e argila, que passaram pela malha de 0,053 mm, foram acondicionadas em provetas de 500 ml para serem separadas por sedimentação. Após agitação das provetas, 25 ml de solução foram coletados (silte + argila), e após quatro horas de sedimentação do silte, outra alíquota de 25 ml de solução contendo apenas argila foram coletados. As alíquotas de silte + argila e argila coletadas e devidamente separadas foram para estufa onde passaram 24 horas sob temperatura de 105°C. Após secas em estufa, a massa das frações foi quantificada em balança analítica de precisão. Para quantificação dos teores de areia, silte e argila foram utilizados o somatório da massa das frações para posterior cálculo do teor das frações areia fina, areia grossa, silte e argila, todas as equações segundo Teixeira et al. (2017).

Ainda nas amostras dos horizontes pedogenéticos, foram quantificados os seguintes atributos químicos: pH em água; teores disponíveis de Ca^{2+}, Mg^{2+} e acidez potencial (Al^{3+}), quantificados por Espectrofotômetro de Absorção Atômica (EAA) e titulação com solução de NaOH 0,05 mol L^{-1} (Al^{3+}), após extração com solução de KCl 1 mol L^{-1}; teores disponíveis de P, K^+, e Na^+ extraídos por solução ácida Mehlich-1 (HCl 0,05 mol L^{-1} + H_2SO_4 0,0125 mol L^{-1}), dosagem com fotômetro de chama (K^+ e Na^+) e espectrômetro UV-VIS (P); e acidez potencial (H + Al) pelo método do acetato de cálcio (pH 7). O carbono orgânico total foi obtido através de oxidação por via úmida, com dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$ 0,167 mol.L^{-1}) em meio ácido (H_2SO_4, d = 1,84). De posse desses resultados foram calculados a soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva (t) e potencial (T), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%), e índice de saturação por sódio (ISNa).

As 12 amostras coletadas a cada 10 cm (0 até 120 cm) foram submetidas a fracionamento para quantificação das diferentes classes de tamanho da fração areia seguindo metodologia descrita por Donagemma et al. (2015), e classes de tamanho segundo a distribuição do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) (CORRAL-PAZOS-DE-PROVES et al., 2022).

Cada amostra foi submetida a dispersão com solução de hidróxido de sódio (NaOH 0,1 mol L^{-1}) em agitador do tipo Wagner a 50 rpm por 16 horas.

Após agitação, a fração areia foi obtida através de tamisação ficando retida em malha de 0,053 mm e submetida a secagem em estufa a 105°C por 24 horas. Depois de seca, as amostras de areia foram submetidas a peneiramento em um agitador magnético de peneiras, fracionando-a em diferentes tamanhos. Sobre o equipamento foram empilhadas as peneiras de acordo com o tamanho de abertura de malha, sendo os tamanhos especificados no Quadro 1.

Quadro 1 – Classes de tamanho da fração areia, tamanho de abertura de malha em milímetros e faixa de diâmetro correspondente na escala phi (ϕ).

Classes	Tamanho (mm)	Diâmetro (ϕ)
AMG	2,00 – 1,00	-1 - 0
AG	1,00 – 0,50	0 - 1
AM	0,50 – 0,25	1 - 2
AF	0,25 – 0,105	2 - 3
AMF	0,105 – 0,053	3 - 4

Fonte: Os autores (2023).

As peneiras dispostas sobre o aparelho vibraram em atividade de execução por 5 minutos, fazendo com que os grãos de areia se deslocassem entre as malhas ficando retidos nas peneiras de suas respectivas faixas de diâmetro. Ao final do processo as frações retidas foram retiradas das peneiras e pesadas em uma balança analítica de precisão. A massa total de areia foi normalizada, e as porcentagens de cada fração de classe de tamanho de areia foram quantificadas.

Análise gráfica e estatística

Todas as amostras passaram por análises em duplicata, sendo definido um limite de desvio padrão menor que 5% entre as repetições. Para as amostras com desvio padrão maior do que 5%, uma terceira repetição foi executada.

Com o propósito de obter melhores parâmetros estatísticos e eficácia na interpretação e discussão dos dados resultantes das análises foi utilizado o software de análises sedimentológicas SysGran (CAMARGO, 2006). No SysGran é possível analisar as condições de deposição sedimentar, que podem ser expressas em planilhas ou gráficos, conforme a metodologia escolhida para execução. O software permite análise da massa retida em cada peneira, que têm suas aberturas representadas pelo diâmetro phi (ϕ).

No presente trabalho foram utilizados os métodos de McCammon a (1962) e Folk e Ward (1957) que forneceram a média (diâmetro médio), mediana (mediana do diâmetro), grau de seleção, assimetria e curtose.

Resultados

A análise dos horizontes A, E, Btn1 e Btn2 do Planossolo estudado permite compreender as mudanças que ocorrem em diferentes profundidades e os processos que moldam os mesmos.

No horizonte superficial A, observa-se maior presença da fração areia (Tabela 1). As frações silte e argila apresentam teores mais baixos nos horizontes A e E relativamente aos horizontes subsuperficiais, indicando predominância da fração areia.

Tabela 1 – Análise granulométrica e classificação textural dos horizontes pedogenéticos do perfil de solo analisado.

Horizonte[1]	Prof.	AG	AF	AT	Silte	Argila	Classificação Textural
	cm			g kg $^{-1}$			
A	0 - 30	36,7	737,2	773,9	154,3	71,8	Franco arenosa
E	30 - 50	63,9	623,0	686,9	252,7	60,4	Franco arenosa
Btn1	50 - 90	49,6	480,0	529,6	225,9	244,5	Franco-argilosa
Btn2	90 – 150+	37,8	484,9	522,8	271,7	205,5	Franco-argilosa

[1]Prof. - profundidade; AG - areia grossa; AF - areia fina; AT - areia total.

Fonte: Os autores (2023).

No horizonte subsuperficial Btn1 há incremento de partículas finas em comparação com o horizonte E, com aumento significativo da fração argila, sendo identificada ocorrência de mudança textural abrupta (SANTOS et al., 2018).

O horizonte Btn2 apresenta a menor quantidade de fração areia em relação aos horizontes que o antecedem. Possui quantidades significativas de partículas finas assim como o Btn1, diferenciando-se deste por possuir mais silte que argila em sua composição.

A análise dos horizontes pedogenéticos revela heterogeneidade nas proporções das diferentes frações ao longo do perfil do solo. Enquanto a presença de areia diminui com a profundidade, as frações silte e argila aumentam, resultando em texturas franco-arenosa e franco-argilosa em diferentes horizontes. Há mudança textural abrupta entre o horizonte E e Btn1, que conjugada com a estrutura em blocos angulares grandes e cor com matiz 10YR e croma menor ou igual a 3 verificadas em campo, identificam os horizontes Btn1 e Btn2 como horizonte B plânico, e o solo como Planossolo em primeiro nível categórico (SANTOS et al., 2018). O caráter sódico é evidenciado pelo índice de saturação por sódio (ISNa) maior do que

15% nos horizontes Btn1 e Btn2 (Tabela 2), identificando o solo em segundo nível categórico como Planossolo Nátrico (SANTOS et al., 2018).

Tabela 2 – Análises químicas dos horizontes pedogenéticos do perfil de solo analisado.

Horiz.[1]	pH	SB	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}	Al^{3+}	T	V	ISNa	COT
	H_2O	$cmol_c\ kg^{-1}$							%		$g\ kg^{-1}$
A	6,47	6,03	3,94	1,82	0,15	0,12	0,00	7,13	84,6	1,75	1,86
E	6,25	7,77	5,07	2,23	0,13	0,35	0,00	8,47	91,7	4,11	2,09
Btn1	6,19	21,88	9,2	7,54	0,14	5,01	0,00	22,48	97,3	22,27	1,22
Btn2	6,68	20,31	5,68	4,59	0,17	9,88	0,00	20,91	97,1	47,23	1,10

[1]Horiz. – horizonte; SB – soma de bases; Ca^{2+} - cálcio disponível; Mg^{2+} - magnésio disponível; K^{+} - potássio disponível; Na^{+} - sódio disponível; Al^{3+} - acidez trocável; T – capacidade de troca catiônica potencial; V – saturação por bases; ISNa – índice de saturação por sódio; COT – carbono orgânico total.

Fonte: Os autores (2023).

Aplicar o fracionamento da areia ao longo do perfil do solo revela informações valiosas sobre a distribuição das partículas desta fração, fornecendo pistas sobre a origem e os processos que afetaram o solo analisado durante sua formação (DONNAGEMA et al., 2015). Observando as porcentagens das diferentes frações de areia nas amostras, e considerando sua posição na paisagem, é possível identificar padrões que podem ser interpretados como desenvolvidos através de processos de sedimentação, transporte e/ou intemperismo, indicando se o material de origem do Planossolo Nátrico é alóctone ou autóctone.

De maneira geral, no perfil de solo estudado predominam as classes de tamanho areia fina (AF) e areia muito fina (AMF) em todas as amostras analisadas entre a superfície do solo e 120 cm de profundidade, como pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3 – Porcentagem relativa das classes de tamanho da fração areia do perfil de Planossolo Nátrico.

Amostras[1]	AMG	AG	AM	AF	AMF
Profundidade (cm)			%		
0 - 10	0,94	0,71	4,17	45,95	48,23
10 - 20	0,01	0,08	1,35	47,55	51,02
20 - 30	0,07	0,32	2,27	37,47	59,87
30 - 40	1,45	1,79	4,24	37,09	55,43
40 - 50	1,31	2,29	5,11	37,70	53,59
50 - 60	0,74	1,95	4,89	36,66	55,76
60 - 70	1,45	2,04	4,81	35,08	56,62
70 - 80	0,51	1,74	3,82	34,89	59,05
80 - 90	0,54	2,11	3,81	34,66	58,88
90 - 100	0,72	1,66	4,03	35,48	58,10
100 - 110	0,82	1,44	3,11	46,01	48,62

110 - 120	0,70	1,68	3,81	34,63	59,18

[1]AMG = Areia muito grossa; AG = Areia grossa; AM = Areia média; AF = Areia fina; AMF = Areia muito fina.

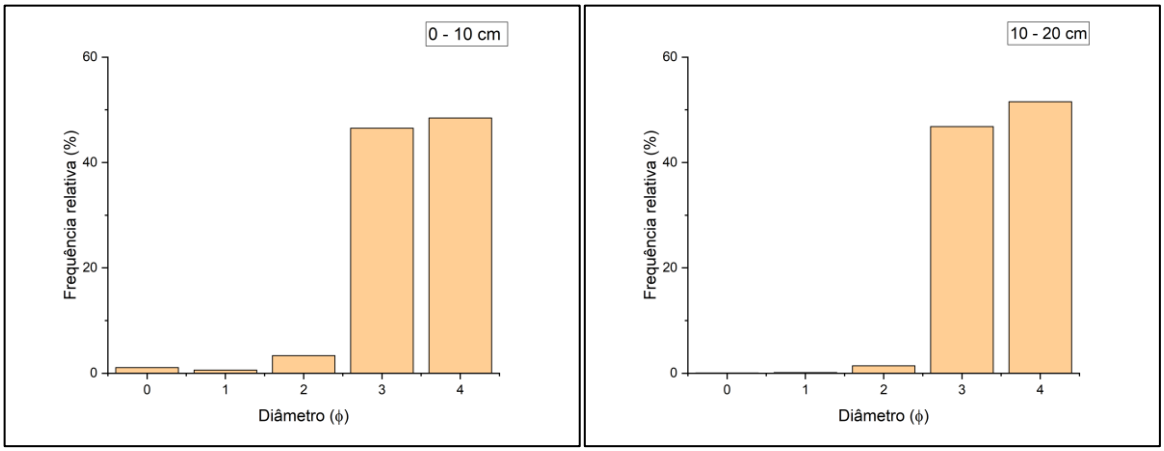
Fonte: Os autores (2023).

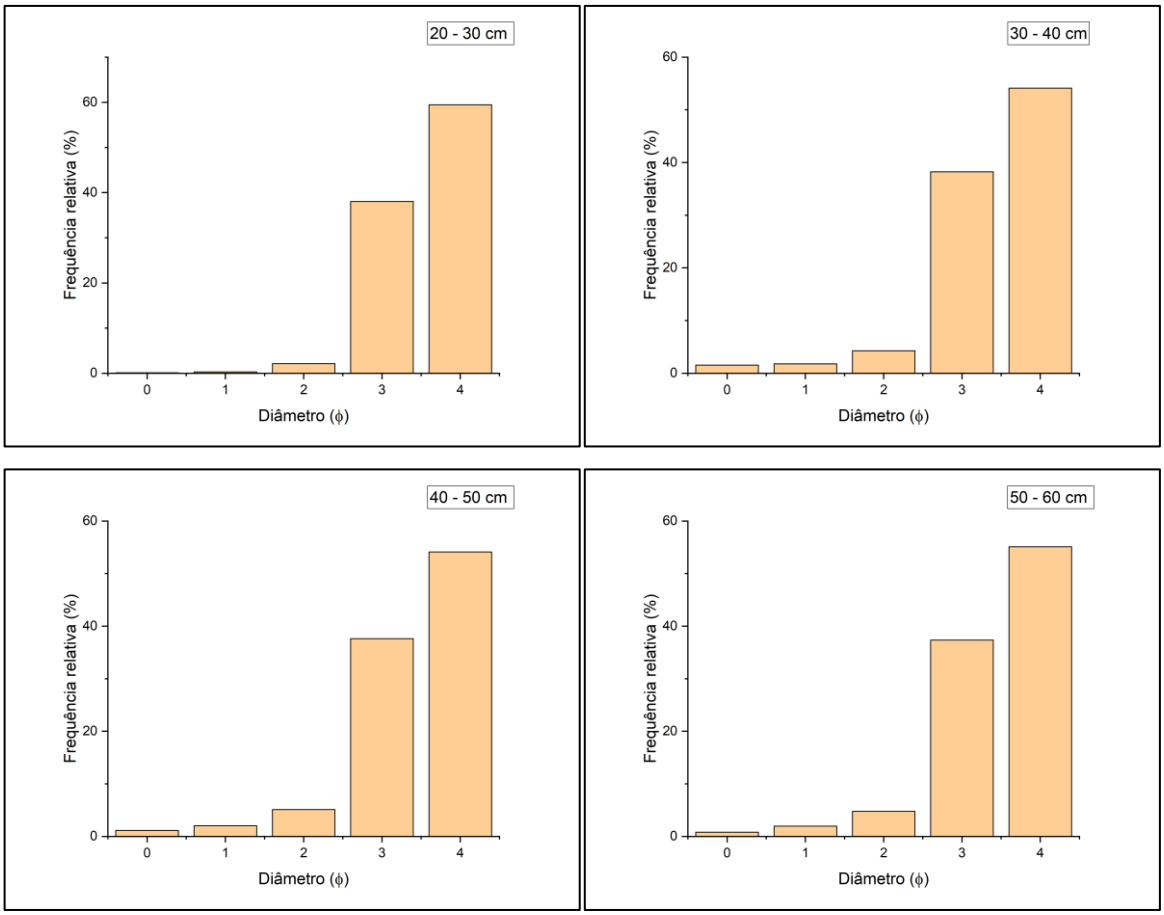
Entre a superfície do solo e 30 cm, faixa de profundidade relativa ao horizonte A, a porcentagem de AMF é alta e há presença significativa de areia fina, além de ser a profundidade onde ocorrem os menores teores de areia muito grossa (AMG). Não foram observadas a presença de calhaus ou cascalhos na superfície do solo. Na amostra 10 - 20 cm a porcentagem de AF permanece alta (47,55%), como também a de AMF (51,02%), e apresenta diminuição na porcentagem de areia média (AM) em relação a amostra anterior. Entre 20 e 30 cm a distribuição da fração areia apresenta uma mudança de diminuição relativa do teor de AF (37,47%) e incremento de AMF (59,87%).

Em 30 a 40 cm, há aumento da areia média (4,24%), com um pequeno incremento na porcentagem de AMG (1,45%) e areia grossa (AG) (1,79%). Entretanto, a porcentagem de AF e AMF continuam consideravelmente maiores em relação às demais (Figura 2).

De 30 a 80 cm de profundidade a distribuição da fração areia permanece relativamente constante, com variações modestas. As frações AMF e AF continuam sendo as dominantes, enquanto as frações maiores têm presença quase inexpressiva (Figura 2 e Figura 3).

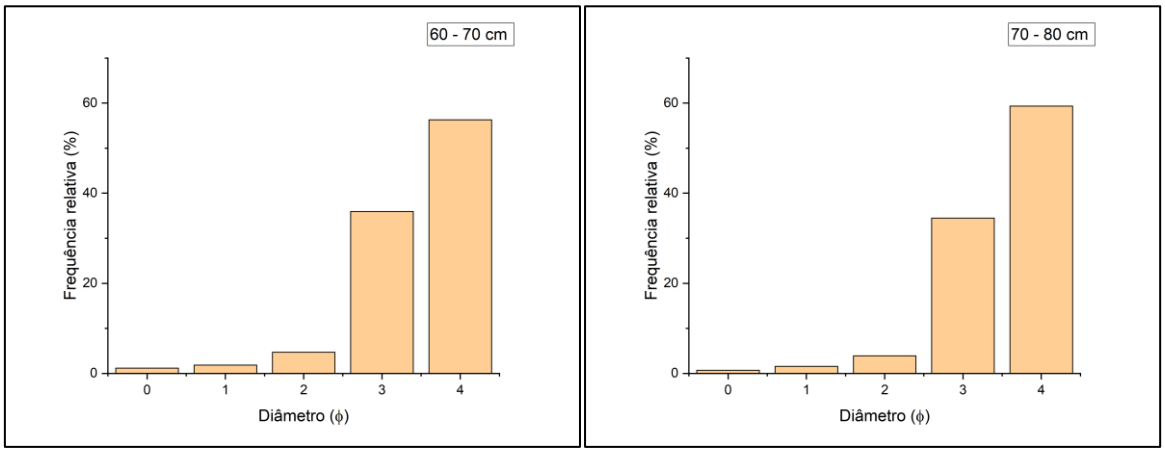
Figura 2 – Gráficos da frequência relativa das classes da fração areia de 0 a 60 cm de profundidade, representados pelo diâmetro na escala phi (ϕ).

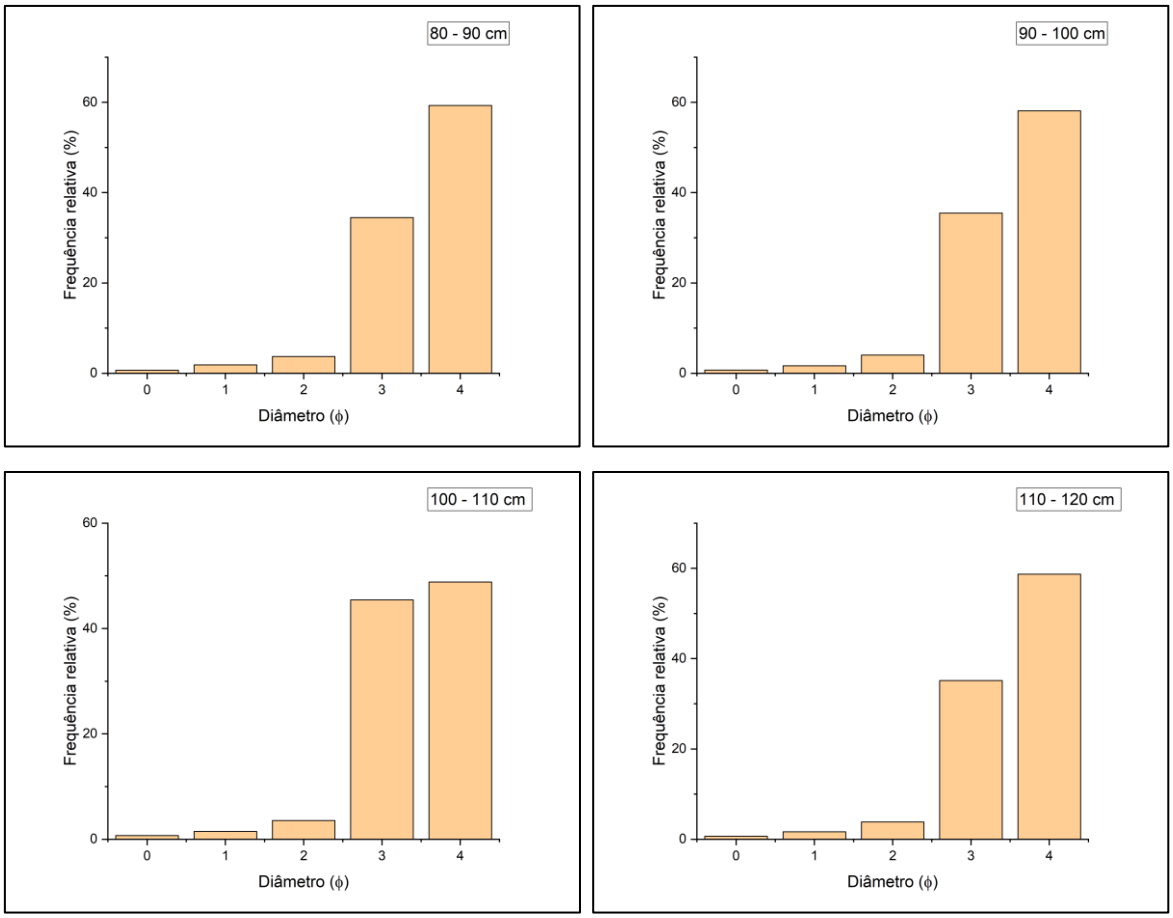




Fonte: Os autores (2023).

Figura 3 – Gráficos da frequência relativa das classes da fração areia de 60 a 120 cm de profundidade, representados pelo diâmetro na escala phi (ϕ).





Fonte: Os autores (2023).

Na profundidade entre 80 e 120 cm a distribuição da fração areia mantém notável consistência nos estratos mais profundos, apresentando flutuações discretas. As frações predominantes ainda são AMF e AF, ao passo que as frações de areia de maior tamanho continuam exibindo baixa expressividade (Figura 3).

A análise dos parâmetros estatísticos obtidos por meio dos métodos de McCammon (Tabela 4) e Folk & Ward (Tabela 5) para o fracionamento de areia nas amostras do perfil do Planossolo revela padrões consistentes e similares, fornecendo indícios robustos de que o material de origem do solo é autóctone.

Ambos os métodos demonstram uma notável estabilidade nos valores de média e mediana do diâmetro de grãos em profundidade. A média do diâmetro dos grãos de areia varia sutilmente entre 1,90 e 2,08 phi (Φ), com uma variação média de aproximadamente 0,17 Φ. O mesmo padrão é evidenciado pelas medianas, que variam de 1,87 a 2,16 Φ, com uma variação média de cerca de 0,28 Φ. O mesmo padrão de constância de valores em profundidade é observado para o grau de seleção, que teve todas as amostras classificadas como moderadamente selecionado.

Essa uniformidade nas medidas centrais indica que as distribuições granulométricas de areia permanecem constantes ao longo do perfil do solo, diferente do que é esperado para solos com material de origem alóctone aluvial na região (PAIVA et al., 2022).

Tabela 4 – Parâmetros estatísticos do fracionamento de areia através do método de McCammon.

Amostras[1]	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	GS	Clas.
Prof. (cm)	Φ					
0 - 10	1,95	1,96	-0,021	0,739	0,625	MS
10 - 20	2,00	2,03	-0,046	0,738	0,602	MS
20 - 30	2,08	2,15	-0,175	0,767	0,605	MS
30 - 40	1,99	2,07	-0,247	0,954	0,750	MS
40 - 50	1,99	2,07	-0,254	0,954	0,757	MS
50 - 60	2,00	2,09	-0,249	0,926	0,734	MS
60 - 70	2,01	2,11	-0,273	0,951	0,746	MS
70 - 80	2,05	2,15	-0,262	0,881	0,687	MS
80 - 90	1,90	1,87	-0,026	0,873	0,691	MS
90 - 100	2,05	2,16	-0,261	0,876	0,683	MS
100 - 110	1,95	1,97	-0,078	0,811	0,665	MS
110 - 120	2,05	2,14	-0,253	0,874	0,686	MS

[1] GS – grau de seleção; Class. = Classificação verbal do grau de seleção; MS = Moderadamente Selecionado.

Fonte: Os autores (2023).

Além disso, as medidas de assimetria e curtose apresentam pequenas flutuações, variando de -0,273 a -0,021 para a assimetria e de 0,738 a 0,954 para a curtose. A assimetria negativa encontrada, quando interpretada para dados em escala phi (Φ), representa predominância de frações mais finas em detrimento de grãos maiores. A classificação predominante das curvas de distribuição granulométrica como platicúrticas reforça a ideia de uma distribuição uniforme de partículas, apontando para um processo local de formação do solo. Jesus & Andrade (2013) afirmam que distribuições platicúrticas em estudos de sedimentologia sugerem tratar-se de material transportado sem perda suas características originais. Esse padrão é coerente com a interpretação de um material de origem autóctone no presente estudo de caso, tendo em vista que há afloramentos do micaxisto da Fm. Seridó bem próximos ao perfil de solo.

Tabela 5 – Parâmetros estatísticos do fracionamento de areia através do método de Folk & Ward.

Amostras[1]	Média	Mediana	Assimetria	Curtose	GS	Class.
Prof. (cm)	Φ					
0 - 10	1,95	1,96	-0,021	0,739	0,646	MS
10 - 20	2,00	2,03	-0,046	0,738	0,623	MS
20 - 30	2,08	2,15	-0,175	0,767	0,624	MS

30 - 40	2,00	2,07	-0,247	0,954	0,754	MS
40 - 50	1,99	2,07	-0,254	0,954	0,760	MS
50 - 60	2,01	2,09	-0,249	0,926	0,740	MS
60 - 70	2,01	2,11	-0,273	0,951	0,750	MS
70 - 80	2,05	2,15	-0,262	0,881	0,698	MS
80 - 90	1,90	1,87	-0,026	0,873	0,701	MS
90 - 100	2,06	2,16	-0,261	0,876	0,694	MS
100 - 110	1,95	1,97	-0,078	0,811	0,680	MS
110 - 120	2,05	2,14	-0,253	0,874	0,697	MS

[1] GS – grau de seleção; Class. = Classificação verbal do grau de seleção; MS = Moderadamente Selecionado.

Fonte: Os autores (2023).

O padrão de distribuição das frações de areia indica homogeneidade nas 12 amostras analisadas da superfície até 120 cm de profundidade. A persistência das frações areia muito fina (AMF) e areia fina (AF) em todas as profundidades amostradas aponta para um padrão autóctone, onde o material do solo é local, isto é, oriundo do produto do intemperismo das rochas presentes na área de estudo (VIANA & DONAGEMMA, 2017). Desta forma, conforme apontam os dados, não há descontinuidade litológica ou deposicional no local de desenvolvimento deste perfil de solo.

As análises semelhantes e com pequena variabilidade realizadas pelos métodos de McCammon e Folk & Ward demonstram uma notável uniformidade nas partículas em diferentes profundidades, indicando fortemente um padrão autóctone de distribuição da fração areia. A estabilidade nos valores médios, medianas, grau de seleção (desvio padrão), assimetria e curtose, aliada à predominância de distribuições platicúrticas, confirma a interpretação de um material de origem autóctone.

Considerações Finais

A aplicação da metodologia de fracionamento de areia possibilitou inferir sobre os possíveis materiais de origem do perfil de solo estudado. A partir dos resultados obtidos foi possível concluir a ausência de deposição fluvial no local onde se situa o perfil de solo em estudo. As amostras analisadas apresentaram notável homogeneidade, não havendo grandes variações de tamanho da fração areia ao longo do perfil de Planossolo. Esta característica sugere que o material de origem é autóctone, ou seja, o solo é derivado da decomposição e intemperismo das rochas da Formação Seridó (micaxistos) *in situ*.

Desta maneira, é possível descartar a hipótese de processos deposicionais na formação da mudança textural abrupta que é uma das principais características da ordem dos Planossolos. No caso estudado, este gradiente textural expressivo possivelmente foi formado por processos de férrolise, argiluviação e/ou elutriação.

O estudo conduzido foi fundamental para compreensão inicial de um perfil de Planossolo Nátrico em ambiente fluvial no Seridó Potiguar, em um contexto em que há lacunas na literatura em relação ao contexto pedológico da região citada. Entretanto, para uma investigação mais aprofundada, é essencial considerar a realização de análises mineralógicas e micromorfológicas que permitam uma compreensão mais abrangente das características do solo, e elucidem quais os principais processos pedogenéticos envolvidos, e a intensidade dos memos, na gênese dos Planossolos da região.

Referências

AB' SABER, A. N. Caatingas: O domínio dos sertões secos. In: AB' SABER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, p. 83-100, 2003.

AB' SABER, A. N. Participação das superfícies aplainadas nas paisagens do Nordeste brasileiro. Geomorfologia, São Paulo, n. 19, p. 1-38, 1969.

ALMEIDA, B. G. et al. Padronização de métodos para análise granulométrica no Brasil. Rio de Janeiro: Embrapa, 2012 (Comunicado técnico 66). 11 p.

ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANGELIM, L. A. A. et al. Geologia e recursos minerais do Estado do Rio Grande do Norte. Recife: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2007.

ARAÚJO FILHO, J. C. et al. Solos da Caatinga. In: CURI, N.; KER, J. C.; NOVAIS, R. F.; VIDAL-TORRADO, P.; SCHAEFER, C. E. G. R. (ed.). Pedologia: solos dos Biomas Brasileiros. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2017. p. 227-260.

BRASIL. Ministério das Minas e Energia. Secretaria Geral. Projeto RADAMBRASIL: Folhas SB. 24/25 Jaguaribe/Natal; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro. p. 708-713. 1981.

CAMARGO, M. G. de. SysGran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento. Revista Brasileira de Geociências, v. 36, n. 2, p. 371-378, 2006.

CHAGAS, C. F., SOUZA, Z. S. de, MOREIRA, J. A. de M. (2018). Auréola termal provocada pela intrusão do pluton Totoró em micaxistos do Grupo Seridó, Ediacarano da Província Borborema, NE do Brasil. Geologia USP. Série Científica, 18(3), p. 117-139.

CORRAL-PAZOS-DE-PROVENS, E., RAPP-ARRARÁS, I., DOMINGO-SANTOS, J. M. Estimating textural fractions of the USDA using those of the International System: a quantile approach. Geoderma, v. 416, p. 1-14, 2022.

COSTA, A. P. et al. Mapa geológico Província Mineral do Seridó: estados da Paraíba e Rio Grande do Norte. Recife: Serviço Geológico do Brasil - CPRM, 2019. 1 mapa color. 133 cm x 90 cm. Escala 1:350.000. Programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral. Ação: Avaliação dos Recursos Minerais do Brasil, 2019.

COSTA, T. C. C. et al. Análise da degradação da Caatinga no núcleo de desertificação do Seridó (RN/PB). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 13, p. 961-974, 2009.

DONAGEMMA, G. K. et al. Avaliação do fracionamento da fração areia para a separação de solos arenosa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. O solo e suas múltiplas funções: Anais... Natal: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015. p. 1-4.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River bar: a study in the significance of grain size parameters. Journal of Sedimentary Petrology, v. 27, n. 1, p. 3-26, 1957.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Banco de dados: Cidades@, Ouro Branco, 2022. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rn/ouro-branco/panorama. Acesso em 1 aug. 2023.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico da Vegetação Brasileira. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2012. 271p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Regiões geográficas. 2017. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/apps/regioes_geograficas/. Acesso em: 01 ago. 2023.

JACOMINE, P. K. T. et al. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado do Rio Grande do Norte. Recife: MA-DNPEA/SUDENE-DRN, 1971. 536 p. (DNPEA, Boletim Técnico nº 21; SUDENE-DRN, Série Pedologia nº 9).

JACOMINE, P. K. T. Solos sob Caatinga: características e uso agrícola no semiárido brasileiro. In. ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa: SBCS, 1996. p. 95-133.

JESUS, E. dos S.; MATTOS, A. Análise espaço temporal da evapotranspiração sobre a microrregião do Seridó no Estado do Rio Grande do Norte. Holos, v. 6, p. 22-32, 2013.

JESUS, L. V. & ANDRADE, A. C. S. Parâmetros granulométricos dos sedimentos da praia dos Artistas – Aracaju – SE. Scientia Plena, v. 9, n. 5, p. 1-11, 2013.

LEAL, R. D. K. et al. Conservação na caatinga: em que pé estamos. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 2007.

LUCENA, R. L. et al. Variabilidade climática no município de Caicó/RN: secas e chuvas num arquétipo do clima semiárido do Nordeste brasileiro. CLIMEP - Climatologia e Estudos da Paisagem, v. 8, n. 2, p. 67-89, 2013.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. R. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste Setentrional Brasileiro. Mercator, Fortaleza, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014.

MCCAMMON, R. B. Efficiencies of percentile measures for describing the mean size and sorting of sedimentary particles. The Journal of Geology, v. 70, n. 4, p. 453-465, 1962.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. 5º Relatório Nacional para a Convenção sobre diversidade biológica. Brasília: Série Biodiversidade, v. 50, 2016.

OLIVEIRA, L. B. Mineralogia, micromorfologia, gênese e classificação de Luvissolos e Planossolos desenvolvidos de rochas metamórficas no semi-árido do nordeste brasileiro. 2007. 169f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

PACHÊCO, A. P.; FREIRE, N. C. F.; BORGES, U. N. A transdisciplinaridade da desertificação. Universidade Estadual de Londrina, Revista Geografia, v. 15, n. 1, p.5-34, 2006.

PAIVA, F. C. A.; ARAUJO, M. E.; LOPES, D. V.; SALES, E. V.; REIS, J. S. Fracionamento de área em Neossolos Flúvicos da Depressão Sertaneja Setentrional – Semiárido brasileiro. In: REUNIÃO NORDESTINA DE CIÊNCIA DO SOLO, 7., 2022, Mossoró. Anais... Mossoró: UFERSA, 2022..

PARAHYBA, R. D. B. V. et al. Pedogênese de Planossolos em topossequência do agreste pernambucano. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 34, p. 1991-2000, 2010.

PARAHYBA, R. D. B. V.; SANTOS, M. C. D.; ROLIM NETO, F. C. Evolução quantitativa de Planossolos do agreste do estado de Pernambuco. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.33, p. 991-999, 2009.

PEDROTTI, A. et al. Tomografia computadorizada aplicada a estudos de um Planossolo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, p. 819-826, 2003.

PEREZ-MARIN, A. M. et al. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? Parc. Estrat., Brasília, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2012.

QUEIROZ NETO, J. P. O estudo de formações superficiais no Brasil. Revista do Instituto Geológico, v. 12, n. 1, p. 65-78, 2001.

SANTOS, H. G. et al. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 7ª ed., Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2015, 102 p.

SANTOS, H. G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. Ed., rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018, 356 p.

SILVA, P. C. G. da et al. Caracterização do Semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SA, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. p. 18-48.

TEIXEIRA, P. C. et al. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 575p., 2017.

VIANA, J. H. M.; DONNAGEMA, G. K. Análise granulométrica e fracionamento de areias como subsídio para a interpretação de perfis de solos da RCC de Rondônia. In: LUMBRERAS, J. F. et al. (Ed.). Guia de Campo Pesquisas Coligadas: XII Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos. Rondônia: SBCS - Núcleo Regional Noroeste, 2017. p. 143 – 156.

Corredores de Transporte de Sedimentos Eólicos e o desaparecimento da Duna Pôr do Sol, em Jericoacoara, Ceará

Aeolian Sediment Transport Corridors and the disappearance of Duna Pôr do Sol, in Jericoacoara, Ceará

Gustavo Amorim Studart Gurgel
Universidade Estadual do Ceará – UECE
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-4383-1448
gustavogurgel2012@gmail.com

Fábio Perdigão Vasconcelos
Universidade Estadual do Ceará – UECE
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0388-4628
fabio.perdigao@uece.br

Adely Perreira Silveira
da Universidade Estadual do Ceará – UECE
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3709-0591
delysilveira@gmail.com

Fabiola Mota Pontes
Universidade Estadual do Ceará – UECE
ORCID: https://orcid.org/ 0009-0008-6716-708X
fabiola.mota@aluno.uece.br

Yammê Batista Joca
Universidade Estadual do Ceará – UECE
ORCID: https://orcid.org/ 0009-0000-2471-1948
yamme.joca@aluno.uece.br

Resumo: Em um sistema sedimentar eólico, os processos e efeitos da dinâmica ambiental, como a erosão, sedimentação, poluição, degradação da paisagem, uso e ocupação do solo, infraestrutura, demanda turística, compõem os parâmetros de sua dinâmica costeira, e apontam para a situação ambiental e estrutural da área. Diversos fatores aceleram o processo de desgaste das planícies de deflação e dos corredores de transporte de sedimentos eólicos, como à urbanização não planejada, a extração clandestina de areia, a presença de animais nas dunas nos corredores de transporte das areias, a utilização da área para pasto, existência de trilhas para circulação de veículos. Devido a esses fatores foi cessado o transporte de sedimento para a Duna Pôr do Sol, culminando com um déficit sedimentar e o seu desaparecimento. Entender a dinâmica morfológica da área e correlacioná-la com possíveis cenários, são elementos primordiais para o planejamento, que objetiva a mitigação dos impactos e requalificação da área a médio e longo prazos.

Palavras-chave: Corredores de Transporte, Sedimentos eólicos, Impactos Ambientais.

Abstract: In an aeolian sedimentary system, the processes and effects of environmental dynamics, such as erosion, sedimentation, pollution, landscape degradation, land use and occupation, infrastructure, tourist demand, make up the parameters of its coastal dynamics, and point to the situation environmental and structural aspects of the area. Several factors accelerate the process of erosion of the deflation plains and corridors for transporting aeolian sediments, such as unplanned urbanization, clandestine extraction of sand, the presence of animals in the dunes in the corridors for transporting sand, the use of the area for pasture, existence of trails for vehicle circulation. Due to these factors, the transport of sediment to Duna Por do Sol ceased, culminating in a sedimentary deficit and its disappearance. Understanding the morphological dynamics of the area and correlating it with possible scenarios are key elements for planning, which aims to mitigate impacts and requalify the area in the medium and long term.

Keywords: Transport Corridors, Aeolian sediments, Environmental Impacts.

Introdução

Trabalhos envolvendo intervenções antrópicas em sistemas sedimentares eólicos holocênicos submetidos a regime de ventos intensos são poucos usuais no âmbito da América do Sul. No Brasil, diversas áreas vêm passando por intensas alterações morfológicas devido a fortes intervenções antrópicas. A ausência de um plano de manejo e de urbanização adequado das áreas costeiras promovem alterações nas condições de transporte de sedimentos eólicos.

O avanço do crescimento populacional na costa brasileira nas últimas décadas tem alterado as áreas ocupadas por dunas costeiras e pelo seu sistema, como os corredores de transporte de sedimentos eólicos. O trânsito e ocupação de áreas originalmente cobertas por dunas e pelos corredores de transporte de sedimento, juntamente com a extração ilegal de areia, ocupação das áreas e a remoção da vegetação nativa, resultam em mudanças do sistema sedimentar. As mudanças costeiras resultam da interação de vários processos naturais e antrópicos. A ação desses processos pode ter duração curta (sazonal a interanual) ou longa (centenas a milhares de anos).

Estudar os processos do Sistema Sedimentar Eólico, como o transporte de sedimentos, a erosão, deflação, acumulação e ocupação dessas áreas, sob o ponto de vista de seus processos de formação e sua evolução, torna-se importante não só pelo fato de lacunas existentes na bibliografia científica, mas também devido as intervenções antrópicas nos corredores de transporte de sedimentos eólicos.

Nesse contexto, querer contribuir com soluções, ferramentas ou de novos conhecimentos sobre os sistemas de transporte de sedimentos eólicos podem ser utilizados na gestão e ordenamento costeiro, esperando contribuir como base para o diagnóstico dos problemas específicos de uma área, seja de natureza técnica ou científica, que possibilite a abertura de outros campos de pesquisa, além de propor técnicas de manejo para a recuperação das áreas degradadas.

O estudo de caso foi o sistema sedimentar eólico de Jericoacoara, Estado do Ceará. O sistema sedimentar eólico desta área se caracteriza pelo “headland by-passi dunefield” (CASTRO, 2018), onde a existência de um promontório (promontório de Jericoacoara), os sedimentos são transportados saindo de uma área de praia (praia entre a comunidade do Preá e de Jericoacoara) ao leste e chegando novamente à praia (praia de Jericoacoara) a oeste, ou seja, a transposição de areia de uma praia a outra, interrompida pelo promontório (Figura 1).

Figura 1 – Jericoacoara, Sistema Eólico, Serrote e sua zona de by-pass continental

Fonte: Gurgel, G.A. S. (2023). Google Earth, 2023.

O processo de transporte eólico, se refere a capacidade do vento em dar forma a superfície terrestre, podem transportar e depositar materiais, como serem fatores de erosão.

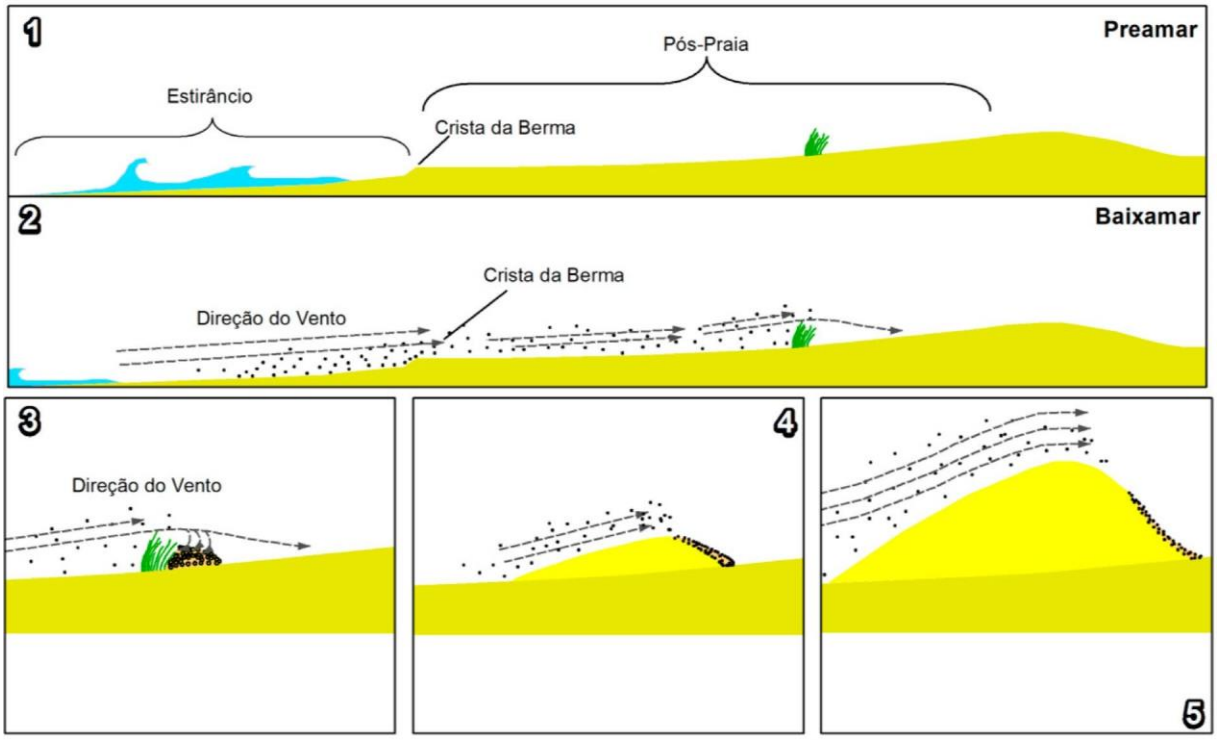
Os corredores de transporte de sedimentos eólicos são responsáveis pelo transporte de sedimentos, formando a paisagem local, e a diferenciação da paisagem se dá principalmente pelo tamanho do grão a ser transportado, pela energia do vento e pela existência ou não de obstáculos.

Para que dunas costeiras possam tomar forma é preciso que haja um conjunto de ações características da zona litorânea. De acordo com Suguio (1973) a ação das ondas proporcia o transporte de areia para as zonas de estirâncio e pós-praia, onde ela fica seca e se torna suscetível a ação eólica. Esta dinâmica, em linhas gerais, envolve a retirada de areia pelo vento das praias para o continente, onde em função de alguns obstáculos, elas acabam se acumulando dando origem as dunas.

Segundo Maia (1998) estes depósitos passam por constantes ações eólicas nos seus sedimentos e consequentemente modificações durante toda sua evolução. Estas formas de relevo são modeladas desde a linha de costa até os limites mais interiores do continente. O processo de evolução começa na faixa de praia e se estende de dezenas a centenas de quilômetros de sua origem, quando passam por processo de estabilização, na maioria das vezes por ações de mudanças no clima e implicações no meio ambiente. Em casos extremos

de alteração por processos pedogenéticos, o material é dissipado e confundido muitas vezes com o solo de cor esbranquiçada e a fração granulométrica se torna mais fina (Figura 2).

Figura 2 – Esquema de formação de uma duna costeira.



Fonte: Gastão, F. G. da C., 2017.

Quanto as três principais dunas que foram objeto de estudos de detalhe, se podem concluir que a DPS (Duna Pôr do Sol) foi uma duna barcanóide, retrabalhada pela ação eólica, se transformando em uma duna longitudinal frontal, que se encontra inativa, com tendência a desaparecer, devido principalmente à Vila de Jericoacoara obliterar o trânsito de sedimentos eólicos em direção a DPS. A Duna Papai Noel (DPN), ainda está sendo alimentada parcialmente pela Planície de Deflação Ativa, ou seja, é uma duna parcialmente ativa de formato barcana. A Duna Arraia (DA), também é uma duna classificada como barcana e se encontra ativa, alimentada pela superfície de deflação.

Foi realizada a comparação de diferentes períodos de imagens aéreas, de satélites e a análise das imagens LIDAR, que mostraram o adensamento das trilhas de acesso à Vila de Jericoacoara com o fluxo de veículos provenientes principalmente da Lagoa Grande e da Praia do Preá, bem como demonstram o déficit sedimentar na Duna Pôr do Sol.

A partir de 2002 quando foi instituído o Parque Nacional de Jericoacoara (PARNA de Jericoacoara) ocorreu aumento do turismo e do acesso de visitantes à DPS, diariamente frequentada por um elevado número de pessoas que sobem até a face de avalanche, principalmente no pôr-do-sol. Logo, verificou-se incremento no processo de deslizamento dos

sedimentos por gravidade, quando os visitantes descem a duna, provocando alterações significativas na sua morfologia (deformação da estética da duna) com prejuízo para a paisagem local e consequentemente para o incremento da atividade turística sustentável desejada.

Outro ponto verificado, foi a observação da presença constante de animais no campo de dunas e nos corredores de transporte de sedimentos eólicos que acelera o desenvolvimento e fixação da cobertura vegetal a partir da dispersão de sementes presentes no esterco, assim como compacta o solo com o pisoteio dos animais, essas ações reduzem o transporte eólico de areias para a DPN e DPS. Houve diminuição da extensão dos corredores e dos volumes transportados nessas faixas de transporte eólico-sedimentar.

Diagnóstico Ambiental

A caracterização ambiental integrada da zona costeira, foi realizada tomando como base os mapeamentos e metodologias desenvolvidos no âmbito do Projeto de Reestruturação e Atualização do Mapeamento do Zoneamento Ecológico-Econômico do Ceará - ZEE (Zona Costeira), que teve como objetivo conhecer o estado de ocupação e conservação da Faixa Litorânea do Estado do Ceará e das unidades de conservação costeiras.

Para a caracterização ambiental da área de estudo, bem como a análise dos elementos envolvidos, foi considerada toda a Área do Parque Nacional de Jericoacoara, abrangendo a faixa sedimentar da planície litorânea que envolve a Trilha do Preá, as dunas Pôr do Sol, Papai Noel e Arraia, além da zona urbana correspondente a Vila de Jericoacoara. Como resultado as unidades geoambientais apresentadas na ZEE, foram detalhadas e renomeadas para uma melhor compreensão do zoneamento.

Nesse Diagnóstico foi delimitada as áreas onde a planície de deflação está estabilizada e aquelas ativas, de forma a contemplar os locais que poderão reativar o transporte de sedimentos, onde serão instaladas todas as obras projetadas, bem como estradas de serviço, canteiro de obras e faixa de influência dos procedimentos operacionais do empreendimento.

Algumas áreas foram renomeadas para um entendimento melhor dessas zonas. No ZEE as áreas consideradas como Planície de Deflação Ativa, no zoneamento geoambiental de detalhe, propondo a denominação dos corredores de transporte de sedimentos eólicos e das áreas de alimentação para a Dunas Pôr do Sol, Papai Noel e da Arraia.

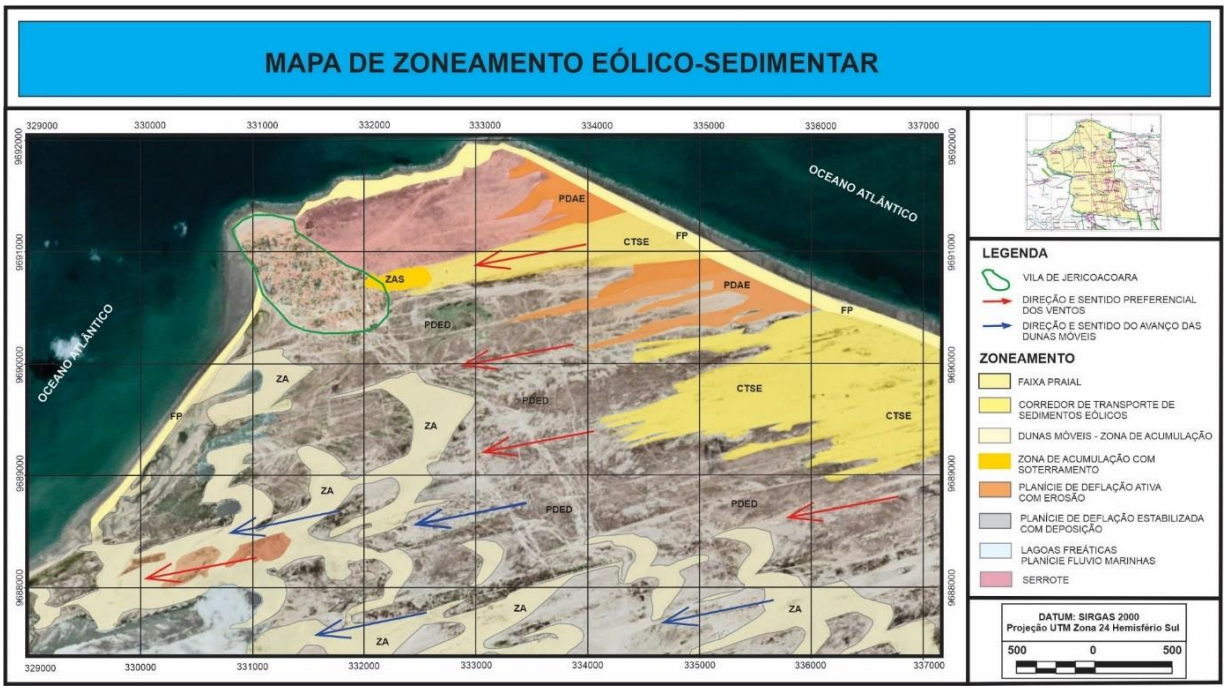
Foram escolhidas de acordo com suas relações com os demais componentes morfológicos da planície costeira (principalmente a faixa de praia, os corredores de sedimentos eólicos e o serrote de Jericoacoara) que interferiram na origem e evolução morfológica.

Dentro do conceito de Bertrand (1969), segundo Sousa (1999) toda área de estudo encontra-se dentro da Planície Litorânea, mas com características especificas sendo classificadas, como Geótopos. O zoneamento foi feito na Área e compreende as seguintes Unidades Geoambientais, Faixa Praial, Dunas Móveis, Dunas Fixas, Lagoas Freáticas, Planície Fluviomarinha, Superfície de Deflação estabilizada e ativa, corredores de transporte de sedimentos e Serrote (Figura 3).

Corredores de Transporte de Sedimentos

Existem dois tipos de áreas interdunares ou dos corredores de transporte de sedimentos eólico, as erosivas que são formadas em zonas saturadas de areia onde os sedimentos estão disponíveis para a formação de dunas eólicas. Assim como as áreas interdunares deposicionais que são formadas em zonas que apresentam quantidades significativas de areia disponíveis para o desenvolvimento de formas de leito, com deposição controlada pelo lençol freático, denominadas de zonas metassaduradas (FRYBERGER, 1981).

Figura 3 – Mapa de Zoneamento Eólico-Sedimentar.



Fonte: Gurgel, G. A. S., 2023.

As áreas interdunares podem ser divididas em três tipos básicos, sendo as áreas interdunares secas, molhadas e úmidas. Onde na primeira dominam depósitos formados pela migração de pequenas dunas, marcas onduladas (ripples) e dunas de sombra (shadow

dunes). Na segunda encontram-se comumente a presença de marcas onduladas de adesão (adesion ripples), marcas de raízes e bioturbações. Enquanto que na última é tomada por lagoas temporárias, com presença de estruturas sedimentares primárias como marcas onduladas de corrente.

Constituem três lençóis de areias intercalados entre as faixas da Superfície de Deflação Eólica com Erosão e são corredores de transporte eólico-sedimentar ativos e inativos que fazem os transportes de sedimentos e alimentam com areias as dunas Pôr do Sol, Papai Noel e Arraia, respectivamente. Ao Norte, o corredor de transporte de sedimentos que abastecia a duna Pôr do Sol se limita com a superfície do Serrote.

Os Corredores de transporte de sedimentos eólicos mapeados correspondem à faixa de transporte dos sedimentos deslocados pelo vento desde a Faixa Praial ao Leste, representada pelo trecho de praia da Trilha do Preá até próximo ao Serrote de Jericoacoara, passando no meio da extensa Superfície de Deflação Eólica com Deposição e continuando até Zona de Acumulação onde encontram-se as dunas (Figura 4).

Figura 4 – Corredor Eólico de Transporte Sedimentar originalmente responsável pela formação e abastecimento da DPS com areias que migram desde a faixa de praia a Leste.

Fonte: Gurgel, G. A. S., 2023.

Nessa zona, aonde os lençóis de areia são relativamente planos e comportam cordões arenosos, há pouca vegetação e os sedimentos friáveis atingem maior velocidade de

deslocamento, sendo transportados na mesma direção e sentido até alcançarem a Zona de Acumulação mapeada nesta pesquisa.

As areias existentes na Faixa Praial ao Leste ficam secas e são retiradas pelo vento do setor de berma, por deflação, seguindo continente adentro nessas faixas de maior intensidade dos ventos, dessa forma originando um maior transporte eólico sedimentar nesses faixas mais bem definidas.

Tais corredores alcançam larguras superiores a 200 metros no seu início, após a Faixa Praial ao Leste, percorrendo cerca de 4.000 metros e por vezes se estreitando, devido as ações antrópicas, ou mesmo pela falta de alimentação, até alcançarem a Zona de Acumulação ao Oeste.

São mais ativos no período de estiagem quando ocorrem as maiores velocidades dos ventos (média superior a 8m/s) e os menores índices de precipitação pluviométrica, condições também mais favoráveis ao deslocamento das dunas móveis, notadamente no segundo semestre do ano.

Desenvolvimento

A interpretação de imagens multitemporais abrangendo a área, através de comparação, permitiu o conhecimento da evolução existente. Os dados e informações ambientais obtidas foram catalogados em uma base de metadados considerando inclusive, aquelas pertinentes aos movimentos migratórios das populações locais. Tais indicadores foram utilizados na configuração de mapas associativos que permitiram definir os padrões de ocupação existentes para áreas naturais e suas implicações na evolução da paisagem costeira. Métodos estatísticos de análise também foram empregados para definir padrões de tendência dos tipos de ocupação antrópica que atualmente estão ocorrendo. Ao mesmo tempo, realizou-se uma relação referente a erosão e sedimentação da área, dos corredores de transporte de sedentos, e sua relação a atual ocupação.

Foi utilizado o levantamento topográfico planialtimétrico (apresentado pela Secretaria de Turismo do Ceará - SETUR) da área de Jericoacoara, com planta na escala de detalhe, com a finalidade de gerar uma base clinográfica para a realização do primeiro reconhecimento de campo, onde foram locados os perfis morfológicos/geológicos e outros pontos de maior investigação.

Os trabalhos de campo (como sondagens a trado, coleta de amostras, armadilha de sedimentos, topografia pontual de feições localizadas, perfis de praia e de dunas, etc.) consideraram a necessidade de se obter informações ambientais integradas. Todas as informações e dados de campo foram georreferenciados com a utilização de equipamentos do tipo DGPS, com a adoção de métodos avançados específicos.

Também foi priorizado a dinâmica de migração de 3 (três) dunas móveis que interagem entre si e compõem um conjunto de dunas móveis dos tipos barcanas e barcanóides, conhecidas localmente por duna do Pôr-do-Sol, que se apresentava como uma duna barcanóide, que pelo tempo de exposição foi retrabalhada pela ação eólica, se transformando em uma duna longitudinal frontal, e se encontra inativa, com tendência a desaparecer, devido à obliteração do trânsito de sedimentos eólicos pela expansão da Vila de Jericoacoara. A vizinha duna do Papai Noel que se apresenta sendo alimentada parcialmente pela Planície de Deflação Ativa, ou seja, é uma duna parcialmente ativa de formato barcana, e mais atrás a Duna da Arraia, que também é uma duna classificada como barcana e se encontra ativa, alimentada pela superfície de deflação.

As medidas diretas de transporte eólico foram definidas utilizando-se técnicas adequadas (armadilhas eólicas e estação meteorológica). Durante as etapas de campo utilizou-se um conjunto de 30 armadilhas, as quais foram posicionadas em diversos locais do corredor de transporte eólico-sedimentar, num total de 11 Pontos amostrados sendo inicialmente anotado o tempo de permanência destas em relação aos níveis de acumulação, com o intuito de obter-se a taxa de transporte eólico (Figura 5).

Figura 5 – Mapa dos pontos de coleta de sedimentos, em Jericoacoara – Ceará.

Fonte: Gurgel, G. A. S., 2023.

As armadilhas utilizadas foram desenvolvidas por Maia (1998), que se baseou no modelo de Leatherman (1978). O valor médio do transporte eólico potencial para a região estudada foi calculado utilizando-se a expressão qT=0,0019(U10m/1,22)2,255 desenvolvida

por regressão não linear utilizando-se da correlação entre os valores simultaneamente medidos de transporte eólico e de velocidade do vento a um metro de altura.

Conforme análise das armadilhas, direção do vento e observações de campo, o fluxo de sedimentos varia ao longo de um corredor eólico de transporte, percebendo essa variação ao se comparar os valores de carga eólica verificados a partir da implantação de coletores de sedimento, em diferentes setores dos corredores de transporte de sedimentos eólicos.

As armadilhas de integração utilizadas apresentaram uma capacidade de acumulação em torno de 520cm3, o que corresponde a um peso de sedimento entre 830 a 980 gramas, indicando uma densidade da ordem de 1,6g/cm3. Estes valores foram utilizados para a mensuração dos volumes de sedimentos transportados no corredor eólico-sedimentar (Figura 6).

Figura 6 – Armadilha de sedimentos, em Jericoacoara – Ceará.

Fonte: Gurgel, G. A. S., 2023.

O balanço de sedimentos flutua em um determinado intervalo de tempo, principalmente sob influência de tempestades e dos fenômenos El Niño e La Nina. Enquanto que o estoque de sedimentos pode ser quantificado, a taxa de suprimento para um intervalo de tempo é muito difícil de ser calculada principalmente pelas incertezas existentes no cálculo

da deriva litorânea, e deste modo a quantidade total de sedimentos envolvida no balanço sedimentar.

Em locais com maior intensidade de ventos frontais e elevada aridez, como no segmento da faixa de praia entre o Preá e Jericoacoara, ocorre grande disponibilidade de sedimentos, através de corredores, aonde se dá o transporte eólico (em lençóis e cordões) até as zonas de acumulação e onde constituem grandes corpos dunares móveis.

Maia (2001), relata que a migração de dunas depende do seu tamanho, variando numa relação inversa. Dunas barcanas na praia de Jericoacoara migram a uma taxa de 17,5 m/s, enquanto os lençóis de areia o fazem a 10,0 m/s. Esta dependência ressalta a existência de equilíbrio no campo de duna, isto é, através de transporte eólico constante e migração de acordo com seu volume. O transporte agregado de sedimento obtido com a migração das dunas barcanas foi da ordem de 78 m3/m/ano na praia de Jericoacoara.

Como resultados obtidos através das armadilhas de sedimentos, pode-se concluir que as estações de coleta dos pontos 01 e 02, localizadas na faixa de praia, na zona de berma, entre a Praia do Preá e a Praia de Jericoacoara, apresentam um melhor transporte no período da tarde, seguido pela manhã. No período noturno o transporte detectado é muito baixo, inclusive com algumas armadilhas não apresentando captação de sedimentos. No período noturno se tem menor temperatura, maior umidade, logo existe uma redução na velocidade dos ventos e consequentemente um menor transporte de sedimentos, com a presença de sedimentos grosseiros, o que indica grande energia dos trabalhos de corrente e ondas (deriva litorânea), que podem iniciar um processo erosivo nestas praias.

As estações dos pontos 03 e 04, que estão alinhados ao corredor de transporte de sedimentos eólico central, (superfície de deflação ativa) em direção a Duna Papai Noel, apresentou o maior acumulo de sedimentos nas armadilhas no período da manhã, com valor de 13,07 m3.m.mês, maior do que relatado por Maia (2001). Foi observado que o alinhamento do ponto coincide com a trilha de acesso à Vila de Jericoacoara, onde o trafego de veículos automotores é intenso, com isso, há movimentação de sedimentos e consequente transporte. Esse tráfego influenciou no deslocamento dos sedimentos para as armadilhas. No período da tarde se mostrou com uma continuidade de acumulo de sedimentos, sendo esse período o de melhor resultado. No período noturno são pequenas as captações.

Os pontos 05 e 06 estão localizadas próximos a chegada da Duna Papai Noel, sendo distribuídos em intervalos espaçados de 250 metros, e são os pontos de coletas como os menores índice de transporte de sedimentos, em todos os períodos. A área é utilizada como pasto para as criações da população local. Essa área é representativa da Superfície de Deflação Estabilizada.

As armadilhas colocadas nos pontos 07 e 08, apresentaram pequenos valores de transporte de sedimento, principalmente nos períodos da manhã e da tarde. No período noturno é irrisório os valores capitados nas armadilhas. O ponto 08 se mostra com um melhor transporte, possivelmente recebendo influência dos sedimentos oriundos da Duna Papai Noel.

Os melhores valores médios de transporte de sedimentos, estão no alinhamento dos pontos 09 e 10, que corresponde ao primeiro corredor de transporte de sedimentos eólico, que foi seccionado pela Vila de Jericoacoara. Devido a esse fato, a Duna Pôr do Sol não recebe mais uma quantidade de sedimentos que equilibraria o déficit existente. Os melhores valores de transporte estão nos períodos da tarde e depois da manhã. No ponto 09, há um menor transporte, possivelmente devido a esse corredor ser seccionado pelas construções da Vila de Jericoacoara, que criou uma Zona de Acumulação, onde inclusive há retirada de sedimentos. Essa área é utilizada pela Prefeitura de Jijoca de Jericoacoara, de forma irregular, para completar o nível das ruas e vielas existentes, quando a Vila passa por transtornos devidos a grandes enxurradas, como foram vistas em 2020 e em dezembro de 2021, que praticamente escavam todo os sedimentos depositados nestas ruas e vielas, transportando para a zona de praia.

A Estação de Coleta 11, ficou localizada no corredor de transporte de sedimentos eólico que direciona a Duna da Arraia, sendo verificado um baixo transporte, mesmo no período diurno, sendo a tarde o de melhor transporte.

Conforme verificado, em todas as estações de coleta, o período noturno apresenta os menores valores de transporte de sedimentos, em relação ao período diurno, muito possivelmente devido a diminuição da velocidade dos ventos, exceto quando se há rajadas de vento, proporcionada pela diminuição da temperatura e dos efeitos da pressão atmosférica. As temperaturas, são fatores decisivos sobre os níveis de intensidade da pressão atmosférica. Quando as substâncias estão mais frias, as moléculas agrupam-se, e quando as substâncias estão mais quentes, as moléculas afastam-se, ou seja, quando as temperaturas estão menos elevadas, as moléculas do ar se unem, ficando mais densas, logo, mais pesadas, aumentando a pressão. E quando as temperaturas se elevam, as partículas se afastam, o ar fica menos denso e a pressão diminui. O vento pode ser considerado o ar em movimento.

O transporte eólico é diretamente influenciado por essas variantes, pela pressão atmosférica, umidade, incidência solar e temperatura. Em regiões de maiores incidência solar e temperatura, altera e eleva a pressão atmosférica (TSM – Temperatura da Superfície do Mar), fazendo com que haja uma maior velocidade dos ventos e consequentemente, um maior transporte de sedimentos. Os sedimentos iniciam o transporte a partir de velocidades de 3,2 m/s. Na área o período de estiagem, que vai de agosto à dezembro, representa o período em que ocorre a efetiva alimentação dos corredores de transporte de sedimentos eólicos e dos

campos de dunas e consequentemente maior taxa de migração. os principais corredores de transporte de sedimentos eólicos são representados pelos pontos amostrados Ponto 09 e Ponto 10 que denominaremos de corredor 01 e pelos pontos amostrados Ponto 03 e Ponto 04, corredor 02.

O estudo apontou uma mobilidade nos corredores de transporte de sedimentos eólico, podendo ser demonstrado conforme disposição a seguir.

No corredor de transporte de sedimentos denominado de corredor 01 (representado pelos pontos de amostragem 09 e 10), demonstra grande aporte de sedimentos, sendo que no Ponto 09 ocorre a obliteração do transporte devido as infraestruturas urbanas. O ponto 10 em setembro de 2020, apresentou um transporte de 19,6272 m3/m.mês no período diurno. Esse corredor apresentou uma taxa de transporte médio mensal de 4,51 m3/m.mês, com uma média anual de 31,98 m3/m.ano,

No corredor denominado de 02 (corredor de transporte representado pelos pontos 03 e 04), de 13,0767 m3/m.mês, no período diurno, sendo o segundo melhor ponto medido de transporte de sedimentos. Como já relatado esses pontos (03 e 04) coincide com a trilha de acesso à Vila de Jericoacoara, onde o trafego de veículos automotores é intenso, e com isso, há movimentação de sedimentos e consequente transporte. Neste corredor apresentou uma taxa de transporte médio mensal de 5,99 m3/m.mês, com uma média anual de 60,07 m3/m.ano.

A média de transporte de sedimentos eólicos nos demais pontos apresentou valores pequenos de transporte. Nos pontos amostrados 01 e 02, que se localizam na zona de berma da Praia entre o Preá e Jericoacoara, foram medidos como média do Ponto 01 o valor de 0,795 m3/m.mês e no Ponto 02, o valor de 2,64 m3/m.mês, o que demonstra que nesta área o transporte é pequeno. Nas observações de campo foi verificado que a área passa por processos erosivos, e os grãos são de areias média a grossa, necessitando de alta velocidade dos ventos para a realização do transporte. A área ainda sofre com a constante movimentação de veículos automotores.

Nos pontos localizados na Planície de Deflação Estabilizada, os valores de transporte de sedimentos foram quase nulos. O Ponto 05 apresentou uma média mensal de transporte de 0,23 m3/m.mês. O Ponto 06 apresentou uma média mensal de 0,078 m3/m.mês e o Ponto 07 com valor de transporte de sedimento de 0,04 m3/m.mês. Esta área é utilizada como pasto para as criações da população local, sendo representativa da Superfície de Deflação Estabilizada e da modificação do solo, com a criação de pequenos montes de terra vegetada por gramíneas, que obstruem o transporte de sedimentos. Nesta área o transporte de sedimentos eólicos é quase inexistente (máximo de 2,72 m3/m.ano), sendo 28 vezes menor do medido de 78 m3/m/ano em Jericoacoara (Maia, 2001), demonstrando que todo o sistema

sofreu interferência e como consequência apresenta um alto déficit de sedimentação na área estudada.

O Ponto amostrado 08, sofre influência da Duna Papai Noel, com transporte em direção a Duna Pôr do Sol, mesmo assim apresenta um valor médio de transporte de sedimentos de 3,08 m3/m.mês, também muito abaixo do que foi medido por Maia em 2000.

Existe uma diferença entre o transporte potencial e o transporte real. Para a análise do transporte potencial deve haver areia em disponibilidade, solta, e com granulometria que comporte o transporte pelas velocidades do vento incidente. O transporte real, medido em campo, sofre com outras condições, como locais em que os sedimentos já apresentam granulometria média a grossa, logo, possui o potencial para o transporte, mas a velocidade do vento não tem a eficiência e a energia para esse transporte, logo o transporte real é menor que o transporte potencial (condições finais) da situação ideal. Esse fato é visto na área estudada principalmente na Planície de Deflação Ativa com erosão.

Nos corredores de transporte existem locais onde o transporte de sedimentos é maior, devido principalmente a velocidade do vento, da existência ou não da vegetação e de obstruções, logo onde não tem essas intervenções, se observa uma velocidade maior do vento e uma maior possibilidade de transporte.

Em uma avaliação dos dados coletados em 2022, pode ser observado entre os anos de 2017 à 2022, a DPS teve uma redução de 40,51 % de área ao mesmo tempo que perdeu cerca de 41,08% do seu volume, indicando uma perda de quase 7% entre os anos de 2017 e 2018, o que foi ratificado pelo aumento do déficit sedimentar demonstrados nos anos de 2019, 2020, 2021 e 2022, os fatores que proporcionam a erosão da DPS aumentaram bastante, aumentando essa taxa erosiva para mais de 10% ao ano.

Considerações e Recomendações

O sistema sedimentar eólico de Jericoacoara se caracteriza pela presença de um promontório onde ocorre deposição de sedimentos nos chamados “headland bypassing”.

Foi analisado os processos e efeitos da dinâmica ambiental local que apontaram para uma situação ambiental e estrutural complexa na área. O trabalho tentou entender a dinâmica morfológica da área e correlaciona-la com possíveis cenários, elementos essenciais para o planejamento que objetivasse a mitigação dos impactos e requalificação da área a médio e longo prazo. A direção preferencial dos ventos é E-W, com pequenas variações nos azimutes, determinados através das marcas de ondas, ou ripple marks, algumas vezes, devido a interferência antrópica na área. Se verifica que o período do primeiro semestre a distribuição da variação da velocidade dos ventos, apresenta as mais baixas velocidades, sendo também o período onde se apresenta a quadra chuvosa no estado.

Em todas as estações de coletas, as melhores velocidade do vento medida em campo, está na estação de coleta P10, seguida da P09. As estações P05, P06 e P07, apresentaram as menores variações de velocidade.

Quanto ao transporte de sedimentos, os melhores valores encontrados estão no alinhamento dos pontos 09 e 10, que corresponde ao corredor de transporte sedimentar eólico, seccionado pela Vila de Jericoacoara. Estes valores estão nos períodos da tarde e da manhã. Em todas as estações de coleta, o período noturno apresenta os menores valores de transporte de sedimentos, em relação ao período diurno, muito possivelmente devido a diminuição da velocidade dos ventos, exceto quando se há rajadas de vento, proporcionada pela diminuição da temperatura e dos efeitos da pressão atmosférica. Isso se deve a funções da temperatura e pressão atmosférica atuante.

Diversos fatores aceleram o processo de desgaste dos corredores de transporte sedimentar eólico existentes, como a extração clandestina de areia das dunas, a presença de animais nas dunas e nos locais de passagem das areias, a utilização da área para pasto de animais, acelerando o desenvolvimento de gramíneas que retém as areias em transporte, além da existência de muitas trilhas para circulação de veículos.

A tarefa de verificação referente as causas que apresentam como consequência um déficit de sedimentos na alimentação da Duna Pôr do Sol (DPS), integra a descrição de estudos e levantamentos na área, incluindo o exame dos problemas e soluções adequadas ao sucesso desse projeto de inovação.

Houve diminuição da extensão dos corredores e dos volumes transportados nessas faixas de transporte eólico-sedimentar devido ao acréscimo da cobertura vegetal fixadora com redução gradativa dos volumes de areia ao longo de seu percurso, desde a praia até as dunas, bem como à existência de muitas trilhas para circulação de veículos, que acarreta uma dispersão aleatória das areias ao longo dos sulcos erosivos criados nessas trilhas em várias direções diferentes do corredor de transporte natural.

O estudo apontou uma mobilidade nos corredores de transporte de sedimentos eólico muito abaixo do que apontado por Maia (2000), apresentando no corredor de transporte de sedimentos eólicos 01 (ao norte), representado pelos pontos amostrados 09 e 10, uma taxa de 31,98 m3/m.ano, esses pontos representam o corredor obstruído pela Vila de Jericoacoara. No corredor 02, representado pelos pontos amostrados 03 e 04, uma taxa de transporte de 60,07 m3/m.ano, esses pontos (03 e 04) coincide com a trilha de acesso à Vila de Jericoacoara, onde o trafego de veículos automotores é intenso, e com isso, há movimentação de sedimentos e consequente transporte. Nos pontos localizados na Planície de Deflação Estabilizada, os valores de transporte de sedimentos foram quase nulos (máximo de 2,72 m3/m.ano), sendo 28 vezes menor do que o medido de 78 m3/m/ano em Jericoacoara (Maia,

2000), demonstrando que todo o sistema sofreu interferência e como consequência apresenta um alto déficit de sedimentação na área estudada.

Para a recuperação dos corredores de transporte de sedimentos da área faz-se necessário a intervenção do local. A interpretação dos dados indica que um projeto com a utilização de Guias de Transporte de Sedimentos (Paliçadas, Sand Fances). Esses sistemas combatem a erosão eólica, criam corredores e proporcionam maior estabilidade ao depósito arenoso e poderá cessar o déficit do balanço sedimentar na DPS (calculado em 69.716,138 m3/ano) e contribuirá para a sua recuperação em volume e área, resultando uma sedimentação na ordem de 87.655,00m3/ano, com um superávit anual de 17.939,00m3/ano sobre o déficit de volume, reforçando a ideia da estabilidade desse sistema quando um processo compensa a ação do outro, utilizando de técnicas de manejo ambiental de areias de praia e dunas para regeneração do corredor de transporte de sedimentos eólico e recuperação da DPS.

Figura 7 – Comparativo da DPS em 2017 e em 2023.

Fonte: Gurgel, G. A. S., 2023.

A interpretação destes dados indica que o Projeto, poderá cessar o déficit do balanço sedimentar na DPS (calculado em 69.716,138m3/ano) e contribuirá para a sua recuperação em volume e área.

As intervenções a serem consolidadas através da execução de um projeto de recuperação, pretende restaurar o processo eólico-sedimentar natural local e devolvendo o equilíbrio das taxas de sedimentação e erosão na área da Poligonal do Corredor de Transporte de Sedimento Eólico.

Referências

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. Tradução Olga Cruz – Caderno de Ciências da Terra. Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, nº13, 1972.

CASTRO, J. W. A. (2018). The Morphodynamics Behaviour of a Cross-Shore Sandbar in a Microtidal Environment, Anjos Cove, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro – Brazil. In: BOTERO, C. M.; CERVANTES, O. D.; FINKL, C. W. (orgs.). Beach Management Tools - Concepts, Methodologies and Case Studies. Coastal Research Library 24, Springer International Publishing 2018: p. 319-329. 14.

CUNHA, A. M.; CASTRO, J. W. A.; PEREIRA, F. M. B.; CARVALHO, M. A.; SUGUIO, K.

Variações do nível relativo do mar durante o holoceno na bacia hidrográfica do Rio Una, região de Cabo Frio - Rio de Janeiro: aspectos sedimentológicos, faciológicos e geocronológicos. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 18, n. 1, p. 143-154, 2017. DOI: 10.20502/rbg.v18i1.1039 17. Esri Inc. ArcGis Pro (versão 2.6.0). Redlands, Estados Unidos, 2020. 18.

FRYBERGUER, S. G. Dunes Forms End Wind Regime. In: MCKEE, E. D. (org.). A Study of Global Sand Seas. Geological Survey Professional Paper 1052, Printing Office, Washington, Estados Unidos, 1979. p. 137-169. 20.

GASTÃO, F. G. da C. – Dunas Eólicas Costeiras como Indicadoras de Alteração do Clima desde o Pleistoceno Superior. O Caso das Dunas dos Estados do Ceará e Maranhão, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2017.

GURGEL, G. A. S. O Sistema Sedimentar Eólico de Jericoacoara / CE: Manejo e Zoneamento Ambiental. 2023. 223 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Estadual do Ceará – UECE, Fortaleza, 2023.

GURGEL JR, J.B.; CASTRO, J.W A de; GURGEL, G.A.S - Abordagem Geológica Ambiental em uma área submetida a processos erosivos costeiros na praia do Pecém - São Gonçalo do Amarante, Ceará - Brasil. IV Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, São Paulo, 1993.

GURGEL JR, J.B.; GURGEL, G.A.S. - Plano de Sustentabilidade do Projeto de Recuperação e Estabilização da Praia e Encostas, do Programa de Proteção Ambiental, do Projeto Aldeia da Praia, Secretaria Municipal de Turismo de Fortaleza – SETFOR, na Cidade de Fortaleza/CE, 2014.

GURGEL JR, J.B.; GURGEL, G.A.S - Projeto de Recuperação da Praia e Encostas do Vila do Mar - Secretaria de Turismo de Fortaleza – SETFOR, Fortaleza/CE, 2016.

LEATHERMAN, S.P., 1978: A new eolian trap design. Sedimentology, 25: 303-306.

MAIA, L.P. (1998) Procesos Costeros y Balance Sedimentario a lo Largo de Fortaleza (NE Brasil): Implicaciones para una Gestioan Adecuada de la Zona Litoral. Unpubl. PhD Thesis, Faculty of Geology, University of Barcelona.

MAIA, Luís Parente; FREIRE, George Satander Sá; MORAIS, Jader Onofre de; RODRIGUES, Ângela Cristina Bezerra; PESSOA, Paulo Roberto; MAGALHÃES, Silvania Helena Oliveira. Dynamics of coastal dunes at Ceará State, Northeastern Brazil: dimension and migration rate

/ Luís Parente Maia [et. al]. Arquivos de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, v. 34, p. 11-22, 2001

PEREIRA FILHO, N. S. - Análise da Dinâmica Espaço-Temporal (1973 A 2014) das Dunas de Jericoacoara, Ceará, Brasil, Dissertação de Mestrado, Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia da UFC, Novembro 2014.

SILVEIRA, Adely Pereira; VASCONCELOS, F. P.; Claudino-Sales, Vanda; MOURA, F. M.; COSTA, A. B.; SANTOS, D. V.; Análise da Evolução Espaço-Temporal da Duna do Pôr Do Sol, Jericoacoara - Ceará - Brasil. In: Pinheiro, L.S.; Gorayeb, A.. (Org.). Geografia e as Mudanças Globais. 1ed.Fortaleza: UFC, 2019, v. 1, p. 1708-1718

SOUZA, M. J. N. O Litoral Leste do Estado do Ceará: potencialidades e limitações de uso dos recursos naturais das unidades geoambientais. In: Zenilde Baima Amora. (Org.). O Ceará: enfoques geográficos. 1ed.Fortaleza: FUNECE, 1999, v. p. 11-24.

SUGUIO, Kenitiro. Introdução a Sedimentologia. São Paulo. Ed-gard Bucher. Ed. Da Universidade de São Paulo, p. il, 1973.

VASCONCELOS, Fábio Perdigão. Gestão Integrada da zona costeira: ocupação antrópica desordenada, erosão, assoreamento e poluição ambiental do litoral. Fortaleza: Premius, 2005.

Evolução do relevo para as bacias do rio Buranhém, Lagoa Azul e rio Trancoso (Porto Seguro/BA) a partir da análise da Curva e Integral Hipsométrica

Evolution of the relief for the Buranhém, Lagoa Azul and Trancoso river basins (Porto Seguro/BA) from the analysis of the Hypsometric Curve and Integral

Archimedes Perez Filho
Universidade Estadual de Campinas
0000-0001-6675-3740
archi@unicamp.br

Joyce Santiago Moreira
Universidade Estadual de Campinas
0000-0002-1854-575X
j203570@dac.unicamp.br

Mateus Moriconi Prebianca
Universidade Estadual de Campinas
0000-0002-8027-265X
m203294@dac.unicamp.br

Paulo Henrique Moraes de Souza
Universidade Estadual de Campinas
0000-0002-1630-7512
p204417@dac.unicamp.br

Bruno Araújo Torres
Universidade Estadual de Campinas
0000-0003-2004-5620
b229463@dac.unicamp.br

Resumo: No litoral sul baiano, mais especificamente no município de Porto Seguro, o Grupo Barreiras se apresenta na forma de falésias e assume um papel importante na dinâmica natural e antrópica das bacias hidrográficas presentes na região, como por exemplo a bacia do rio Buranhém, Lagoa Azul e rio Trancoso, onde o material sedimentar é mais inconsolidado e suscetível à erosão. A aplicação de parâmetros morfométricos que apresentam dados estatísticos do volume erodido é importante para aprimorar as análises, interpretações e discussões acerca da evolução do relevo. Assim, utilizou-se a Curva e Integral Hipsométrica, que representam a relação proporcional entre altitude/área e o volume do substrato rochoso remanescente na bacia hidrográfica, respectivamente. Foi possível estabelecer o volume total e o erodido, tais resultados ilustram a semelhança no volume erodido entre a bacia do rio Buranhém e o rio Trancoso, que se diferem da Lagoa Azul, pela forma que os canais de instalaram.
Palavras-chave: Bacia Hidrográfica; Geomorfologia; Volume de Erosão; Grupo Barreiras; Hipsometria.

Abstract: On the south coast of Bahia, more specifically in the municipality of Porto Seguro, the Grupo Barreiras presents itself in the form of cliffs and assumes an important role in the natural and anthropic dynamics of the hydrographic basins present in the region, such as the Buranhém river basin, Lagoa Azul and the Trancoso River, where the sedimentary material is more unconsolidated and susceptible to erosion. The application of morphometric parameters that present statistical data of the eroded volume is important to improve the analyses, interpretations and discussions about the evolution of the relief. Thus, the Hypsometric Curve and Integral were used, which represent the proportional relationship between altitude/area and the volume of rocky substrate remaining in the hydrographic basin, respectively. It was possible to establish the total and eroded volume, such results illustrate the similarity in the eroded volume between the Buranhém river basin and the Trancoso river, which differ from Lagoa Azul, due to the way the channels were installed.
Keywords: Hydrographic Basin; Geomorphology; Volume of Erosion; Grupo Barreiras; Hypsometry.

Introdução

Os estudos das paisagens geomorfológicas atentam-se aos processos erosivos, que ocorrem em áreas onde há uma junção de fatores que os tornam propensos. A título de exemplo, o Grupo Barreiras (GB), em algumas regiões, dispõe de um material inconsolidado que pode estar mais suscetível à erosão.

Esta unidade estratigráfica, estende-se ao longo de grande parte do litoral brasileiro, alcançando, do Estado do Amapá até o Estado do Rio de Janeiro, apesar da origem sedimentar do Grupo Barreiras ser predominantemente continental, pesquisas também apontam a presença de material de origem marinha, principalmente com base em movimentos eustáticos (Suguio *et al*., 1985), o que reforça a possibilidade da deposição do material sedimentar ser proveniente de ambientes de transição continentais e marinhos acrescidos de sistemas fluviais (Bigarella, 1975, Arai; 2006; Morais *et al*, 2006; Souza *et al*, 2016).

No litoral sul da Bahia, o Grupo Barreiras aflora em falésias, onde a cidade de Porto Seguro está sediada, com aproximadamente 45 m de altitude. No Tabuleiro Costeiro que essas falésias sustentam, é predominante litofácies maciças constituídas de matriz areno-lamosa, mas também há a ocorrência de arenitos laminados, em sua maioria em grãos mal selecionados (Limas, Vilas Boas e Bezerra, 2006; Rojas González e Lima, 2021).

A região também é conhecida como Costa do Descobrimento, englobando os municípios de Belmonte, Santa Cruz Cabrália e Porto Seguro, onde estão inseridas importantes bacias hidrográficas que compõem a paisagem regional e estabelecem uma relação direta com as formas do relevo. Tais bacias, por permitirem uma análise sistêmica, possibilitam a aplicação de metodologias e análises que viabilizam a interpretação da evolução da paisagem, como exemplo as análises morfométricas.

Nesse sentido, a Curva Hipsométrica está inserida entre os diversos cálculos e análises morfométricas utilizadas nos estudos de bacias hidrográficas. Adota-se como princípio, uma relação proporcional e acumulativa entre a área e a elevação da bacia hidrográfica para gerar a Curva Hipsométrica, cujo objetivo é esboçar o volume rochoso contido abaixo da superfície topográfica ao longo da bacia, ou seja, da base até o topo. Enquanto o volume que está sob a curva representa o material ainda existente, o volume sobre a curva hipsométrica indica a quantidade de material erodido na bacia hidrográfica, o somatório de ambos os volumes representa o total da unidade (Christofoletti, 1974).

O volume rochoso pode ser calculado pela Integral Hipsométrica (Hi), proposta por Strahler (1952), que indica a área sob a Curva Hipsométrica. A Hi possui valor numérico que varia de uma escala de 0-1 e aponta o grau de maturidade geológica da bacia hidrográfica. Valores próximos de zero sugerem que a bacia seja mais antiga no tempo geológico e já

passou por processos erosivos mais intensos. Em contrapartida, valores aproximados de um, podem indicar bacias mais jovens e com maior volume de terreno.

A Curva e a Integral Hipsométrica podem exprimir em valores o volume de erosão e o volume remanescente do médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Buranhém, da bacia hidrográfica da Lagoa Azul e da bacia hidrográfica do rio Trancoso, no município de Porto Seguro (BA) partindo do pressuposto que Hi representa a parte remanescente de uma área total, ou seja 100%, que foi erodida.

Portanto, esta metodologia viabiliza o objetivo principal do presente trabalho, que visa identificar, por meio da Curva e Integral Hipsométrica, os valores de erosão das bacias hidrográficas em questão e estabelecer uma relação entre elas, a fim de comparar e discutir os níveis erosivos e as formas e evolução do relevo do GB na região.

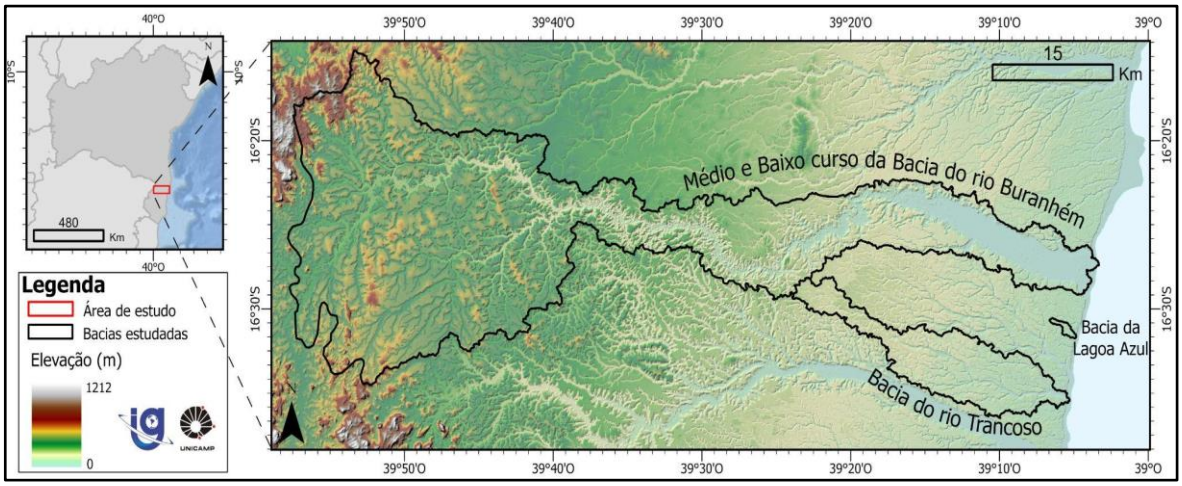
Dessa forma, o Grupo Barreiras corrobora com a hipótese deste trabalho pelo material que a constitui, favorecendo o que se espera no que tange aos aspectos erosivos. Pensando nisso, e para que todas as áreas que abarcam este trabalho estivessem inseridas no GB, justifica-se que somente a área do médio e o baixo curso da bacia hidrográfica do rio Buranhém foram levados em consideração, visto que, seu alto curso compreende uma pequena porção do embasamento Cristalino.

Materiais e Métodos

Área de estudo

As três bacias hidrográficas em foco neste trabalho, médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Buranhém, bacia da Lagoa Azul e bacia do rio Trancoso, estão localizadas majoritariamente na região da Costa do Descobrimento, litoral sul do Estado da Bahia, como mostra a figura abaixo.

Figura 1 - Localização das áreas de estudo.



Fonte: Os autores (2023).

A Costa do Descobrimento está inserida nos municípios de Belmonte, Santa Cruz Cabrália, Porto Seguro e Prado. No que toca à compartimentação geomorfológica da área, como apontam Dominguez *et al*. (2002) e Amorim (2011), o Tabuleiro Costeiro do Grupo Barreiras (terciário) domina a região. Próximo à linha de costa há a presença secundária de sedimentos quaternários onde formam-se leques aluviais e os terraços marinhos, além de depósitos marinhos transicionais, depósitos de origem continental e recifes de coral, bordejando a linha de costa e ocupando também os vales escavados nos tabuleiros costeiros.

Litologicamente, segundo Dominguez *et al*. (2002), afloram na região rochas metamórficas de alto grau relativas ao embasamento pré-cambriano, resultando em morros e formas de relevo típicas de *inselbergs* que se elevam acima do relevo aplainado do Tabuleiro Costeiro; soma-se a este embasamento, os depósitos areno-argilosos do GB que o sustenta.

Por sua vez, o Grupo Barreiras na região é constituída por lamas e areias intercaladas, predominando localmente depósitos arcosianos, mal selecionados, do tipo fluxo de detritos, em sua maioria de origem continental. Além disso, morfoestruturalmente ela está posicionada por toda a extensão da planície aluvial e, em seu contato com o ambiente marinho, há a presença de extensas falésias, ora ainda ativas, aflorando o material da formação, ora já inativas com a presença de vegetação (Dominguez *et al*., 2002).

Dentro deste contexto regional, destacam-se as três bacias hidrográficas em que as Curvas e Integrais Hipsométricas foram aplicadas, como mostra a figura acima. De maior amplitude na região, observam-se os largos vales encaixados e moldados pelo rio Buranhém, com uma variação topográfica gradual ao longo do médio e baixo curso, que para além disso, exibem talvegues planos e alinhados. No mais, são encontrados na desembocadura do rio Buranhém, entre a sede de Porto Seguro e o distrito de Arraial d'Ajuda, e numa porção extensa do mar, estruturas de *beachrocks*, que podem estar associadas às transgressões e regressões marinhas holocênicas.

Mais ao sul e de menor destaque na região, a bacia da Lagoa Azul está localizada no distrito de Arraial d'Ajuda, Porto Seguro, sendo marcada por extensas falésias inativas sustentadas pelo Grupo Barreiras, onde ocorre acelerado processo de erosão por ravinamento e deposições quaternárias de pequenos leques aluviais coalescentes em sua base, possivelmente recobrindo terraços marinhos associados a episódios de transgressão e regressão marinha. Imediatamente acima das falésias e de seus leques aluviais correspondentes, também observa-se a ocorrência da cultura de cocais (plantações de Coco) e construção de estradas vicinais.

Por fim, a terceira área de estudo refere-se à bacia hidrográfica do rio Trancoso, disposta dentro do município de Porto Seguro. Os solos existentes na área de estudo, segundo Amorim (2011), são Latossolo Amarelo distrófico e Argissolo Amarelo distrófico. A

geomorfologia da área, conforme Brasil (2000), possui tabuleiros dissecados com vales profundos e topos planos, sulcados por rede de canais de média densidade de drenagem.

No baixo curso da bacia, tem-se as planícies flúvio-lagunares próximas ao canal principal, sendo superfícies sub-horizontais constituídas de depósitos argilosos, ricos em matéria orgânica e constantemente inundáveis. Na linha de costa, são encontradas planícies marinhas, com superfícies formadas de depósitos arenosos quartzosos, bem selecionados (Brasil, 2000).

Procedimentos Metodológicos para elaboração da Curva e Integral Hipsométrica

Primeiramente foram obtidas as curvas de nível utilizando o Modelo Digital de Elevação MDE Copernicus - *Global and European Digital Elevation Mode*l (*COP-DEM*) com 30m de resolução espacial (*GLO-30)*. Os dados deste MDE foram adquiridos por meio da missão *TanDEM-X* entre 2011 e 2015 e disponibilizados para uso em 2019.

A escolha do MDE *Copernicus* se deu pelo crescente uso do mesmo em diversos estudos ambientais e de comparação entre MDE's disponíveis gratuitamente. Estes estudos apontam que o MDE *Copernicus* fornece dados consistentes e de maior detalhe do terreno, aproximando-se da representação real desejada (Li *et al*, 2022; Cuéllar *et al*, 2022; Franks e Rengarajan, 2023).

Foram utilizados dois ambientes de Sistema de Informação Geográfica (SIG) dos *softwares* ArcGis Pro (licenciado pela Universidade Estadual de Campinas) e QGIS 3.32. Extraiu-se os limites das bacias hidrográficas no ArcGis Pro de acordo com Faria *et al* (2016); e posteriormente, para extrair as curvas de nível, no QGIS, utilizou-se a ferramenta “Contorno dos Polígonos”, na qual foram extraídas as curvas de nível na equidistância de 30m, devido à resolução espacial do MDE.

Com as curvas extraídas, na ferramenta “Calculadora de Campo” obteve-se a área total da bacia hidrográfica e as áreas em quilômetro quadrado entre cada curva de nível. Em uma tabela no *Microsoft Excel* (2016) com os valores das cotas altimétricas organizadas de forma decrescente e a área entre elas, calculou-se a área acumulada em km², a fim de gerar a Curva Hipsométrica de cada bacia, conforme sugere Christofoletti (1974).

Já a Hi é estabelecida pelo volume do terreno (V) e o produto HxA (altitude x área total da bacia) (Muñoz, 2013), estes elementos são representados pela Equação (1):

$$\frac{V}{H \cdot A} = \int_0^1 x dx$$

Esta relação é igual ao resultado da integral da área relativa, dessa forma, calculou-se a a/A, que representa a área acumulada entre as cotas altimétricas dividido pela área total

da bacia e a h/H, que corresponde a cota de cada faixa altimétrica dividida pela cota máxima da bacia.

Gerou-se o gráfico de “Dispersão com Linhas Suaves e Marcadores” em uma escala de 0 - 1, no qual “a/A” representa “x” e “h/H” representa “y”, dessa forma, as Curvas e as Integrais Hipsométricas das bacias hidrográficas foram representadas. Com o gráfico plotado, aplicou-se a função “Linha de tendência (polinomial)” de tal forma que R² ficasse o mais próximo de “1”. Aplicou-se a fórmula pelo *Microsoft Excel* (2016), foi atingida a resolução da Hi.

Além dos cálculos de Hi feitos manualmente no *Microsoft Excel* (2016), também apurou-se os valores em ambiente SIG para conferência dos dados. No ArcGis 10.8 (licenciado pela Universidade Estadual de Campinas) a “*Hipsometry Tools*” fornece o valor de Hi, a partir dos *inputs* do MDE e do polígono de delimitação da bacia hidrográfica, a ferramenta obtém os valores (Davis, 2019; Panta, Nascimento e Monteiro, 2022).

Com os dados numéricos de Hi, calculou-se em quilômetros cúbicos o volume sob a Curva Hipsométrica (Equação 2); o volume acima da Curva Hipsométrica (Equação 3), cujo valor expressa o volume de material restante na unidade e a quantidade já erodida, respectivamente.

Equação (2): $\mathrm{H}i * A * H/1000$

Equação (3): $1 - \mathrm{H}i * A * H/1000$

Somando-se ambos os valores, foi obtido o volume total, de acordo com a Equação (4):

$$\Sigma\ V1\ + V2$$

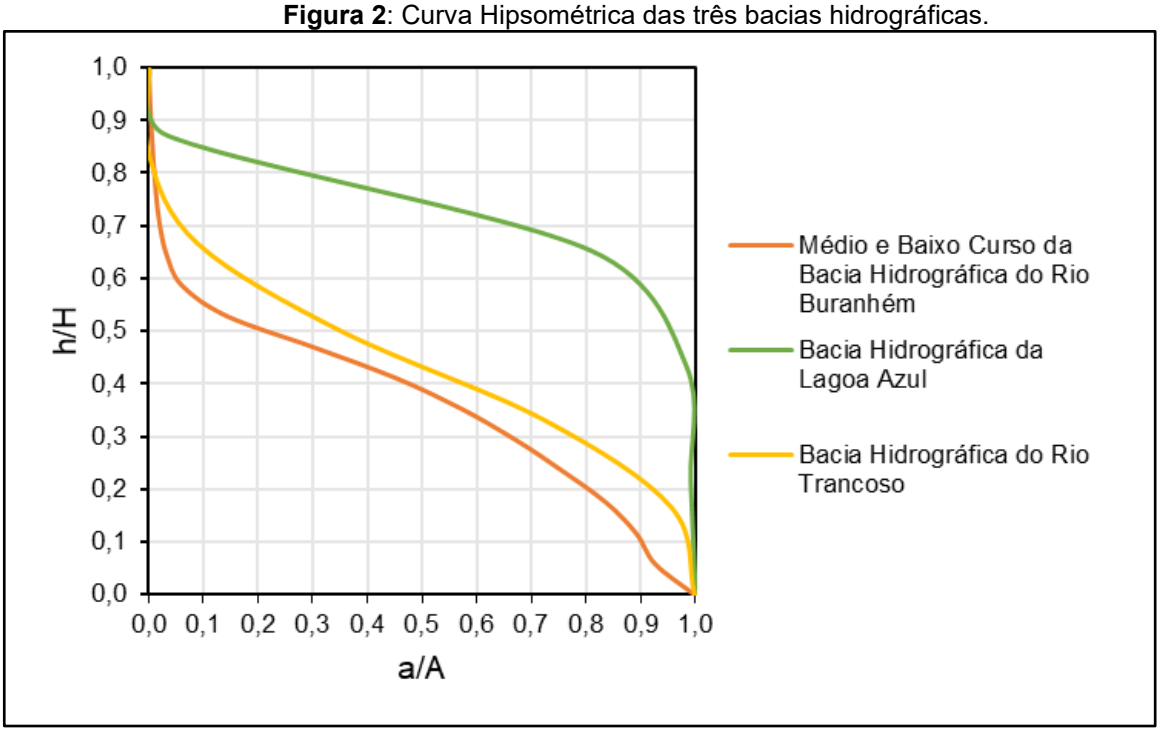
Resultados e Discussão

A Hi retrata a curva de distribuição de elevação do terreno da bacia hidrográfica analisada por intermédio da frequência acumulada das altitudes (Vieira, 2023). Seu resultado caracteriza o volume de material presente abaixo ou acima de um nível de referência, no qual tanto as Curvas quanto as Integrais Hipsométricas podem ser representadas em termos de idade relativa a formas de relevo e de grau de dissecação (Vargas, 2016).

Strahler (1952) define três classes de estágio evolutivo do relevo para os valores da Integral Hipsométrica. A primeira categoria representa os valores de Hi <0,4, que sugerem áreas caracterizadas por terrenos rebaixados e pretéritos, além de exprimirem curvas hipsométricas côncavas; outra classe ou grupo chamado de “maduro”, refere-se às curvas mais lineares com valores de Hi entre 0,4 e 0,6, equiparando a ocorrência de processos erosivos e tectônicos; e por fim, a classificação com Hi >0,6 e curvas convexas, que representa áreas com terrenos pouco rebaixados, recentes e ocorrência de ações tectônicas.

Desse modo, a Figura 2 apresenta as Curvas Hipsométricas das três bacias hidrográficas avaliadas. O médio e baixo curso da bacia do rio Buranhém apresenta o maior índice de erosão, seguido da bacia do rio Trancoso e, por último, a Lagoa Azul.

Figura 2: Curva Hipsométrica das três bacias hidrográficas.



Fonte: Os autores (2023).

Em escalas diferentes, as curvas hipsométricas exibem formatos distintos e seus valores de Hi se adequam, em cada caso, às três classificações propostas por Strahler (1952), como pode ser verificado a seguir na Tabela 1. No entanto, o médio e baixo curso do rio Buranhém e a bacia hidrográfica do rio Trancoso apresentam Hi próximos e, assim, podem ser considerados no limiar de transição entre as duas primeiras classes, já que, estatisticamente, esses valores não diferem 8%. Nessa perspectiva, as duas áreas possuem incisão do canal de forma semelhante, sendo oposta a dinâmica de atuação da Lagoa Azul, que tem valor elevado de Integral Hipsométrica e curva de formato convexo.

Tabela 1: Valores da Hi de cada bacia hidrográfica.

Bacia Hidrográfica	**Hi**
Rio Buranhém (médio e baixo curso)	0,362
Lagoa Azul	0,735
Rio Trancoso	0,439

Fonte: Os autores (2023).

O médio e baixo curso da bacia do rio Buranhém é a maior área representada neste trabalho, com 1228,20 km² e uma elevação máxima de 520 m e mínima de 0 m em seu nível de base, onde o rio deságua no Oceano Atlântico em Porto Seguro. Partindo da hipótese deste trabalho, a Hi representa a parte remanescente de uma área total (100%) que foi erodida, assim o médio e baixo curso da bacia do rio Buranhém dispunha de um volume total de 626,37 km³.

Com base dos cálculos realizados, erodiu-se 399,62 km³ desta bacia, restando 226,74 km³, ou seja, o volume sob a curva hipsométrica é inferior ao que foi erodido. Em números percentuais, o médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Buranhém teve 64% da área erodida, restando 36%. Isso exprime que, conforme demonstra a Tabela 1, a menor Hi dentre as três comparadas neste trabalho, é a do médio e baixo curso da bacia hidrográfica do rio Buranhém, com 0,362 em uma escala de 0 - 1.

De acordo com Strahler (1952) e Grohmann e Ricomini (2012), o valor de 0,362 expresso por esta Hi, indica que os terrenos são baixos e mais antigos, porém, a curva indica a liminaridade entre o mais antigo e a fase chamada “madura”, sendo que sua aparência não é totalmente côncava e o valor de Hi se aproxima de 0,4, indicando um estágio de equilíbrio da bacia hidrográfica e fazendo com que esta área se equipare à da bacia do rio Trancoso.

O rio Buranhém, apresenta como característica principal o formato meandrante, o que pode indicar um amadurecimento do canal, em um vale fluvial amplo e encaixado. No médio curso é possível identificar a transição entre o embasamento cristalino e o Grupo Barreiras. Nos mapas geológicos é perceptível a ocorrência de alguns pontos do material do GB sobrepostas ao material cristalino, o que reforça a ilustração da Curva Hipsométrica e a ideia de retirada do material do GB, em que se percebe um maior declive na Curva Hipsométrica (Christofoletti, 1981; CPRM, 2023).

Com relação à bacia da Lagoa Azul, o resultado se mostra diferente, não só por sua área total, como também pelo valor da Hi e pelo formato da Curva Hipsométrica. A área da bacia soma aproximadamente 2,4 Km², não correspondendo nem a 2% da área total das outras duas bacias em destaque, enquanto que a Integral Hipsométrica informa que apenas 0,0351 km³ do volume total foi erodido, 3% do total da bacia segundo os cálculos realizados com base na aplicação e interpretação da Curva Hipsométrica, que apresenta forma convexa, isto é, de pouca dissecação (Strahler, 1952; Schumm, 1956).

Na tentativa de compreender a relativa baixa erosão da bacia da Lagoa Azul se comparada às outras bacias, nota-se, principalmente, a diferença de tamanho entre as mesmas; essa distinção inibe uma explicação alóctone ou de fatores regionais que foram atuantes nas três bacias da mesma maneira. Assim, por se tratarem de materiais semelhantes (Grupo Barreiras), os mesmos processos podem ter conduzido a erosão das bacias, porém

em intensidades e escalas diferentes, o que torna necessário buscar fatores autogênicos e locais que podem ter desencadeado o divergente padrão erosivo da Lagoa Azul.

Nesse sentido, a partir de uma caracterização mais detalhada desta bacia, tanto do ponto de vista dos sistemas naturais, quanto dos sistemas antrópicos, destaca-se que a drenagem constitui-se exclusivamente de canais intermitentes de primeira e segunda ordem (Amorim, 2011), sendo que a distância do ponto de deságue no oceano até a nascente do córrego é de pouco mais de 3,4 km.

Falésias inativas sustentadas pelo Grupo Barreiras formam extenso Tabuleiro Costeiro, marcado em sua base por depósitos quaternários arenosos na forma de leques aluviais e terraços marinhos (Martin *et al*., 1980; Dominguez *et al*., 2002). Especialmente na Lagoa Azul, observa-se a ocorrência de um sistema de pequenos leques aluviais coalescentes em contato com as falésias.

Ademais, o uso da terra sobre este tabuleiro encontra-se em fase recente de apropriação antrópica e ocupação, o que pode ser observado na extração da vegetação nativa, na presença de plantações de coco, abertura de estradas vicinais, trilhas para turistas e no avanço da especulação imobiliária.

Maia *et al*. (2022) aponta como a erosão das falésias associadas ao GB na região pode estar relacionada com o desenvolvimento de ravinas no sopé das mesmas, o que também vem se expressando na feição de leques aluviais coalescentes na área. Desse modo, a retirada da maior parte do material da bacia da Lagoa Azul não se dá pela erosão fluvial de sua drenagem quase inexpressiva, como é o caso das outras duas bacias estudadas, mas sim por meio da erosão pluvial e escoamento superficial da água, o que ocasiona esse ravinamento das falésias.

O formato assumido pela Curva Hipsométrica desta bacia, que é convexo, aliado ao elevado valor de Hi, exprime a dissecação recente do compartimento, o que é corroborado pelo baixo volume de material erodido da bacia. Entretanto, constata-se que no final desta curva (chegando no exutório), há ligeira reentrância côncava em seu formato, o que permite buscar outro caminho possível de interpretação, ou seja, olhar os resultados à luz da aplicação da Curva Hipsométrica em leques aluviais, pois como foi explicitado anteriormente, essas formas se manifestam no sopé das falésias na área, de maneira coalescente. Para tal deve-se observar o trabalho de Zani e Andrades Filho (2010), que propõem o uso dos cálculos da Hi e a interpretação da curva para a geocronologia dos lóbulos deposicionais no megaleque do Taquari (MS).

Respeitando-se a diferença escalar destes pequenos leques na bacia da Lagoa Azul para o megaleque do Pantanal, é possível ainda realizar algumas correlações entre os trabalhos. Dentre outras discussões, Zani e Andrades Filho (2010) apontam que este tipo de

análise morfométrica aplicada no contexto de lobos deposicionais de leques aluviais deve ser interpretado de maneira inversa, ou seja, se convencionalmente no caso de bacias hidrográficas, o formato convexo esteja ligado ao baixo grau de dissecação da mesma, se tratando de leques aluviais ocorre o oposto, pois a existência dessas formas implica na ocorrência de processos deposicionais e não apenas erosivos, além da feição dos próprios leques naturalmente se expressar de maneira côncava (Bull, 1977).

Por fim, a bacia hidrográfica do rio Trancoso, apesar de apresentar resultados diferentes quando comparadas com as outras bacias analisadas, possui algumas semelhanças com o médio e baixo curso do rio Buranhém. A bacia em questão possui área de cerca de 150,3 km² e Hi de aproximadamente 0,439, dados intermediários no que tange às outras áreas analisadas. Tomando como base a hipótese do trabalho já discutida, o volume total da bacia era de 27,87 km³. De acordo com os cálculos realizados, o volume erodido dessa bacia é em torno de 15,63 km³, o que representa 56% do volume total da mesma, sendo que o volume remanescente é de cerca de 12,24 km³.

Além disso, conforme Strahler (1952), a Hi da bacia do rio Trancoso pode ser classificada como madura, pois é caracterizada pelo equilíbrio entre os processos tectônicos e erosivos, no qual as curvas possuem formato de “S”. No entanto, a bacia apresenta semelhanças com a classe que tem terrenos antigos e rebaixados e, dessa forma, pode ser compreendida na passagem do mais pretérito para o maduro. Na bacia também predominam canais de primeira e segunda ordem como já citado anteriormente e se encontra totalmente sobre o Grupo Barreiras, com arenitos imaturos, finos a granulosos, com níveis conglomeráticos e argilosos (Brasil, 2000).

Nesse sentido, a retirada da maior parte do material da bacia ocorre pela erosão fluvial. Como na bacia da Lagoa Azul, podem ser encontradas falésias inativas na área, em que o uso e ocupação da terra sobre o Tabuleiro Costeiro tem crescido nas últimas décadas, principalmente por conta do turismo que é muito intenso no Distrito de Trancoso.

Para Amorim e Oliveira (2013) a degradação da região da Costa do Descobrimento decorre dos tempos de colonização. Essa transformação foi aprofundada nas últimas cinco décadas, uma vez que o uso e ocupação das terras da região está fortemente associado ao extrativismo vegetal, à pecuária extensiva e ao plantio agrícola, como a silvicultura do Eucalipto e o Coco-da-baía.

Segundo Santana (2016), a natureza apresenta forte processo de desgaste, pois cada vez mais hotéis e condomínios de luxo são construídos na região para atender o contingente de pessoas que frequentam as praias da região. Isso tem provocado um desenvolvimento populacional e urbano desorganizado e com profundo crescimento da especulação imobiliária no distrito, principalmente ao longo da rodovia BA-987 em direção a

Estrada de Trancoso, o que pode ser considerada como um vetor de desenvolvimento socioeconômico de Trancoso (Silva, 2018).

Conclusões

Aplicou-se as metodologias e interpretações da Integral Hipsométrica e da Curva Hipsométrica para três unidades de bacias hidrográficas na região de Porto Seguro (BA): médio e baixo curso da bacia do rio Buranhém; bacia da Lagoa Azul e bacia do rio Trancoso. Guardando as diferenças de escala e área entre as bacias, e consequentemente, de processos, nos três casos a litologia predominante se refere ao Grupo Barreiras. Assim, o trabalho se propôs a comparar e discutir os resultados da Integral e da curva Hipsométrica no contexto regional do Grupo Barreiras no litoral sul da Bahia.

Os resultados foram interpretados separadamente, seja de bacia para bacia, ou do ponto de vista do formato da Curva Hipsométrica e do valor da Hi, entendendo que estes dois produtos expressam informações diferentes, mas complementares. Nesse sentido, o formato de cada curva mostrou-se coerente e relacionado com aproximações que podem ser corroboradas em campo.

Estilos de curva convexos, portanto, representam menor dissecação do relevo, enquanto côncavos exprimem maior grau de erosão, o que se encaixa para as três bacias estudadas, seja a partir das diferentes escalas de abordagem, potencial energético da drenagem, volume de água e geocronologia relativa, principalmente com relação à maturidade do relevo na área das mesmas.

Além disso, os valores da Hi encontrados em cada bacias foram coerentes, entretanto, questiona-se o fato de, mesmo com resultados tão próximos, as bacias do rio Buranhém e do rio Trancoso serem colocadas em categorias de dissecação e maturidade distintas seguindo a metodologia de Strahler (1952). Neste caso, o rigor estatístico pode ser deixado em segundo plano em prol do entendimento mais preciso dos processos atuantes nas bacias, principalmente sob a lente das diferentes escalas de abordagem na geomorfologia e no estudo da paisagem. Logo, podemos considerar as duas bacias em questão como classificadas na mesma categoria, ou em certa “zona de transição” entre as classificações de Strahler (1952).

Ademais, com relação à bacia da Lagoa Azul, o destaque vai para ocorrência de leques aluviais coalescentes na base das falésias fósseis que dominam a região, o que pode ser percebido pelo aspecto côncavo no final da respectiva Curva Hipsométrica, indicando maior dissecação e deposição, característica do ambiente de leques aluviais e em contraponto com o restante da curva que se mostrou de formato convexo. Futuros estudos devem discutir mais profundamente esta questão.

Dessa forma, o que se apreende com os resultados obtidos é a potencialidade da aplicação matemática da Curva e Integral Hipsométrica para a unidade Bacia Hidrográfica em estudos geomorfológicos. Muitos questionamentos e dúvidas foram levantados no decorrer da análise dos resultados, podendo se desmembrar em novas direções para os trabalhos de campo futuros e discussões nas áreas em questão.

A metodologia e as classificações de Strahler (1952) ainda se mostram aplicáveis, porém com as geotecnologias e o conhecimento atual, é possível levar em consideração alguns detalhes que antes não poderiam ser notados, como por exemplo incluir o peso do fator climático em análises que somente contavam com a estrutura litológica e movimentos tectônicos, além do já citado limiar muito preciso entre as classificações da Hi, que se tratando do relevo pode ser mais flexível e contar com zonas de transição.

Agradecimentos

Agradecimentos às agências de fomento que subsidiam as pesquisas dos autores do presente trabalho. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES (processos n° 88882.180265/2000-01 e 88887.833476/2023-00); ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (processos nº 304751/2020-0 e 404636/2021-7) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP (processo n° 22/11563-5).

Referências

AMORIM, R.R. **Análise geoambiental como subsídio ao planejamento no uso e ocupação das terras da zona costeira da região Costa do Descobrimento (Bahia)**. Tese (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências, Departamento de Geografia, Universidade Estadual de Campinas. 2011.

AMORIM, R. R; OLIVEIRA, R. C. Zoneamento ambiental, subsídio ao planejamento no uso e ocupação das terras da Costa do Descobrimento. **Mercator - Revista de Geografia da UFC**, vol. 12, núm. 29, p. 211-231. 2013.

ARAI, M. A grande elevação eustática do mioceno e sua influência na origem do grupo barreiras . **Geologia USP. Série Científica,** [S. l.], v. 6, n. 2, p. 1-6, 2006. DOI: 10.5327/S1519-874X2006000300002. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/27419. Acesso em: 15 ago. 2023.

BIGARELLA, J. J. The Barreiras group in northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** v. 47, p. 365-393, 1975.

BRASIL. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. **Projeto Porto Seguro Santa Cruz Cabrália**. [S.l]: [s.n], 2000. 647 p. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/5164. Acesso em: 30 mar. 2023.

BULL, W. B. The alluvial-fan environment. **Progress in Physical Geography**: v. 1, Issue 2. 1977.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1974, p. 149.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial**: o canal fluvial. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1981. 313 p.

CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. **Base de Dados**. Disponível em: https://geosgb.sgb.gov.br/. Acesso em 15 de jun. de 2023.

CUÉLLAR, A. C.; CENCI, L.; SANTELLA, C.; ALBINET, C. Evaluating the Copernicus Dem Dataset Potential for the Identification of (Flash) Flood-Prone Areas by Using a Geomorphological Approach. **Igarss 2022- IEEE International Geoscience And Remote Sensing Symposium,** Kuala Lumpur, p. 5597-6000, 2022. Disponível em: https://ieeexplore.ieee.org/document/9884948. Acesso em: 05 jul. 2023.

DAVIS, J. **Hypsometry Toolbox**. Disponível em: <https://gis.sfsu.edu/content/hypsometry-tools>. Acesso em 10 de jul. 2023.

DOMINGUEZ, J. M. L.; MARTIN, L.; BITTENCOURT, A. C. S. A costa do descobrimento, BA - A geologia vista das caravelas. In: SCHOBBENHAUS, C.; CAMPOS, D. A.; QUEIROZ, E. T.; WINGE, M.; BERBERT-BORN, M. L. C. (Edits.) **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil.** 1. Ed. Brasília: DNPM/CPRM - Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e Paleobiológicos (SIGEP), V. 01: 233-241. 2002.

FARIA, A.L.L de; LACERDA, H.C; FONSECA, H.P. **Morfometria e delimitação de bacias a partir do ArcGis 10.1**. Geomorfologia climática e estrutural. Data completa 2016. Departamento de Geografia. Universidade Federal de Viçosa- UFV.

FRANKS, Shannon; RENGARAJAN, Rajagopalan. Evaluation of Copernicus DEM and Comparison to the DEM Used for Landsat Collection-2 Processing. **Remote Sensing,** [S.L.], v. 15, n. 10, p. 2509, 10 maio 2023. MDPI AG. http://dx.doi.org/10.3390/rs15102509. Disponível em: https://www.mdpi.com/2072-4292/15/10/2509. Acesso em: 05 jul. 2023.

GROHMANN, C. H.; RICCOMINI, C. Análise digital de terreno e evolução de longo-termo de relevo do centro-leste brasileiro. **Revista do Instituto de Geociências** – USP. Geol. USP, Sér. cient., São Paulo, v. 12, n. 2, p. 12-150, 2012

LI, H.; ZHAO, J.; YAN, B.; YUE, L.; WANG, L.. Global DEMs vary from one to another: an evaluation of newly released copernicus, nasa and aw3d30 dem on selected terrains of china using icesat-2 altimetry data. **International Journal Of Digital Earth**, [S.L.], v. 15, n. 1, p. 1149-1168, 30 jun. 2022. Informa UK Limited. http://dx.doi.org/10.1080/17538947.2022.2094002. Disponível em: https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/17538947.2022.2094002. Acesso em: 05 jul. 2023.

LIMA, C. C. U. de; BOAS, G. da S. V.; BEZERRA, F. H. R. Faciologia e análise tectônica preliminar da Formação Barreiras no Litoral Sul do estado da Bahia, Brasil . **Geologia USP. Série Científica**, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 71-80, 2006. DOI: 10.5327/S1519-874X2006000300009. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/27426. Acesso em: 15 ago. 2023.

MAIA, R. P.; AMORIM, R. de F.; MEIRELES, A. J. A. **Falésias: Origem, Evolução e Risco**. Fortaleza: Imprensa Universitária, UFC. 2022.

MARTIN, L; BITTENCOURT, A.C.S.P; VILAS BOAS, G.S; FLEXOR, J.M. **Mapa geológico do Quaternário costeiro do Estado da Bahia, escala 1:250.000**. Governo do Estado da Bahia. Secretaria de Minas e Energia, 57p. 1980.

MORAIS, R. M. O. de; MELLO, C. L.; COSTA, F. de O.; SANTOS, P. de F. Fácies sedimentares e ambientes deposicionais associados aos sepósitos da Formação Barreiras no estado do Rio de Janeiro . **Geologia USP**. Série Científica, [S. l.], v. 6, n. 2, p. 19-30, 2006. DOI: 10.5327/S1519-874X2006000300004. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/guspsc/article/view/27421. Acesso em: 15 ago. 2023.

MUÑOZ, V. A. Espacialização do índice relevo-elevação (E) na bacia do rio Itajaí a partir de MDE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16. (SBSR), 2013, Foz do Iguaçu. **Anais…** São José dos Campos: INPE, 2013. p. 5940-5946. DVD, Internet. ISBN 978-85-17-00066-9 (Internet), 978-85-17-00065-2 (DVD). IBI: <3ERPFQRTRW34M/3E7GMGJ>. Disponível em: <http://urlib.net/ibi/3ERPFQRTRW34M/3E7GMGJ>.

PANTA, G.; NASCIMENTO, J. P. H.; MONTEIRO, K. A. Eroded topography in Proterozoic Basement: the case of Capiá river watershed, Semi-arid Northeastern Brazil. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 23, n. 4, p. 1929–1946, 2022. DOI: 10.20502/rbg.v23i4.2159. Disponível em: https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/2159. Acesso em: 20 ago. 2023.

ROJAS GONZÁLEZ, O. I.; DE LIMA, C. C. U. MODELAGEM ESPACIAL DA NEOTECTÔNICA NA COSTA DO DESCOBRIMENTO, SUL DO ESTADO DA BAHIA. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, [S. l.], v. 22, n. 2, 2021. DOI: 10.20502/rbg.v22i2.1776. Disponível em: https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/article/view/1776. Acesso em: 15 ago. 2023.

SANTANA, E. S. Sugestão de pesquisa em torno das ações insustentáveis e déficits socioambientais no turismo de Porto Seguro–Bahia. **Revista Letrando**, v.4, [S.l.], p. 170-180, 2016. Disponível em: https://revistaletrando.com.br/volume4/. Acesso em 21 mar. 2023.

SCHUMM, S. A. Evolution or drainage systems and slopes badlands or Perth Amboy. **Geological Society of America Bulletin**, v. 67, n. 5, p. 597-646, 1956.

SILVA, D. O. Uso e ocupação do solo entre Trancoso e Arraial d'Ajuda, Costa do Descobrimento, litoral sul do estado da Bahia. In: XXII SEMIC, 12., 2018, Feira de Santana. **Anais...** Feira de Santana: UEFS, 2018. [S.l]. Disponível em: https://periodicos.uefs.br/index.php/semic/article/view/4003. Acesso em: 20 mar. 2023.

SOUZA, C. M. P.; COSTA, L. M.; MOREAU, A. M. S. S.; GOMES, R. L.. SEDIMENTOLOGICAL PARAMETERS AND DATING OF POST-BARREIRAS SEDIMENTS FROM REGION THE COASTLINE. Mercator, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 127-139, 23 set. 2016. **Mercator** - Revista de Geografia da UFC. http://dx.doi.org/10.4215/rm2016.1503.0008. Disponível em: https://www.scielo.br/j/mercator/a/7LWyMNWcSxsqhWPNMHcbSZq/?lang=en#. Acesso em: 15 ago. 2023.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v. 63, n. 11, 1952.

VARGAS, K. B.; SORDI, M. V. Integral hipsométrica aplicada a bacias hidrográficas em áreas de borda planáltica no Centro Norte paranaense. In: XI Simpósio Nacional de Geomorfologia, 1. 2016, Maringá. **Anais…** Maringá: UEM, 2016. [S.l.]. Disponível em: http://www.sinageo.org.br/2016/trabalhos/1/1-390-115.html. Acesso em: 07 abr. 2023.

VIEIRA, J. S. S. **Análise morfoestrutural e geomorfométrica no escarpamento da margem passiva do Nordeste oriental do Brasil**. Dissertação (Mestrado em Geografia). Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA), Universidade Federal de Alagoas. 2023.

ZANI, H.; ANDRADES FILHO, C. de O. Hipsometria aplicada à evolução do megaleque do Taquari. Embrapa Informática Agropecuária/INPE, p. 230 -238. **Anais 3º Simpósio de Geotecnologias no Pantanal**, Cáceres, MT, 16-20 de out 2010.

Análise do Controle Estrutural de Drenagem na Bacia Hidrográfica do Riacho Gravatá

Analysis of the Structural Drainage Control in the Gravatá River Hydrographic Basin

Laís Susana de Souza Gois
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-4901-5639
lais.gois@ufpe.br

Jonas Herisson Santos de Melo
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-3508-6433
jonas.melo@ufpe.br

Gabriel Aves
Instituto do Meio Ambiente de Alagoas
https://orcid.org/0000-0002-1111-2345
gabriel.alves@igdema.ufal.br

Kallyne Teixera Santos
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0005-6929-3264
kallyneteixerasantos@gmail.com

Kleython de Araújo Monteiro
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0003-4829-3722
kleython.monteiro@igdema.ufal.br

Resumo: O relevo é um objeto de análise relevante para o viés da ciência da geomorfologia, visto que possibilita entender o contexto sistêmico da paisagem a nível pretérito, atual e futuro. Assim, a área de estudo está localizada no município de Iati no estado de Pernambuco, estando na dinâmica do planalto da Borborema e pertence à bacia do Riacho Gravatá, sendo afluente do Rio Ipanema. O método utilizado nesta pesquisa visa aplicar os índices morfométricos de fator de assimetria de bacia hidrográfica, razão de bifurcação, lineamentos, equivalente vetorial, largura-profundidade e declividade normalizada com intuito de quantificar os processos atuantes nas formas e determinar a ação erosiva na área em apreço. Neste sentido, de acordo com os parâmetros de morfometria empregados, foi identificado associação entre drenagem e controle estrutural, mas de forma desigual no recorte adotado. Logo, justifica-se estes dados devido a influência da litologia e tectônica presente no planalto da Borborema.

Palavras-chaves: Paisagem; Índices Morfométricos; Controle Estrutural; Planalto da Borborema.

Abstract: Relief is a relevant object of analysis for the science of geomorphology, as it makes it possible to understand the systemic context of the landscape at the past, current and future levels. Thus, the study area is located in the municipality of Iati in the state of Pernambuco, being in the dynamics of the Borborema plateau and belonging to the sub-basin of the Riacho Gravatá, being a tributary of the Ipanema river. The method used in this research aims to apply the morphometric indices of watershed asymmetry factor, bifurcation ratio, lineaments, vector equivalent, width-depth and normalized slope in order to quantify the processes acting on the forms and determine the erosive action in the area in appreciation. In this sense, according to the morphometry parameters used, an association between drainage and structural control was identified, but unevenly in the chosen cutout. Therefore, these data are justified due to the influence of the geological and tectonic dynamics present in the Borborema plateau.

Keywords: Landscape; Morphometric Indexes; Structural Control; Borborema Plateau.

Introdução

A paisagem é um sistema bastante complexo e passível de inúmeras análises que podem ser destinadas de acordo com os processos atuantes em suas respectivas escalas. É de fundamental importância que as analisadas ocorram de maneira conjunta já que a paisagem é um sistema, e definição de sistema, pode ser compreendida como um conjunto de elementos que se relacionam entre si, possuindo um certo grau de organização, buscando atingir um objetivo ou uma finalidade, como por exemplo, um determinado sistema trabalha, de forma a buscar o equilíbrio entre forças (BERTALANFFY, 1932).

Dentro dos sistemas de paisagens existem subsistemas interdependentes, que oferecem uma série de perspectivas para entendimento das dinâmicas atuais e pretéritas e planejamento de dinâmicas futuras. Neste sentido o relevo constitui um subsistema que tem sua importância, visto que se trata da superfície onde ocorre uma série de dinâmicas. Sendo o relevo terrestre um emaranhado de formas e processos, a ciência geográfica utiliza uma gama de metodologias para análise em diferentes escalas.

Assim, os índices morfométricos servem a geografia, mais especificamente a geomorfologia, como opções de quantificar e otimizar as análises do relevo, de maneira que algumas metodologias já se consolidaram e foram adaptadas, isto é, os parâmetros foram adequados aos diferentes tipos de ambientes de análise.

Desta maneira buscou-se, através da utilização de índices morfométricos, quantificar as relações entre as transformações que estão em curso na bacia e os processos atuantes, bem como estabelecer relações destes processos com fatores que controlam a erosão, como características geológicas locais e regionais, e incluem: variações litológicas, estruturas e processos tectônicos, se for o caso (DEWEY et al. 1993; JULIEN, 2010).

A área de análise está na porção Sul do Planalto da Borborema, no qual possui um relevo dissecado e demonstra acentuadas evidências de controle estrutural da drenagem, sendo o Lineamento Pernambuco, de trend E-W, a principal zona de cisalhamento condicionando a morfologia regional. Lineamentos NE-SW se ramificam a partir desta, condicionando secundariamente o padrão de canais e de dissecação. Os principais afluentes que drenam a partir desta região convergem para depressões marcadas por pedimentos dissecados e diversas outras feições residuais.

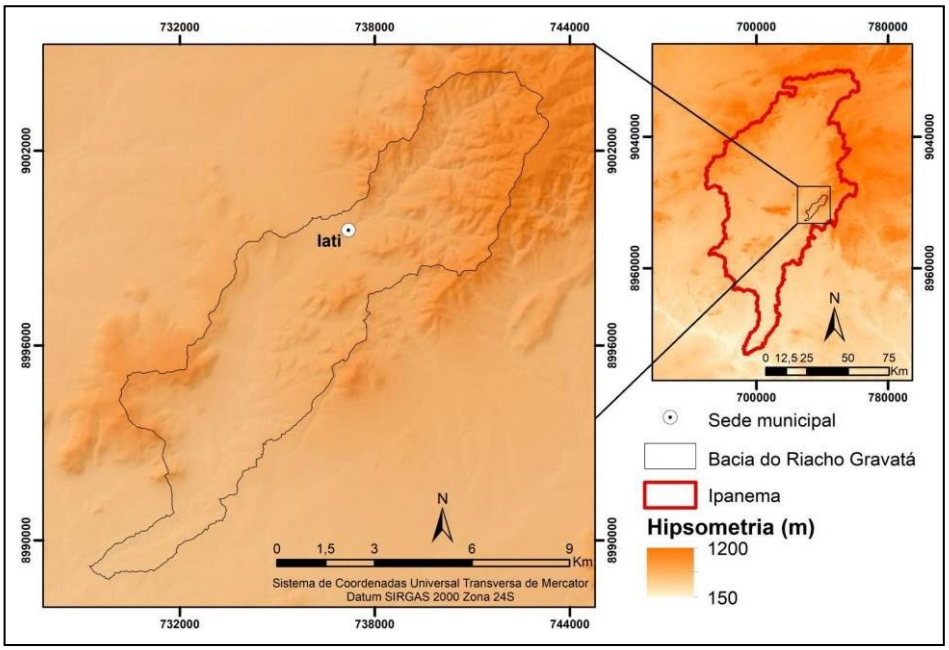
Materiais e Métodos

Localização da área

A área de análise está localizada no Planalto da Borborema, especificamente no município de Iati-PE, constitui a Bacia Hidrográfica do Riacho Gravatá, sendo de 4° ordem e

afluente do Rio Ipanema (Figura 1). A área chama atenção pelas suas diferenciações litológicas e morfológicas bastante abruptas e é caracterizada como uma área de transição entre o planalto e o piemonte.

Figura 1: Localização da Bacia Hidrográfica do Riacho Gravatá.



Fonte: Os autores, 2023.

Metodologias

Inicialmente foi realizada a coleta e tratamento para eliminação de ruídos de dados raster provenientes do programa TanDEM-X, com resolução de 12m. Em seguida no software ArcMap 10.4 foram calculados alguns parâmetros morfométricos que servem para analisar os principais condicionantes da rede de drenagem dentro da bacia hidrográfica. Assim foram obtidos os valores de Assimetria de bacia, além dos índices de Razão de bifurcação (Rb), Lineamentos, Equivalente vetorial (Rev), a Relação largura-profundidade (Vf) e Razão de declividade normalizada (Ksn). Por fim, alguns índices foram analisados em conjunto com o relevo total do canal ou trecho de canal correspondente, o relevo total corresponde à diferença de altitude entre o ponto mais a montante e o ponto mais a jusante do segmento.

Fator de Assimetria de Bacia Hidrográfica (FABH)

O cálculo de assimetria de uma bacia foi proposto para identificar o deslocamento lateral do canal principal que se dá basculamentos na bacia causados por controles estruturais. Os valores próximos ou igual a 50 indicam uma bacia simétrica e portanto, ausência ou baixo controle estrutural, à medida que os valores vão aumentando ou diminuindo

esse controle vai ser maior, havendo basculamento para esquerda ou para direita, respectivamente (HARE e GARDNER, 1985).

O FABH é definido pela seguinte equação:

$$FABH = 100\ (Ar/At)$$

Onde:

Ar é a área que corresponde à margem direita a bacia;

At corresponde à margem direita e At corresponde a área total da mesma.

Razão de Bifurcação

Para Horton (1945) a variação dos valores da razão de bifurcação poderia indicar bacias de drenagem com relevo plano ou ondulado, quando apresentando valores entre 2 e 3; já valores acima de 3 indicariam bacias de drenagem com relevo montanhoso ou altamente dissecado. O termo relação de bifurcação (Rb) é utilizado para expressar a razão entre o número de fluxos de qualquer ordem dada para o número de canais de ordem imediatamente superior.

Strahler (1964) aponta que os menores valores da razão de bifurcação são características das bacias que sofreram menos distúrbios estruturais e o padrão de drenagem não foi distorcido por causa de distúrbios estruturais. A relação de bifurcação também pode ser um indicativo da forma de uma bacia hidrográfica, onde uma bacia alongada é relacionada a valores de Rb elevados, enquanto uma bacia com características circulares é relacionada a valores baixos.

Dentro da perspectiva de Strahler (1964) é possível afirmar que valores elevados de bifurcação estão relacionados com bacias alongadas e que possuem padrão de drenagem distorcido por distúrbios (controles) estruturais.

Lineamentos

Os lineamentos são feições retilíneas ao longo da bacia e podem ser classificados como positivos correspondendo a topografias elevadas como cristas e escarpas e lineamento negativos que são as falhas, os vales, trincheiras e outros elementos de considerável desnível. A obtenção dos lineamentos pode ser feita em campo ou por geoprocessamento. No caso deste trabalho a extração foi feita por geoprocessamento, a partir da combinação de azimutes proposta por Radaideh et al. (2016), assim para a extração de relevos negativos utilizou-se os azimutes de 0°, 45°, 90° e 135° e para os relevos positivos a combinação dos

azimutes 180°, 225°, 270° e 315°. Foram gerados mapas de sombreados utilizando a ferramenta Hillshade e logo após a calculadora raster para a união de cada grupo de azimute.

Equivalente vetorial

O equivalente vetorial, também aplicado na forma de índice de sinuosidade, é obtido a partir da razão entre comprimento do canal e o comprimento do vale (SCHUMM, 2005). É um cálculo utilizado para definir os canais ou trechos de canais que são retilíneos ou meândricos. Alguns autores atribuem valores pré-estabelecidos para classificação dos canais a partir da sinuosidade. De acordo com Christofoletti (1974) os valores a partir de 1,5 já caracterizam o canal como sinuoso, alguns autores consideram que os valores próximos a 1 referem-se a canais retilíneos e os valores próximos a 2 a canais meândricos.

Largura-Profundidade

A relação Largura-Profundidade (Vf) é utilizada para investigar a relação entre a profundidade do canal e a sua cobertura lateral. Para obter esse parâmetro deve-se fazer uma relação entre a largura do fundo do vale, a diferença altimétrica do divisor de águas esquerdo e o fundo do vale, a diferença altimétrica do divisor de águas direito e o fundo do vale, e a altimetria do fundo do vale. De acordo com Barbosa e Furrier (2011), os valores abaixo de 1 indicam que o canal tem sofrido alguma influência tectônica, e os valores acima de 1 indicam erosão lateral e estabilidade tectônica.

Declividade normalizada (Ksn)

O Ksn é obtido a partir de uma função exponencial da área de drenagem (A), da declividade local dos canais fluviais (S) e de um coeficiente de erodibilidade (K). Assim, é possível indicar áreas onde existe uma quebra de patamar no relevo e consequentemente uma alteração no fluxo dos materiais transportados, para além também é possível realizar análises voltadas aos processos de incisão fluvial, processos estes que são favorecidos por canais fluviais caracterizados por vazão e declividade, como também exposição de rochas de baixa resistência frente aos processos denudacionais (PEIFER et al. 2020). É importante ressaltar que a presente métrica surge como uma tentativa de solucionar o problema da obtenção de dados de erosão, como destacado por Kirby e Whipple (2012).

A presente métrica é representada pela seguinte equação:

$$S = ksnA{-}\theta ref$$

Onde:

S representa a declividade local dos canais fluviais; A representa a área de drenagem;

Ksn descreve o gradiente de canal normalizado e

θref se refere a concavidade de referência fixa, com o valor de 0,45 que é frequentemente usado para facilitar a comparação de valores de ksn entre diferentes paisagens (WOBUS et al., 2006; KIRBY e WHIPPLE, 2012).

O Ksn permite a comparação da declividade dos canais em diferentes áreas de drenagem. Além disso, os valores de Ksn exibem uma correlação significativa com as taxas de erosão médias da bacia, determinadas a partir do estudo de caso. Os estudos de Liu et al. (2020), revelaram que as variações relativas na taxa de erosão podem ser inferidas, combinando a inclinação média do canal normal da bacia e o ângulo da encosta da bacia.

Resultados discussões

A partir da relação entre a margem direita e a margem esquerda da bacia, a assimetria apresentou um valor de 38, porém é visível a priori uma mudança abrupta entre dois segmentos, assim os valores de assimetria também foram calculados para tais, sendo um a montante dessa mudança e outro a jusante, esta situação se repetiu na aplicação de mais índices. A assimetria calculada para a bacia inteira resultou num levemente pronunciado basculamento à direita, enquanto a assimetria dos segmentos mostrou valores significativamente diferentes. O segmento mais a montante apresentou um valor de 28, mostrando um forte basculamento para a direita, enquanto o segmento mais a montante indicou um valor de 44, este também mostra basculamento à direita, no entanto, muito mais leve que o primeiro e até mesmo que a bacia completa.

O segundo resultado obtido foi o de razão de bifurcação (Quadro 1), este apresentou valores diferentes nas diferentes ordens de canais, e para uma melhor análise também foi calculado em dois segmentos como na assimetria de bacia.

Quadro 1: Razão de bifurcação do canal todo e dos segmentos.

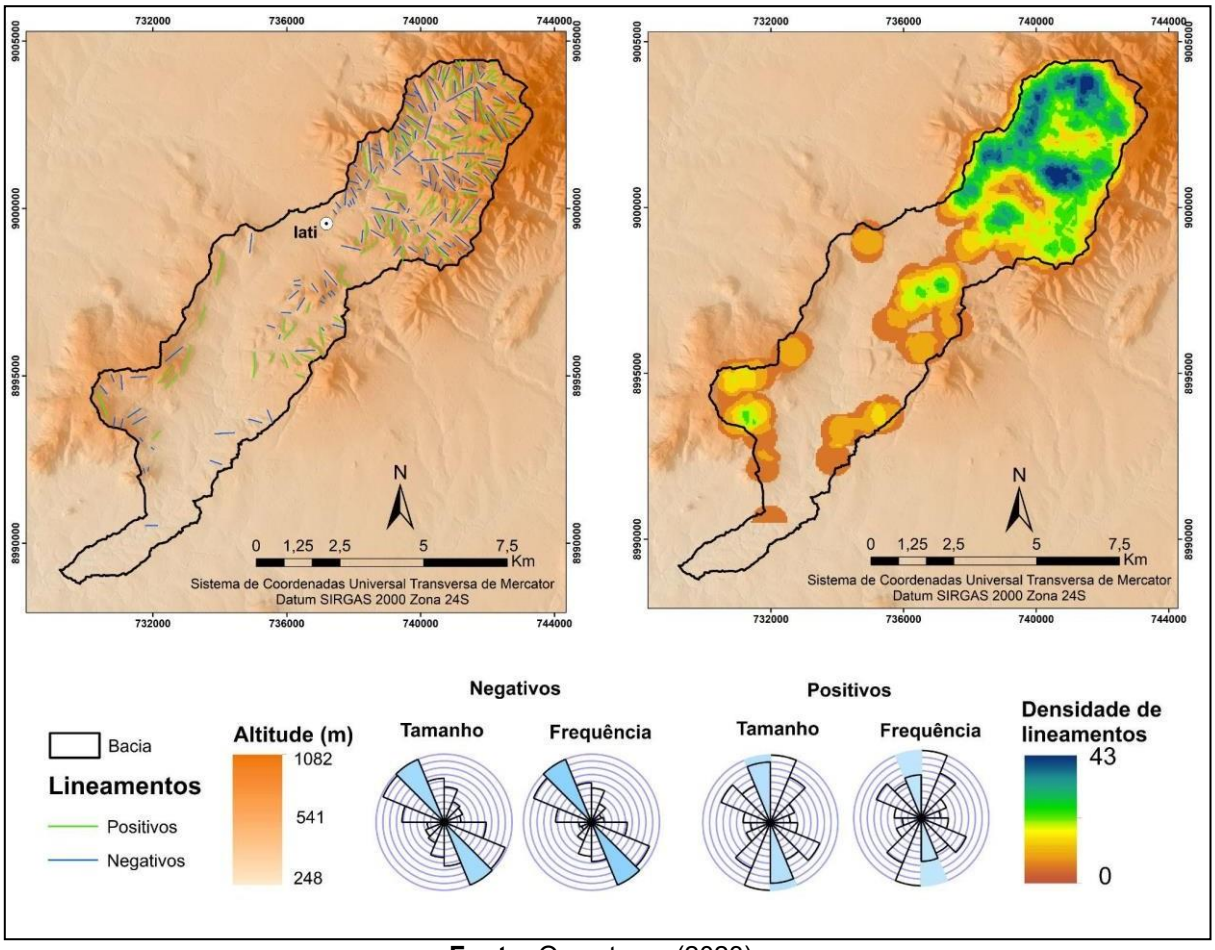
		1ª ordem	2ª ordem	3ª ordem	4ª ordem
Razão de Bifurcação (Rb)	Total	4,3	5,5	10	Não se aplica
	Seg. montante	3,8	4,7	3	Não se aplica
	Seg. jusante	4,6	6	5	Não se aplica

Fonte: Os autores (2023).

Os valores alcançados indicam controle estrutural significativo sobre a drenagem e são considerados os relevos de características montanhosas ou dissecadas. Assim os valores obtidos para a bacia, sem distinção de segmentos indicam que a partir dos canais de 2ª ordem a relação contém um controle estrutural crescente. No segmento mais a montante a Rb também indica controle estrutural com seus valores dentro do intervalo observado. Já no segmento a jusante, existe uma anormalidade nos canais de 2ª ordem em relação aos de 3ª, demonstrando que existe uma atuação significativa da estrutura na hierarquização dos canais.

Dando sequência aos resultados, a extração de lineamentos foi guiada a partir da junção de diferentes azimutes de iluminação para melhor identificação de feições positivas e negativas, como supracitado. Os lineamentos positivos, correspondentes a falhas, vales e outros elementos de desnível, mostraram-se numa direção preferencial NO-SE, porém há a presença de alguns pequenos menores que acompanham a direção NE-SO. Já para os lineamentos positivos, a direção preferencial é NO-SE, porém os maiores lineamentos possuem uma direção NE-SO (Figura 2).

Figura 2: Lineamentos positivos e negativos.



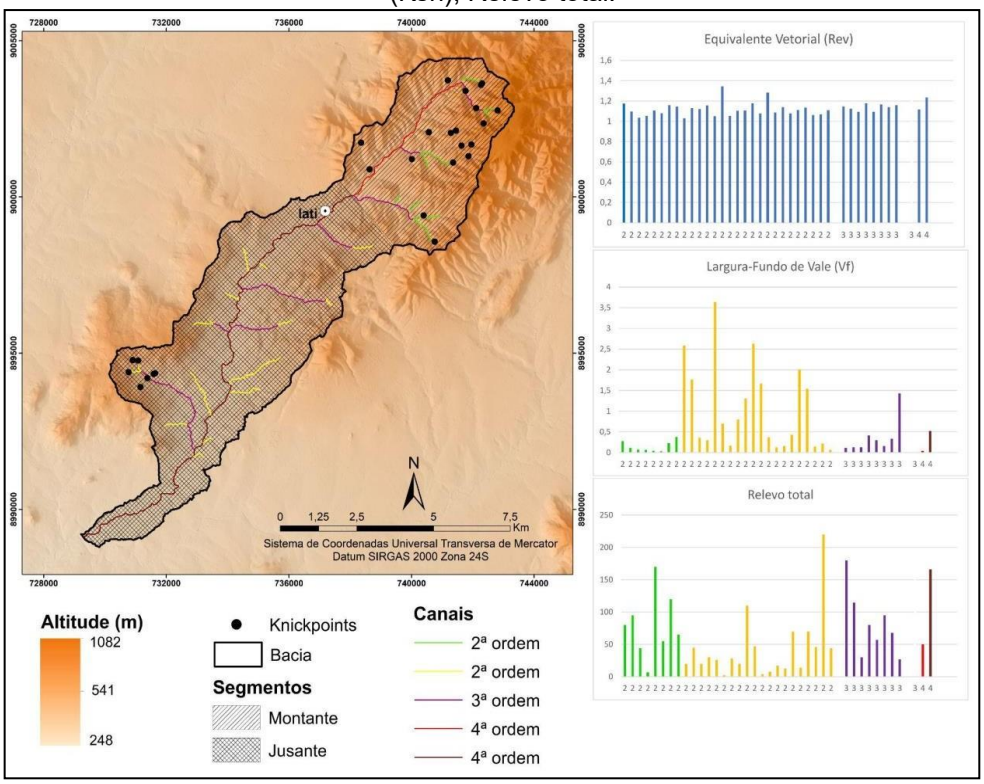
Fonte: Os autores (2023).

Os valores de equivalente vetorial mostraram pouca divergência, estando todos no intervalo entre 1 e 1,3 o que de acordo com os parâmetros estabelecidos para outras regiões, são classificados como retilíneos, inexistindo a presença de canais sinuosos. Para este índice os canais foram analisados individualmente, destacando o canal de 4ª ordem que foi dividido em dois trechos correspondentes aos segmentos dos primeiros resultados.

A relação largura-fundo de vale, assim como o Rev foi analisada individualmente para cada canal, exceto o canal de 4ª ordem que foi dividido em 2 trechos correspondentes aos segmentos que foram analisados nos outros índices. Os valores obtidos são bastante heterogêneos, sobretudo de uma ordem de canais para outra. Os canais de 2ª ordem apresentaram os maiores valores (acima de 1), de acordo com a literatura seriam canais onde o rebaixamento do talvegue diminuiu e a erosão lateral agora é bastante frequente.

Por fim, o último resultado obtido foi o do Ksn, no qual apresentou uma concentração de quebras de patamar nas áreas mais elevadas da bacia especialmente nas drenagens de 2ª e 1ª ordem, cabe destacar que dos 19 pontos de quebra identificados no alto curso da bacia, apenas 2 estão na margem direita que possui uma expressiva diferença morfológica e areal da margem esquerda. Vale destacar ainda que há a concentração de algumas quebras num divisor rebaixado do baixo curso (Figura 3).

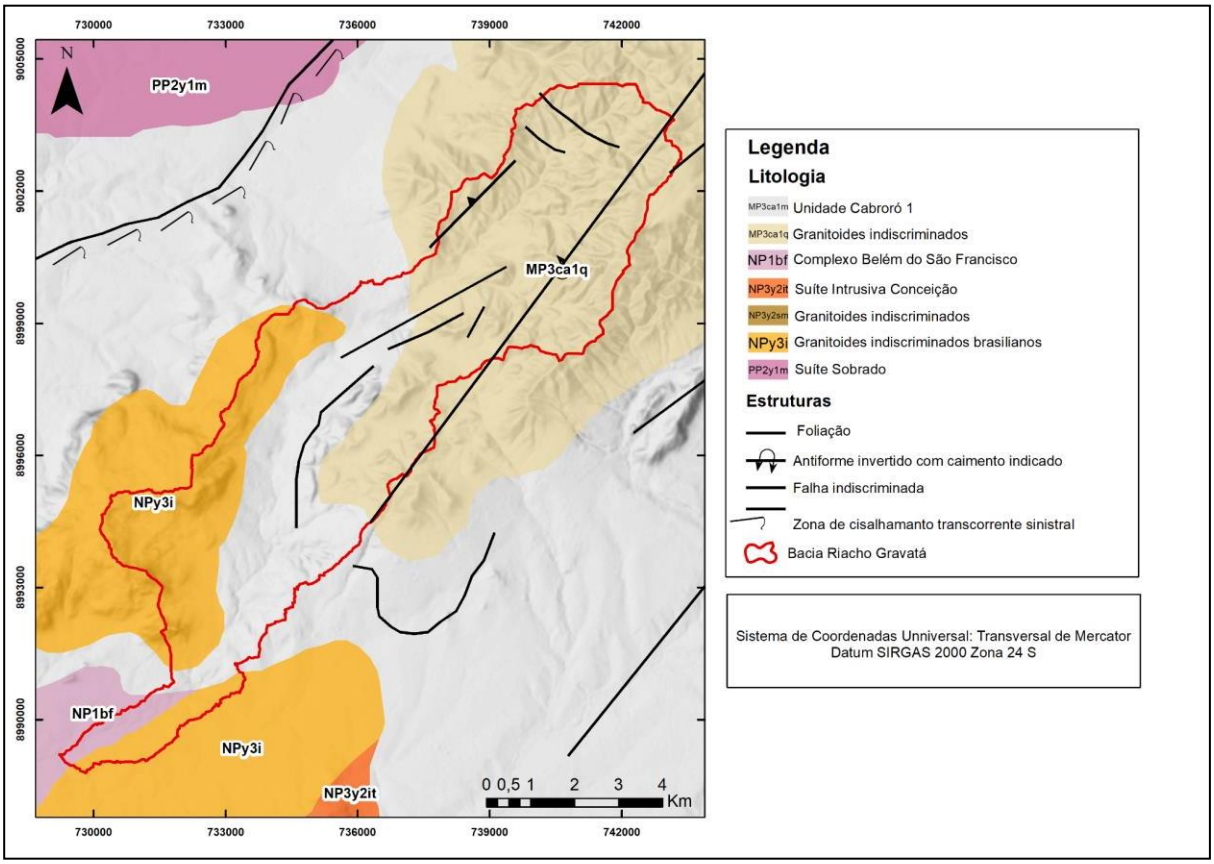
Figura 3: Equivalente vetorial (Rev), Largura-Fundo de Vale (Vf), Índice de declividade normalizada (Ksn), Relevo total.



Fonte: Os autores (2023).

Analisando os resultados obtidos com a litologia (Figura 4), tem-se que bacia do Riacho Gravatá está localizada no compartimento da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, num patamar erosivo estruturado em faixas de quartzitos, orientadas E-W, garantindo vales estruturais e relevos escarpados na borda ocidental do compartimento. Corroborando com essa classificação, NEVES e SILVA FILHO (2019), indicam que a região faz parte do Superterreno Pernambuco-Alagoas, especialmente na chamada Unidade Garanhuns que está caracterizada como uma faixa metassedimentar e metavulcanosedimentar, estruturada em quartzitos no caso de Iati, compondo uma estruturação geomórfica tabular que sustenta uma das mais elevadas superfícies de desnudação da Borborema, a superfície cimeira, ou somital.

Figura 4: Litologia e estruturas.



Fonte: Adaptado de CPRM (2022).

Embora esteja localizada num mesmo macrocompartimento a bacia apresenta uma heterogeneidade na sua composição morfoestrutural, as cabeceiras estão estruturadas em Quartzito, formando cristas que atingem as cotas de 1000m, a maioria delas está associada a knickpoints aparentes apenas nesta porção da bacia, estes estão associados a

rebaixamentos no nível de base local que podem ser explicados por uma possível captura de drenagem, as áreas de intersecção das fraturas são áreas de estreitamento de drenagem, formadoras de vales bem pronunciados, a drenagem se comporta de maneira menos desenvolvida em relação ao restante da bacia.

O nível mais a jusante da bacia apresenta uma variação litológica não ocorrendo a presença do quartzito, sendo majoritariamente constituído de metagranitóides e ortognaisses do Complexo Belém de São Francisco, associados a uma bacia vizinha a NO, contribuindo para a ideia da captura de drenagem. As drenagens neste nível da bacia aparecem mais desenvolvidas em relação a alto curso, sugerindo que estas respondem mais fortemente ao nível de base regional. Os topos em crista do nível mais a montante dão lugar a interflúvios mais arredondados com cotas mais baixas e extensas coberturas sedimentares e as drenagens entrincheiradas dão lugar a vales mais amplos sem a presença marcada de knickpoints.

As estruturas que se estendem sobre a bacia analisada podem ser relacionadas com os resultados alcançados com a aplicação do FABH, tendo em vista seu posicionamento com relação ao canal principal, onde tais estruturas podem condicionar o processo de migração lateral do canal, e se tratando de um canal inserido em contexto semiárido é possível considerar a falta de competência erosiva do mesmo ao se tratar de sua capacidade erosiva de superar tais estruturas.

Considerações Finais

No contexto da bacia hidrográfica do Riacho Gravatá, a aplicação dos índices morfométricos revelou uma relação positiva entre a drenagem e o controle estrutural, dentro do cenário geológico e tectônico do Planalto da Borborema. Além disso, foram identificadas discrepâncias nos controles estruturais em diferentes setores da bacia.

A análise de assimetria evidenciou essas discrepâncias, sendo mais proeminente o basculamento à direita na porção nordeste, particularmente nas áreas de cabeceira. Essa observação é apoiada pelas informações da relação de bifurcação, segundo os conceitos de Horton, indicando áreas mais montanhosas e dissecadas.

Na Figura 4, pode-se notar que o canal principal da bacia está sujeito a um controle estrutural significativo, evidenciado pela migração lateral observada ao longo do alto e médio curso da bacia. No entanto, esse controle estrutural é menos influente no baixo curso, onde a presença de estruturas condicionantes é menos acentuada.

Os resultados da análise de lineamentos sustentam essas conclusões. A densidade de lineamentos é mais elevada no nordeste da bacia, diminuindo consideravelmente à medida

que se avança a jusante, com menor densidade na porção sudoeste, próxima ao exultório do canal.

Os canais retilíneos, indicativos de controle estrutural da drenagem por falhas, fraturas ou outras estruturas, são evidentes nos valores de equivalente vetorial. No entanto, os resultados da relação largura-fundo de vale são heterogêneos e não corroboram essa tendência estrutural.

Em suma, os diversos índices, juntamente com os valores de ksn, destacam associações significativas entre estrutura e drenagem, especialmente no setor nordeste da bacia, dentro do contexto da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas. No entanto, os resultados da relação largura-fundo de vale não se alinham a essa tendência.

Essa análise enfatiza a necessidade de adaptação dos índices morfométricos ao contexto regional do Nordeste Brasileiro, uma vez que a dinâmica dessa região difere substancialmente dos ambientes para os quais esses índices foram originalmente concebidos.

Referências

BARBOSA, M. E. F; FURRIER, M. Análise de bacia hidrográfica como subsídio para detecção deneotectônica: estudo da Bacia Hidrográfica do Rio Guruji, litoral sul do estado da Paraíba. Cadernos de Geociências, v. 8, n.1, maio 2011.

BERTALANFFY, Ludwig von. Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações. 5. Ed. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

BRITO NEVES, B. B; SILVA FILHO, A. F. da. (2019). Superterreno Pernambuco-Alagoas (PEAL) na Província Borborema: ensaio de regionalização tectônica. Geologia USP. Série Científica, 19(2), 3-28.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Ed. Universidade, 149p. 1974.

DEWEY J.F., RYAN P.D., ANDERSEN T.B. Orogenic uplift and collapse, crustal thickness, fabrics and metamorphic phase changes: the role of eclogites. Geological Society, London, Special Publications, 76(1): 325–343, 1993.

HARE, P.W.; GARDNER, T.W. Geomorphic indicators of vertical neotectonism along converging plate margins, Nicoya Peninsula, Costa Rica. In MORISAWA, M.; HACK, J.T. (Eds.) Tectonic Geomorphology. Allen and Unwin, Boston, 1985. p. 75–104.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitative morphology. Geological Society of America Bulletin, v. 56, p. 275-370, 1945.

JULIEN, P. Y. Erosion and sedimentation. Cambridge university press, 2010.

KIRBY, E.; WHIPPLE, K.X. Expression of active tectonics in erosional landscapes. Journal of Structural Geology, v. 44, p. 54-75, 2012.

LIU. F., YAO, X., LI, L. Applicability of Geomorphic Index for the Potential Slope Instability in the Three River Region, Eastern Tibetan Plateau. Sensors (Basel). Sep 29;21(19):6505. doi: 10.3390/s21196505. PMID: 34640823; PMCID: PMC8512713, 2021.

PEIFER, D; CREMON, E. H; ALVES, F. C. Ferramentas modernas para a extração de métricas de gradientes fluviais a partir de MDEs: uma revisão. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 21, n.1, 2020.

SANTOS, C. A; LIMA, F. J. C. Mapa geológico do Estado de Pernambuco (em revisão). 2022. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/23235. Acesso em: 21 de agosto de 2023.

STRAHLER, A.N. (1964). Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In CHOW, V.T. (Ed.) Handbook of Applied Hydrology. McGraw Hill Book.

RADAIDEH, O. M. A.; GRASEMANN, B.; MELICHAR, R.; MOSAR, J. Detection and analysis of morphotectonic features utilizing satellite remote sensing and GIS: An example in SWJordan. Geomorphology, Amsterdan, v. 275, n. 1. p. 58-79, 2016.

WOBUS, C.; WHIPPLE, K.X.; KIRBY, E.; SNYDER, N.; JOHNSON, J.; SPYROPOLOU, K.; CROSBY, B.; SHEEHAN, D., 2006. Tectonics from topography: procedures, promise, and pitfalls. In: Willett, S.D., Hovius, N., Brandon, M.T., Fisher, D.M. (Eds.), Tectonics, Climate, and Landscape Evolution. Geological Society of America Special Paper, vol. 398, pp.

Mapeamento Geomorfológico da Bacia de Mucugê

Geomorphological Mapping of the Mucugê Basin

Lucas Bastos da Silva Cavalcante
Universidade Estadual de Feira de Santana
0009-0007-3972-3213
cavalcante.uefs@gmail.com

João Henrique Moura Oliveira
Universidade Estadual de Feira de Santana
jmouraoliveira@gmail.com

Daniel de Oliveira Souza Freitas
Universidade Estadual de Feira de Santana
0009-0009-8526-3582
dosfreitasgeo@gmail.com

Elielton de Andrade Conceição de Souza
Universidade Estadual de Feira de Santana
elieltonandrade90@gmail.com

Resumo: O mapeamento geomorfológico é uma ferramenta crucial na análise do relevo de uma área. Por meio de observações de campo, imagens e técnicas específicas. Essa prática auxilia em diversos estudos, como planejamento territorial e gestão de recursos naturais. A utilização de softwares como QGIS e ArcGIS tem simplificado a criação de mapas por meio da aplicação de técnicas de mapeamento. O trabalho foca na Bacia de Mucugê, situada em uma região elevada da Bacia do Paraguaçu. Com diversidade de geoformas como serras, colinas e morros, essa bacia abriga um rio principal nascendo próximo a uma serra, evidenciando a interação entre relevo e hidrografia. A predominância de morros e colinas influencia a drenagem da área. Localizada no Craton Neoproterozóico e no Planalto da Chapada Diamantina, essa bacia revela uma riqueza de formas geomorfológicas, vital para compreender os processos naturais e planejar de maneira sustentável.

Palavras-chave: Mapeamento; Geomorfologia; Bacia Hidrográfica; Chapada Diamantina.

Abstract: Geomorphological mapping is a crucial tool in the analysis of the relief of an area. Through field observations, images and specific techniques. This practice helps in several studies, such as territorial planning and natural resource management. The use of software such as QGIS and ArcGIS has simplified the creation of maps through the application of mapping techniques. The work focuses on the Mucugê Basin, located in an elevated region of the Paraguaçu Basin. With a diversity of geoforms such as mountains, hills and hills, this basin is home to a main river rising close to a mountain range, evidencing the interaction between relief and hydrography. The predominance of hills and hills influences the drainage of the area. Located in the Neoproterozoic Craton and in the Chapada Diamantina Plateau, this basin reveals a wealth of geomorphological forms, vital to understand natural processes and plan sustainably.

Keywords: Mapping; Geomorphology; Hydrographic basin; Chapada Diamantina.

Introdução

O mapeamento geomorfológico é uma importante ferramenta utilizada no campo da Geografia e das Ciências da Terra para o estudo e análise das formas de relevo presentes em uma determinada área. Essa técnica permite identificar, descrever e mapear as diferentes

unidades geomorfológicas, compreendendo os processos que moldaram e continuam a influenciar o terreno (ROOS, 2006).

Através do mapeamento geomorfológico, é possível obter informações detalhadas sobre as características topográficas, estruturais e morfológicas de uma região. Isso inclui a identificação de formas de relevo como montanhas, planícies, vales, encostas, entre outras, assim como as relações espaciais entre essas unidades (IBGE, 2009).

O mapeamento é realizado por meio de observações de campo, análises de fotografias aéreas, imagens de satélite, dados topográficos e interpretação de mapas existentes. Durante o processo, são utilizados conceitos e técnicas específicas da geomorfologia, como a análise de perfis de relevo, a identificação de indicadores morfológicos e a delimitação de bacias hidrográficas (ROSS, 1990).

Essa atividade é de suma importância para diversos estudos e aplicações, como planejamento territorial, gestão de recursos naturais, prevenção de desastres naturais, análise de vulnerabilidade ambiental, entre outros. O mapeamento geomorfológico fornece subsídios essenciais para a compreensão da dinâmica do relevo, auxiliando na tomada de decisões e na formulação de políticas públicas.

Sobre o mapeamento da área de estudo, é importante ressaltar que trata-se de um recorte da Bacia do Paraguaçu, que apresenta geoformas diversas e bem delimitadas em toda bacia, tendo a presença de extensas depressões pode estar associada a uma trama de lineamentos estruturais e de fraturas presentes no terreno, alinhamentos de Serras, presença de relevos graníticos do tipo inselbergues, vertentes escarpadas e lombadas alinhadas paralelamente, os quais são evidências a priori do papel exercido pelas estruturas e condicionamento geomorfológico da litologia (OLIVEIRA, 2020).

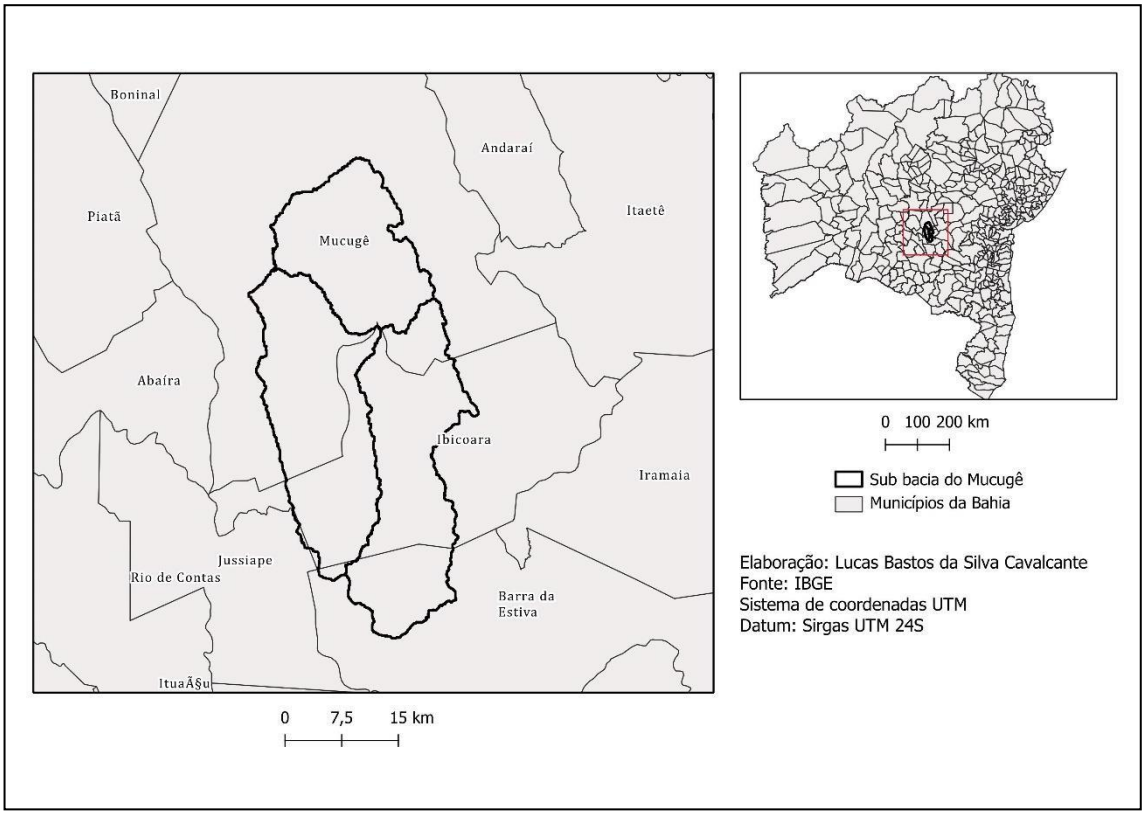
Objetivo desse trabalho foi mapear geomorfológicamente a Bacia de Mucugê, que está situada numa das áreas mais elevadas da Bacia do Paraguaçu, sendo demarcada por geoformas diversas, como: serras, colinas, morros, serras escarpadas e planície. Além do uso da metodologia de Ross (1992), para a classificação em unidades taxomônicas.

Localização e caracterização geral da área de estudo

Compreende-se partes do setor do alto curso da bacia do Paraguaçu, denominada de sub bacia ou bacia do Mucugê devido a sua localização, estabelecendo seus limites entre 3 municípios a seguir: Barra da Estiva, Ibicoara e Mucugê (Figura 01).

No contexto geomorfológico a área de estudo está situada no Planalto da Chapada Diamantina, entre 1000 e 1600 metros de altitude, tendo como destaque parte da Serra do Sincorá, trechos com relevos bastante acidentados, além de presença de vales, morros, serras e colinas.

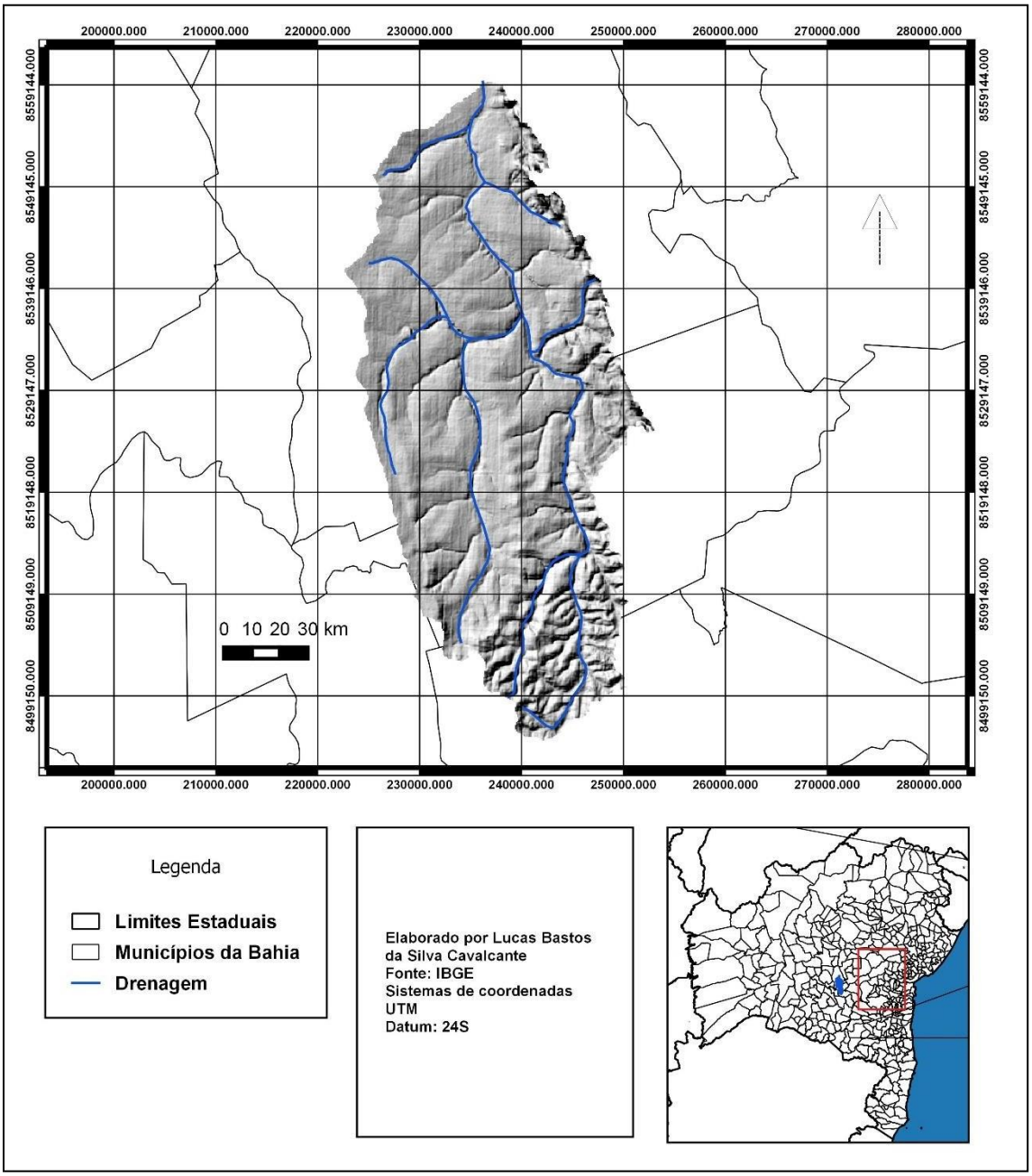
Figura 01 – Localização da área de estudo.



Relevo sombreado da Bacia de Mucugê

A partir do relevo sombreado é possível identificar os arranjos estruturais com formas semelhantes, por exemplo, no setor nordeste da bacia tem a presença das formas mais acidentadas, a noroeste está parte da Serra do Sincorá (Figura 02).

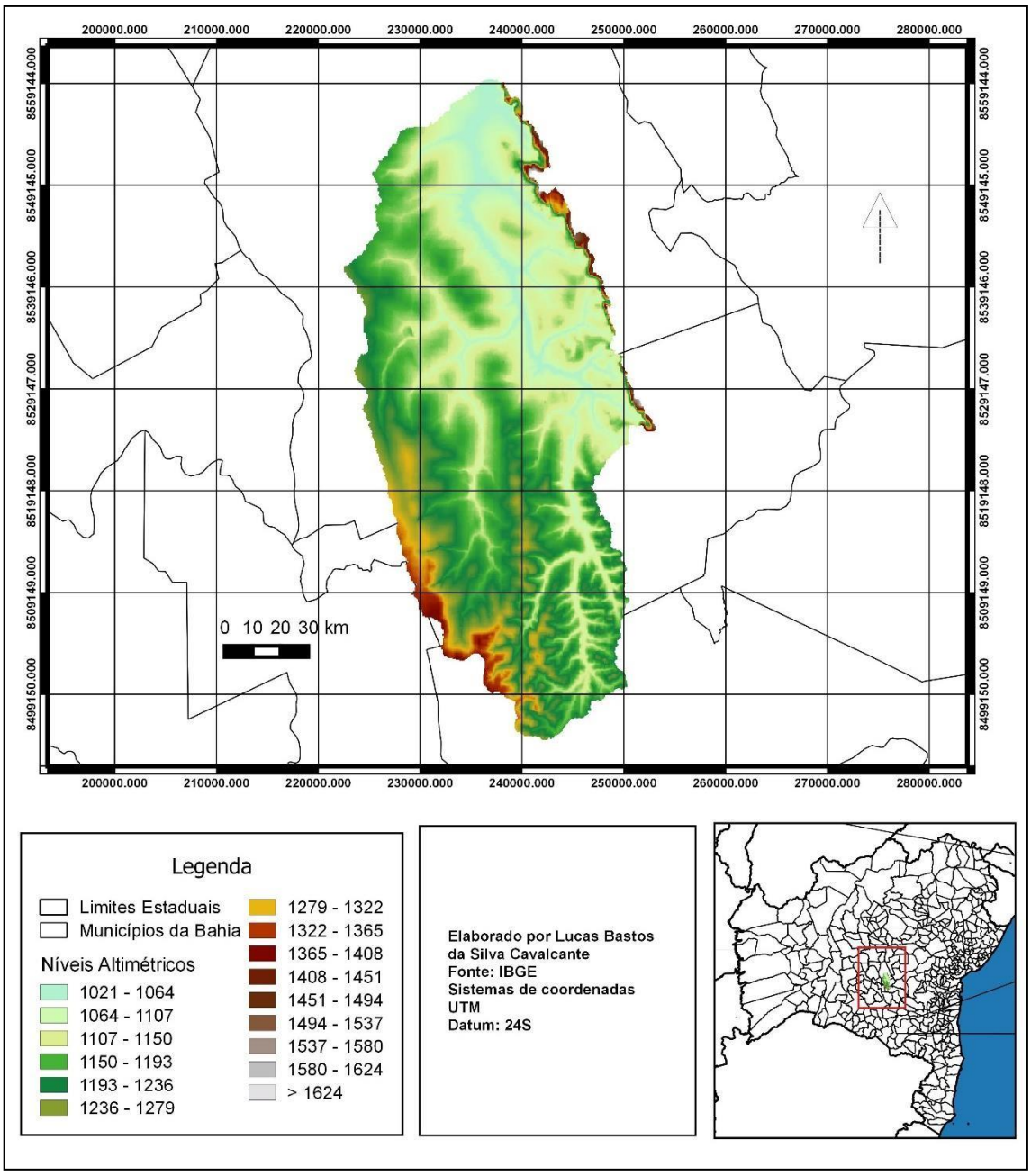
Figura 02 - Revelo sombreado da Bacia de Mucugê.



Segundo o IBGE (2009), o mapa de relevo sombreado proporciona uma representação visual mais realista do terreno, destacando as variações de altitude e as formas de relevo. Ao combiná-lo com a declividade do terreno, é possível identificar as áreas de maior inclinação, indicando os locais onde ocorrem declives mais acentuados. Essa informação é importante para entender como a água escoa no terreno, influenciando a formação dos cursos d'água e a distribuição dos rios e riachos.

Hipsometria da bacia de Mucugê

Figura 03 – Mapa hipsométrico da Bacia de Mucugê

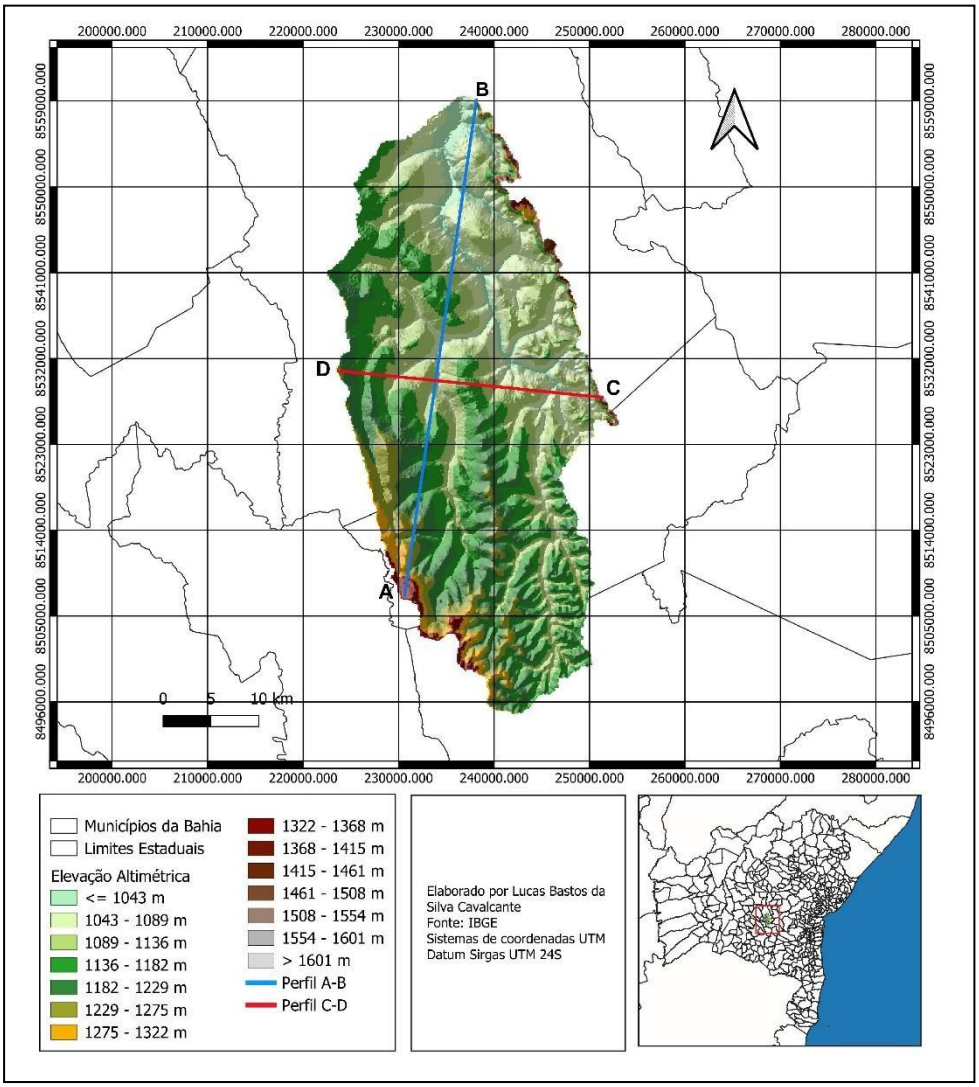


A área de estudo está situada acima do planalto da Chapada Diamantina, por conta disso compreende-se níveis altimétricos entre 1021 metros e acima de 1624 metros (Figura 04). Atenta-se as feições do setor sudeste que apresenta mudanças de altimetria entre 1236 e 1064 m, demarcando a presença de morros.

As feições mais baixas da bacia condizem com as linhas de drenagem da bacia, encontradas na figura 03. Os pontos mais altos da bacia ficam nos setores sudoeste e noroeste da bacia, demarcada por serras.

Perfil topográfico da bacia de Mucugê

Figura 04 - Relevo sombreado com hipsometria: para análise dos perfis topográficos da Bacia de Mucugê

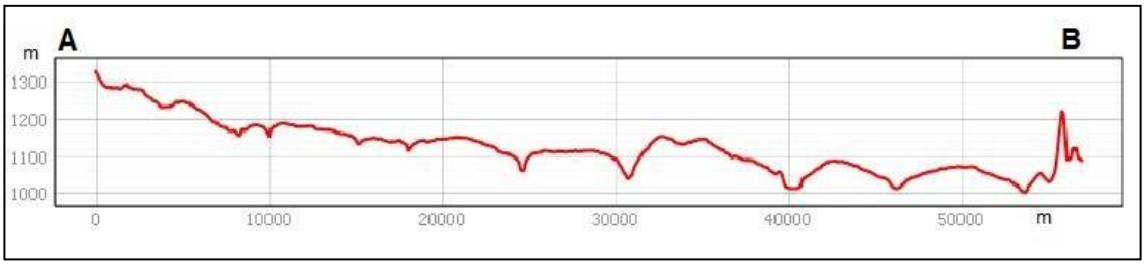


A análise do perfil topográfico permite visualizar e interpretar as variações altimétricas de um terreno de maneira mais detalhada. É possível identificar características como a inclinação do terreno, a presença de vales, colinas ou montanhas, bem como identificar possíveis obstáculos naturais ou artificiais.

Esse tipo de representação é fundamental para compreender as características do relevo, como declives, elevações e desníveis, ao longo de um determinado trecho. Para

análise da topografia da bacia foram feitos dois perfis topográficos, sendo eles o perfil A-B e o D-C, destacando os seguintes resultados.

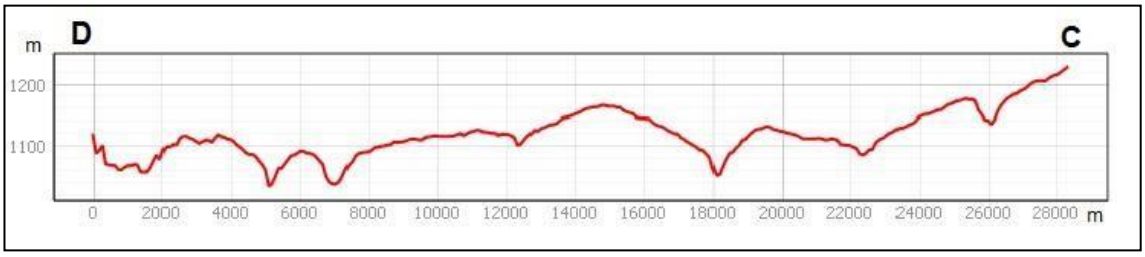
Figura 05 – Perfil topográfico A-B.



Elaborado por: Lucas Cavalcante.

O perfil acima apresenta como característica principal suas extremidades que estão posicionadas em relevos serranos, o setor situado a cerca de 55 km do ponto inicial tem um topo aguçado, demarcando a presença da Serra do Sincorá. Ao longo do perfil os relevos possuem diferentes topos, sendo eles: plano, côncavo, convexo e aguçado.

Figura 06 – Perfil topográfico D-C.



Elaborado por: Lucas Cavalcante.

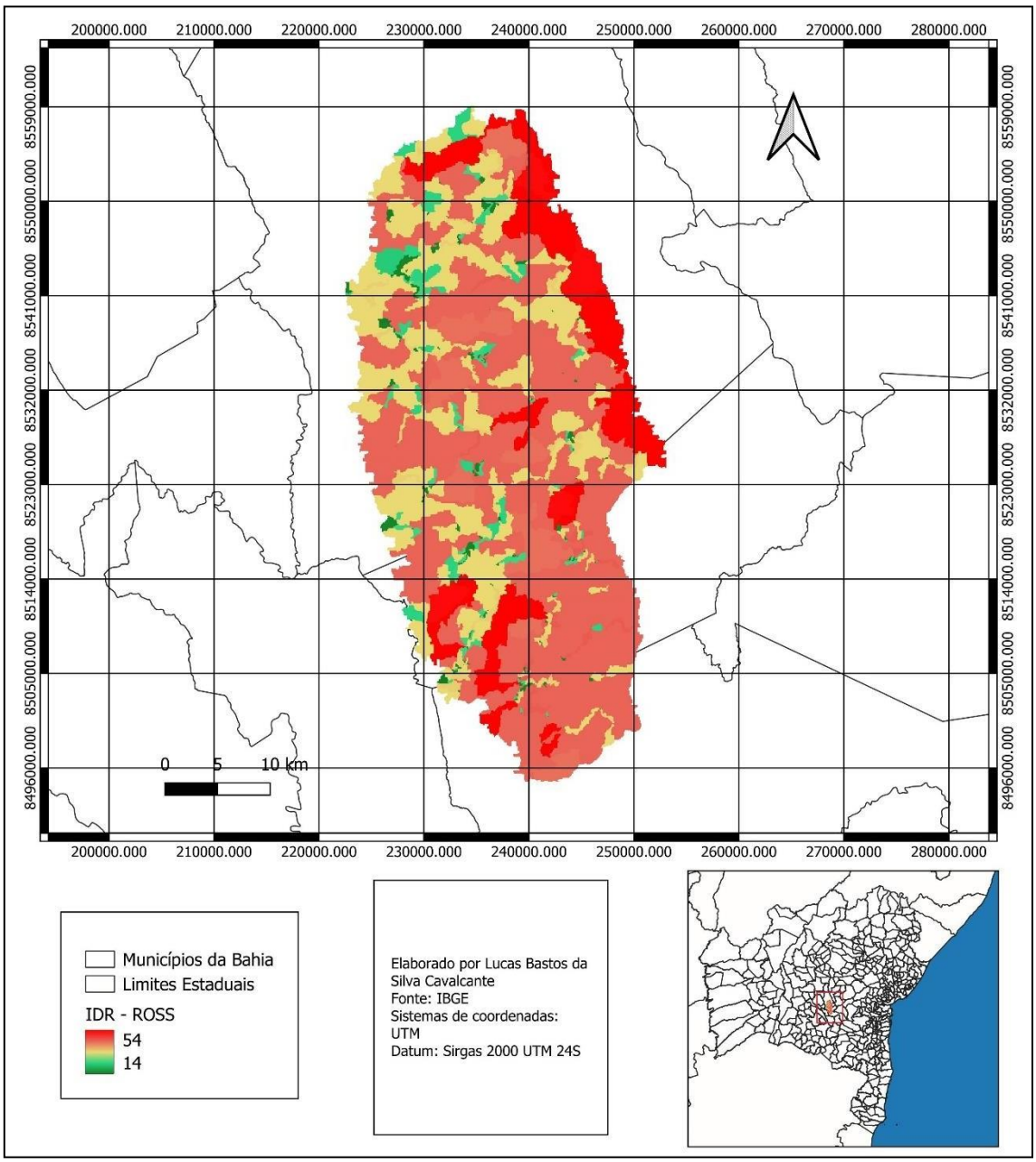
O perfil D-C tem orientação longitudinal a afim de demonstrar as alterações altimétricas presentes neste plano, as extremidades são demarcadas pela borda de um morro e parte da vertente de uma serra, respectivamente. Ao longo do gráfico é possível identificar algumas feições semelhante, morros, colinas e feições aplainadas, além dos vales em “U” e em “V”.

Índice de dissecação do relevo da bacia de Mucugê

Esse índice é amplamente utilizado em estudos geomorfológicos para caracterizar e comparar diferentes áreas em termos de sua morfologia e evolução. Ele permite identificar regiões com maior atividade erosiva, indicando a presença de rios mais encaixados e

processos de incisão mais intensos. Por outro lado, áreas com baixo índice de dissecação são geralmente associadas a relevos mais suaves e menos fragmentados (IBGE, 2009).

Figura 07 – Índice de dissecação do relevo da Bacia de Mucugê, segundo a metodologia de Ross (1992).



A partir do índice de dissecação do relevo com o auxílio de alguns perfis topográficos é possível estabelecer os níveis de entalhamento em vale, a proposta de Ross (1992) nos auxilia a identificar os níveis e as formas de relevo, relacionando um ao outro e classificando em diferentes classes.

Em relação ao entalhamento os valores mais baixos estão associados a uma menor atividade erosiva e a um relevo mais suave, enquanto valores mais altos indicam uma maior atividade erosiva e a presença de rios mais encaixados e terrenos mais entalhados (Quadro 01).

Quadro 01 – Matriz do índice de dissecação do relevo segundo Ross

		DIMENSÃO INTERFLUVIAL MÉDIA (Classes)				
		MUITO BAIXA (1) (> 1.500m)	**BAIXA (2)** (1.500 a 700m)	**MÉDIA (3)** (700 a 300m)	**ALTA (4)** (300 a 100m)	**MUITO ALTA (5)** (< 100m)
ENTALHAMENTO DOS VALES	MUITO FRACA (1) (< 10m)	11	12	13	14	15
	FRACA (2) (10 a 20 m)	21	22	23	24	25
	MÉDIO (3) (20 a 40 m)	31	32	33	34	35
	FORTE (4) (40 a 80 m)	41	42	43	44	45
	MUITO FORTE (5) (> 80 m)	51	52	53	54	55

Fonte: Modificada por Ross (1992) a partir de Projeto Radambrasil, 1984.

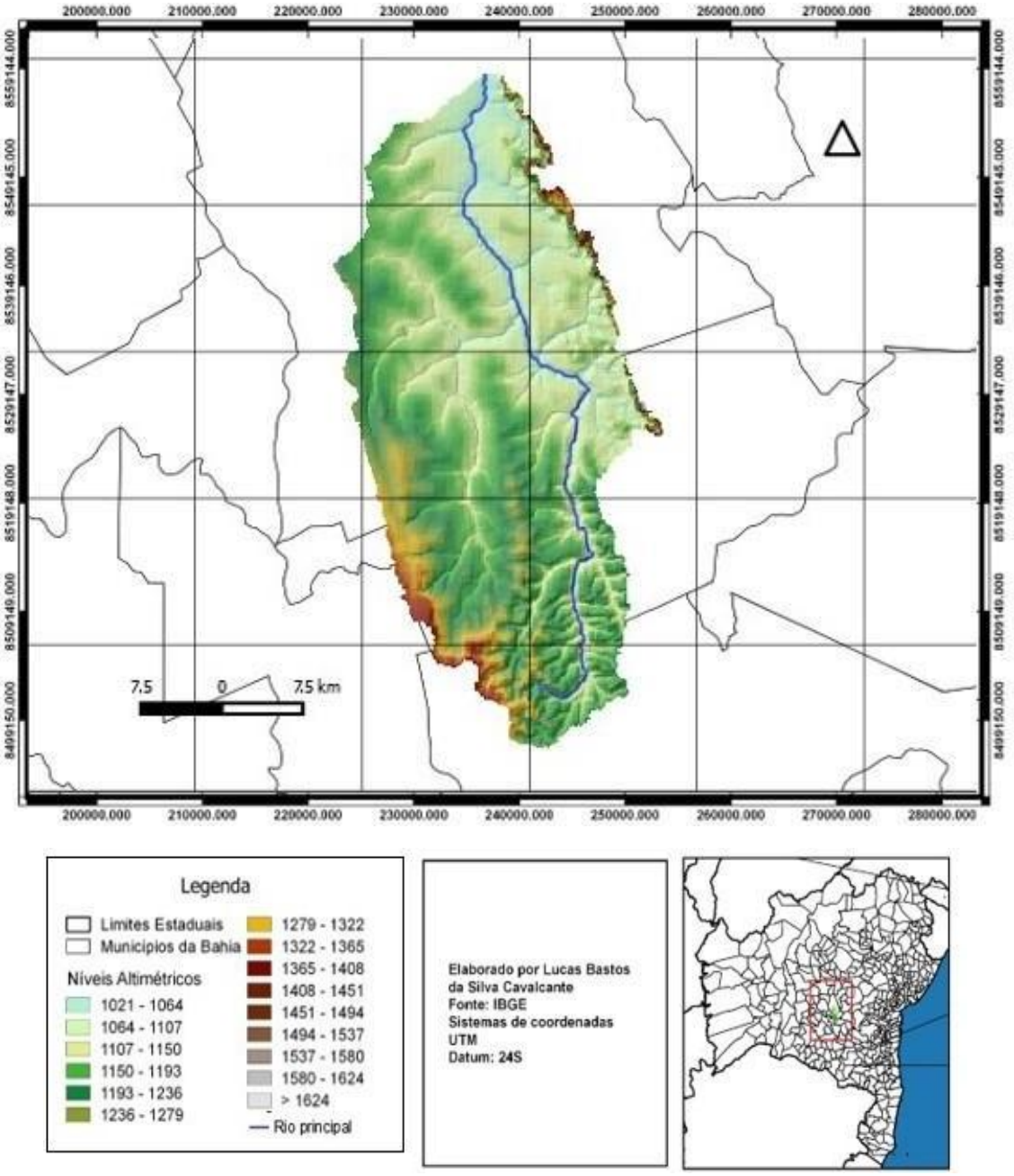
Na figura 07 é possível identificar o tipo de vale padrão e as particularidades da área de estudo, por conta da Serra do Sincorá há a ocorrência do entalhamento com dimensões muito fortes na porção noroeste da bacia. O grau de entalhamento padrão da bacia é o forte, com o perfil topográfico D-C (Figura 06) é possível observar alguns vales com esse tipo de dissecação.

O índice de dissecação com classe forte é predominante no setor da nascente do rio principal da bacia (Figura 08), demonstrando que os vales foram estratificados em função dos níveis de drenagem.

Os níveis de grau moderado estão posicionados na porção norte e oeste, demarcando superfícies um pouco mais aplainadas, na figura 02 é possível ver essa característica. Na porção norte fica o exutório da bacia (figura 08).

Drenagem principal da bacia de Mucugê

Figura 08 – Drenagem do rio principal da bacia de Mucugê



O rio principal na bacia com nascente a mais de 1300 metros de altitude e que percorre vales entre morros e colinas é caracterizado por um curso de drenagem sinuoso e dinâmico. A nascente em uma altitude elevada sugere que o rio tem origem em áreas montanhosas ou serras. À medida que o rio desce em direção às áreas mais baixas, ele segue o caminho dos vales formados entre morros e colinas, seguindo o declive do terreno.

A presença de vales entre morros e colinas indica uma paisagem de relevo ondulado, com áreas mais altas (morros) e áreas de menor altitude (colinas). Essa configuração geomorfológica influencia diretamente o padrão do rio, determinando a forma como ele se curva e se desloca ao longo de seu percurso.

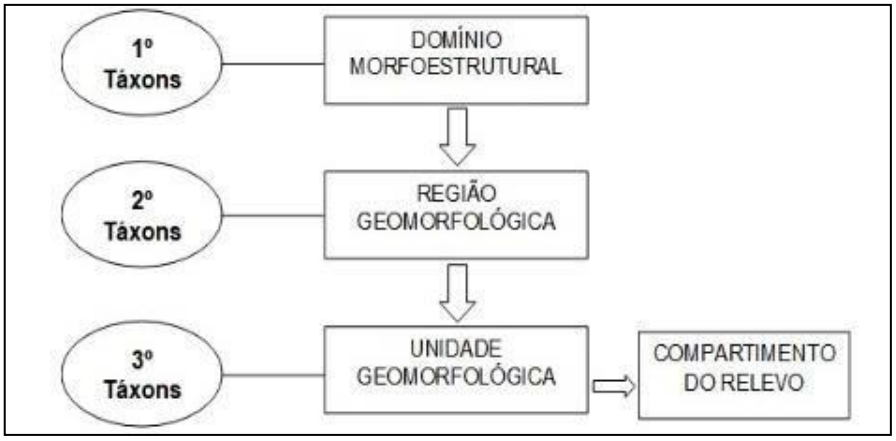
O rio principal desempenha um papel importante na drenagem da bacia, coletando as águas de afluentes menores que se juntam a ele ao longo do caminho. Essa rede hidrográfica contribui para o transporte de sedimentos e nutrientes. Sua trajetória sinuosa e dinâmica ao longo dos vales reflete a interação entre o curso d'água e o relevo circundante.

Níveis de taxomia 1, 2 e 3 da bacia de Mucugê

A fase do mapeamento geomorfológico, baseada na proposta metodológica do Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009), segue uma estrutura taxonômica composta por quatro níveis: Domínio Morfoestrutural, Regiões Geomorfológicas, Unidades Geomorfológicas e Modelados.

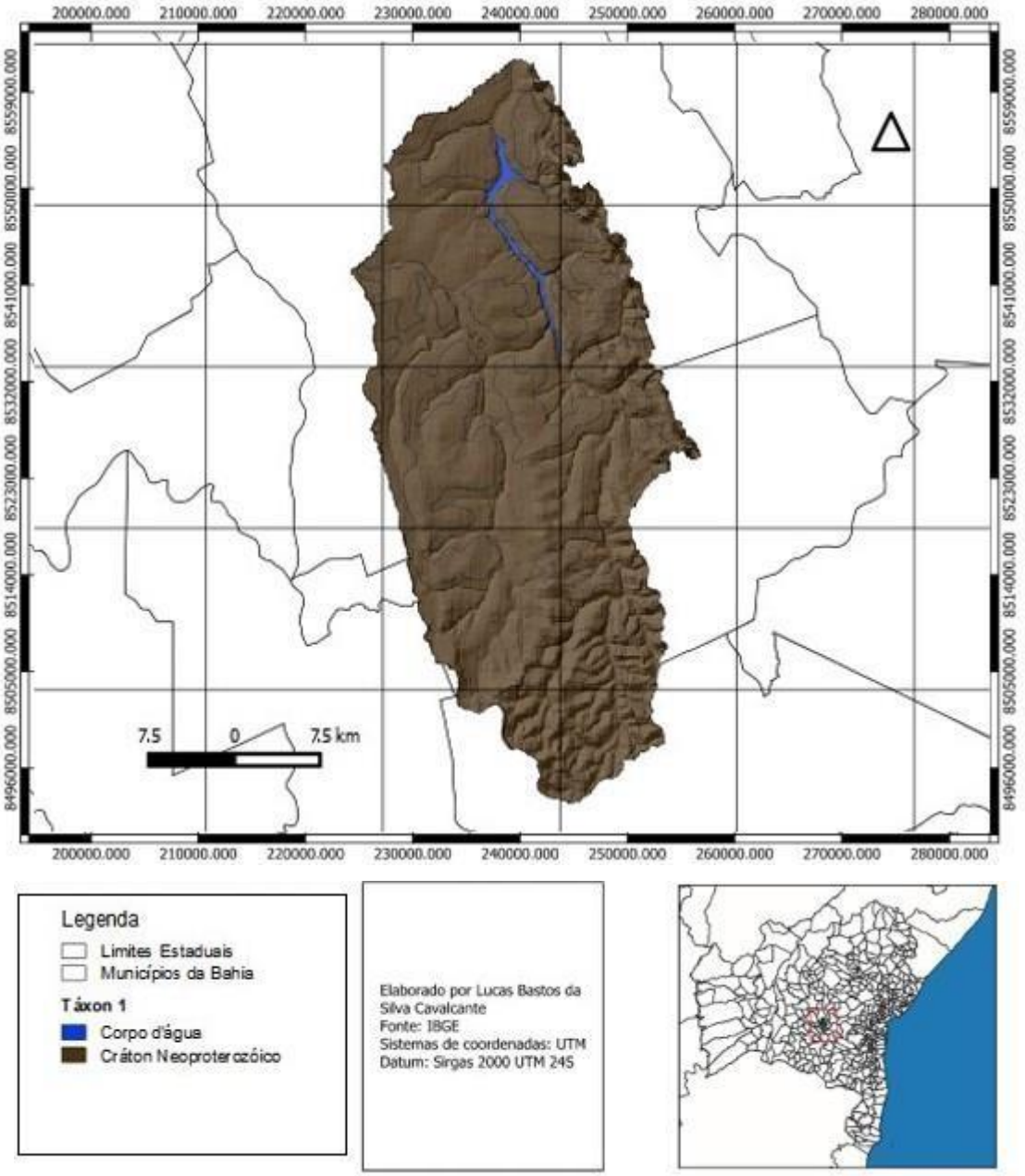
Para classificar as unidades taxonômicas, adota-se o procedimento proposto por Ross (1992), que consiste em três táxons. O primeiro táxon refere-se ao aspecto morfoestrutural, relacionado à estrutura do relevo. O segundo táxon envolve a morfoescultura, que se refere à forma como o relevo foi esculpido pelos processos geomorfológicos. E o terceiro táxon engloba as unidades morfológicas ou padrões de formas semelhantes, que são as unidades específicas de relevo que podem ser identificadas e delimitadas no mapeamento geomorfológico. Essa estrutura taxonômica permite uma classificação sistemática e hierárquica das características geomorfológicas, facilitando a compreensão e análise dos diferentes elementos do relevo.

Figura 10 – Níveis de Taxomia



Fonte: Souza (2021) adaptado do IBGE (2009)

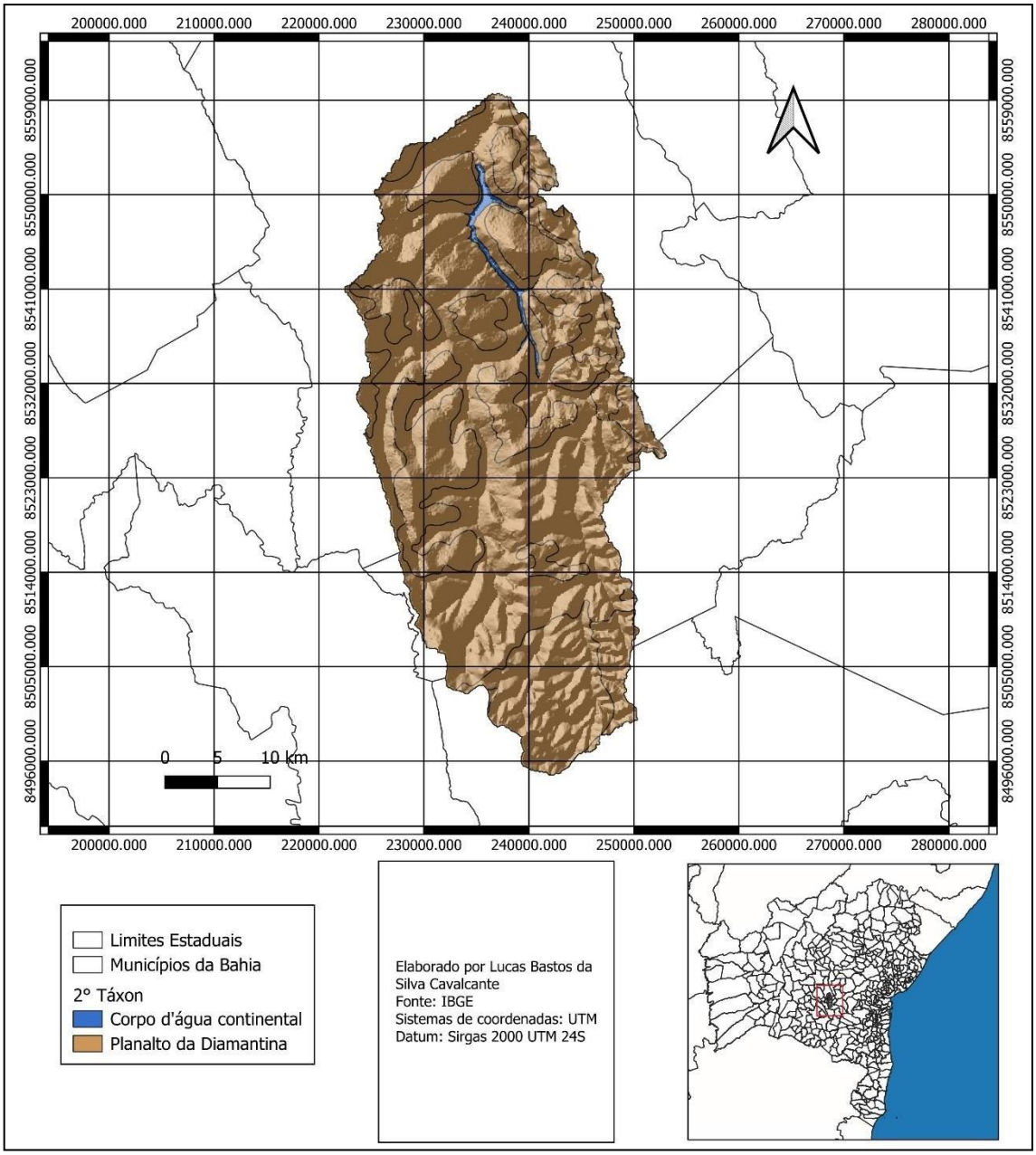
Figura 11 – Táxon 1 da Bacia de Mucugê



Segundo o IBGE, o Craton Neoproterozóico refere-se a uma unidade geológica de grande extensão territorial no Brasil. O termo "craton" é utilizado para descrever áreas estáveis e antigas do escudo cristalino, que correspondem a blocos rochosos formados durante o período Proterozoico da história geológica da Terra, entre aproximadamente 1 bilhão e 541 milhões de anos atrás.

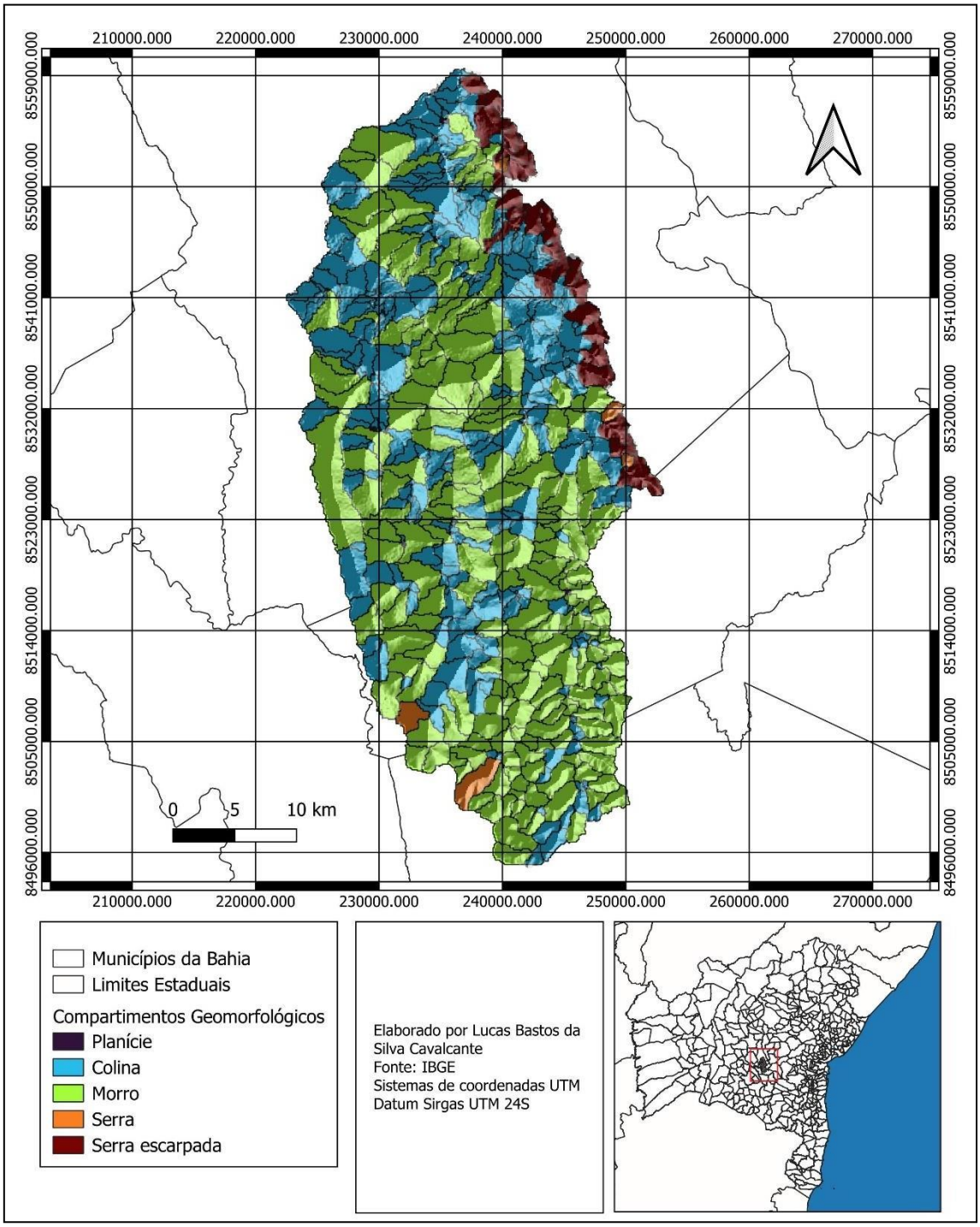
É composto por uma série de rochas antigas e estáveis, formadas por processos geológicos complexos ao longo de milhões de anos. Essas rochas são caracterizadas por sua resistência e baixa atividade tectônica, o que contribui para a formação de paisagens mais planas e antigas.

Figura 12 – Táxon 2 da bacia de Mucugê.



O Planalto da Chapada Diamantina, de acordo com o IBGE (2009), é uma área que apresenta características geomorfológicas e geológicas distintas. O planalto é marcado por uma topografia acidentada, na bacia de Mucugê (figura 12) seus níveis altimétricos atingem cerca de 1624 m (figura 08), demarcada pela Serra do Sincorá.

Figura 13 – Compartimentos Geomorfológicos (Táxon 3) da Bacia de Mucugê.



Essa bacia é caracterizada por apresentar uma variedade de compartimentos geomorfológicos, incluindo colinas, morros, serras e serra escarpada (figura 12). Esses compartimentos são resultado da interação entre os processos geológicos, climáticos e hidrológicos ao longo do tempo.

Na Bacia do Mucugê, as colinas são encontradas principalmente nas áreas de relevo mais suave, com encostas menos íngremes e topos mais planos. Elas desempenham um

papel importante na drenagem da bacia, ajudando a direcionar o fluxo de água em direção aos rios e córregos.

Os morros são formas de relevo intermediárias entre as colinas e as serras. Eles apresentam encostas mais íngremes e topos mais pontiagudos, conferindo um aspecto mais proeminente à paisagem. Os morros e colinas na bacia de Mucugê desempenham um papel fundamental na drenagem da água, atuando como divisores de água e direcionando o fluxo para os vales e cursos d'água da região.

A serra escarpada é uma forma de relevo marcada por encostas extremamente íngremes ou verticais, formando uma parede vertical. Essas escarpas são encontradas no setor nordeste da Bacia do Mucugê e são o resultado de processos geológicos que expuseram camadas de rochas mais resistentes, criando essas formações abruptas.

Conclusão

A bacia de Mucugê é uma região de grande importância geográfica e geomorfológica. Ela contém um rio principal que nasce próximo a uma serra, demonstrando a influência das formações montanhosas na hidrografia local.

Localizada no Craton Neoproterozóico e no Planalto da Chapada Diamantina, a Bacia de Mucugê é marcada por uma paisagem geomorfológica diversificada. A presença de morros, colinas, serras, planícies e serras escarpadas contribui para a riqueza visual e para a compreensão dos processos naturais que moldaram a região ao longo do tempo.

A predominância de morros e colinas na bacia confere uma característica específica à paisagem, com relevo mais suave e topos planos. Esses compartimentos geomorfológicos desempenham um papel importante na drenagem da bacia, influenciando o fluxo das águas e a formação de cursos d'água.

Em suma, a diversidade de elementos presentes na Bacia de Mucugê, como o rio principal, a diversidade de solos, a presença de compartimentos geomorfológicos distintos e a sua localização em uma região geológica significativa, contribui para a singularidade e importância dessa área. Compreender esses aspectos é fundamental para a gestão adequada dos recursos naturais, preservação ambiental e planejamento sustentável da bacia.

Referências

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Manual técnico de Geomorfologia. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

OLIVEIRA, João Henrique Moura. Influências do quadro litoestrutural e dos processos fluviais na configuração do modelado do relevo no médio Paraguaçu/Jiquiriçá, região de Milagres/Itatim – Ba. Tese (Doutorado em Geografia), UFMG, 2020.

OLIVEIRA, João Henrique Moura. Caracterização geomorfológica e analise integrada da paisagem no raso da Catarina – Ba por geotecnologias. Dissertação (Mestrado em Geografia), Uefs, 2008.

ROSS, Jurandyr L. Sanches. Análises e Sínteses na Abordagem Geográfica da Pesquisa para o Planejamento Ambiental. Revista do Departamento de Geografia da USP. São Paulo. n.9, p.65-75 (1995).

ROSS, J. L. S. Geomorfologia, Ambiente e Planejamento. São Paulo, Editora Contexto, 1990.

ROSS, J. L. S. Registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do Departamento de Geografia. São Paulo, IG-USP, p. 17-19, 1992.

SOUZA, Elderney da Silva. MAPEAMENTO GEOMORFOLÓGICO DA BACIA DO RIO ITAPICURU-MIRIM NO MUNICÍPIO DE JACOBINA-BA. TCC, UEFS, 2021.

Mapeamento Geomorfológico da bacia hidrográfica do Rio Traipu

Geomorphological Mapping of the Traipu River Basin

Kallyne Teixeira Santos
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0005-6929-3264
kallyneteixeirasantos@gmail.com

Ronald Farias Marques
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0007-8246-8553
ronaldmarques835@gmail.com

Laís Susana de Souza Góis
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-1787-9819
lais.gois@ufpe.br

Jardel Estevam Barbosa dos Santos
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0001-7823-3910
jardelestevam@gmail.com

Kleython de Araujo Monteiro
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0003-4829-3722
kleython.monteiro@igdema.ufal.br

Resumo: A Geomorfologia é uma ciência importante em relação às dinâmicas da paisagem, no qual a bacia hidrográfica do rio Traipu foi utilizada dados para geração dos mapas de declividades e índice de concentração de rugosidade (ICR) para a produção dos perfis. Constatou-se que a área possui valores de declividades e ICR, respectivamente, entre suaves ondulados e classes baixas. Destacado como relevo conservados e dissecados. Além desses índices, foram feitas as cartografias geomorfológicas da área, sendo divididas em compartimentos morfoestruturais e morfoesculturais. Onde, suas feições do maior compartimento foram definidas em Planalto Estrutural, Planalto Sedimentar e Depressão Metamórfica. Já as de menores compartimentos destaca-se Topo dissecado, Encosta dissecada, Topo conversado, Tabuleiros costeiros, Depressão sertaneja, Maciços residuais, Pedimentos, Cristas simétricas e Inselbergues. Dessa forma, a área apresentou-se num melhor entendimento aos detalhes de suas dinâmicas na paisagem.

Palavras-chave: Geomorfologia; Índices; Cartografia Geomorfológica.

Abstract: Geomorphology is an important science concerning landscape dynamics, in which the watershed of the Traipu River was used for data collection to generate slope maps and the roughness concentration index (RCI) for profile production. It was observed that the area has slope and RCI values ranging from gentle undulations to low classes, highlighting preserved and dissected reliefs. In addition to these indices, geomorphological cartography of the area was conducted, dividing it into morphostructural and morphocultural compartments. The features of the larger compartment were defined as Structural Plateau, Sedimentary Plateau, and Metamorphic Depression. As for the smaller compartments, they include Dissected Summit, Dissected Slope, Leveled Summit, Coastal Plateaus, Sertaneja Depression, Residual Massifs, Pediments, Symmetrical Ridges, and Inselbergs. Thus, this approach provided a better understanding of the landscape's dynamics and details.

Keywords: Geomorphology; Index; Geomorphological Cartography.

Introdução

Para compreender a ciência geomorfológica é necessário entender que os elementos estão interligados na natureza. Sob essa perspectiva, o estudo dos sistemas auxilia na compreensão da paisagem considerando fatores exógenos e endógenos da superfície terrestre. No entanto, embora seja relevante conectar os componentes naturais, a compartimentação também contribui na investigação dos processos geomorfológicos.

De acordo com Christofoletti (1980), o sistema geomorfológico relaciona o tempo geológico, a forma, o processo e o material evidenciando a influência desses fatores na superfície. O resultado dessa interação se manifesta na morfologia atual da paisagem, permitindo o estudo do relevo desde sua formação em áreas tectonicamente ativas até a sua destruição em regiões passivas com controle estrutural e influência climática que favorecem a ocorrência da erosão diferencial.

Posteriormente a esta sistematização, a classificação das unidades de relevo é essencial para maior entendimento e detalhamento em suas definições. Desta maneira, existem grandes grupos de modelado de acordo com seus processos. Os maiores táxons representam as morfoestruturas, possuindo análise em escala regional para as mega-morfoestruturas e em estudo local, correspondendo às micro-morfoestruturas (CORRÊA *et al.*, 2010).

Essas determinações são estabelecidas com base no processo, forma, material e tempo geológico que o relevo é submetido. No caso da classificação morfoestrutural, o ambiente endógeno está associado à sua definição e permite determinar o segundo táxon do relevo, sendo as morfoesculturas (GERASIMOV e MERCHERIKOV, 1968). Neste segundo nível de análise, é possível maior detalhamento do modelado, visto que são indicativos das ações exógenas, como a ação do clima, hidrologia, erosão e intemperismo.

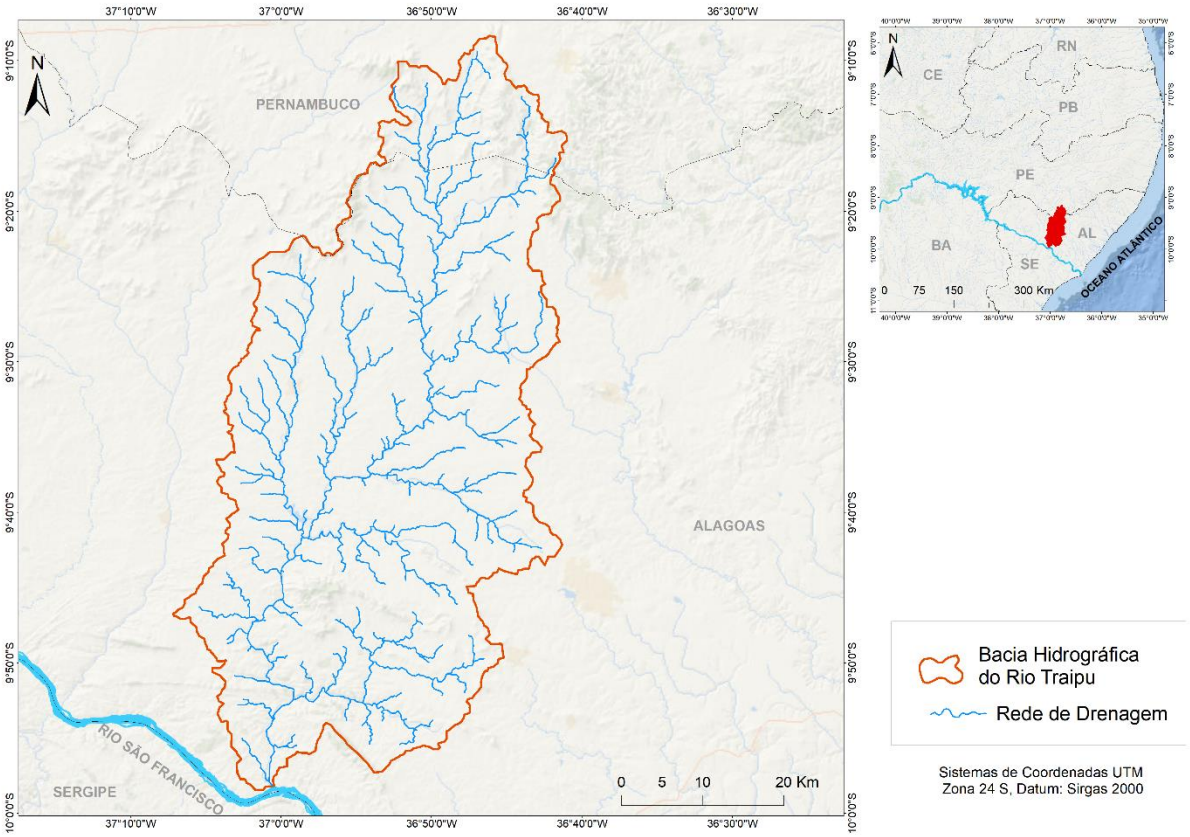
Ao destacar os sistemas e a cartografia geomorfológica, é possível analisar a paisagem no contexto regional. Com esses dados é possível utilizá-los na gestão e no planejamento ambiental. Portanto, o intuito desta pesquisa é elaborar o mapeamento geomorfológico da bacia hidrográfica do rio Traipu com objetivo de analisar os fatores regionais que influenciam na dinâmica da área em questão, a fim de delimitar as morfoestruturas e morfoesculturas.

Metodologia

Caracterização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Traipu – BHRT (Figura 1) tem sua nascente localizada no estado de Pernambuco na borda meridional da Borborema, da Cimeira Estrutural Pernambuco – Alagoas definida por Corrêa *et al.*, (2010). Seu médio e baixo curso encontra-se em território alagoano com desembocadura no Rio São Francisco que escoa suas águas para sua foz no Oceano Atlântico.

Figura 1 – Localização da Área de Estudo



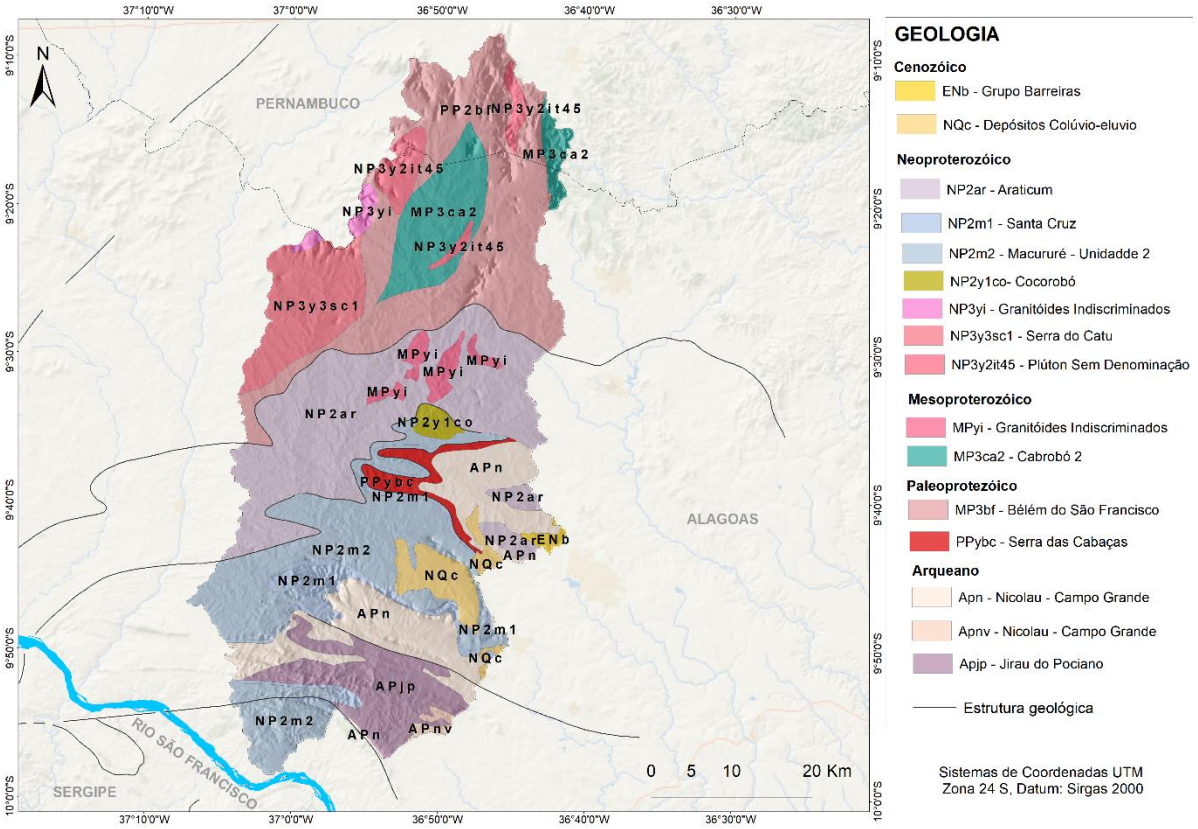
Fonte: Os autores (2023).

Aspectos Geológicos

A área de estudo em tela, apresenta dois grupos predominantes, classificando-os como Paleoproterozóicas e um mais antigo dos Neoarqueanos. A área abrange alguns complexos entre estrutura de falhamento e um alto grau de metamorfismo regional, destacando compostos em litologia variando entre gnaisses, granulitos, micaxistos e outros (Figura 2). O resultado desta interação geológica são afloramentos rochosos com diferentes

níveis de erosão, contribuindo para formas de relevo diversas na sua definição e compartimento.

Figura 2 – Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Traipu



Fonte: Adaptado de Kosin et al., (2004)

Aspectos Climáticos

Os fatores climáticos são agentes importantes na esculturação das formas encontradas na superfície terrestre. Visando esses fatores exógenos sob o modelado, a área de estudo encontra-se no contexto semiárido, com cotas de precipitações médias anuais de 800 mm. Conforme a Agência Nacional de Águas - ANA (2008), o período mais chuvoso ocorre entre os meses de junho a agosto e os menos chuvosos ocorrem entre outubro a dezembro com média da temperatura no entorno da bacia de 26 °C.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa foi desenvolvida em quatro momentos, sendo o primeiro com a revisão da metodologia do Manual Técnico de Geomorfologia do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2009). Em segundo lugar, foi realizado o Modelo Digital de Elevação – MDE, delimitação da bacia, suas drenagens, as curvas de níveis e os perfis topográficos. A

penúltima etapa foi estabelecida pelo processamento dos dados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica - SIG. Por fim, foi elaborada a compartimentação geomorfológica em diferentes níveis de hierarquização, estabelecendo as feições morfoestruturais e morfoesculturais.

O método elaborado pelo IBGE (2009) busca determinar e classificar as formas de relevo de acordo com a metodologia da União Geográfica Internacional – UGI proposta por Demek (1972), sendo a recomendação mais completa a nível nacional, apesar de existir outras bases de orientações que apresenta lacunas de padronização e de embasamento. Para superar essas lacunas de classificação do relevo, Botelho e Pelech (2018) apresentam os esforços que têm sido realizados pelo IBGE para determinar um sistema de classificação brasileiro com vistas às orientações internacionais .

O Manual Técnico de Geomorfologia do IBGE (2009) tem sua taxonomia embasada em processos de acordo com tempo geológico e espaço, definindo as formas de relevo em níveis de hierarquização estabelecido segundo cada ambiente. Essa classificação é estabelecida na ordem dos Domínios Morfoestruturais, Regiões Geomorfológicas, Unidades geomorfológicas, Modelados e Formas de Relevos Simbolizadas. O detalhamento da pesquisa é de acordo com a escala de trabalho, sendo ajustada segundo a área de estudo. No caso da presente pesquisa, nota-se a partir do segundo táxon, pertencente ao grupo das regiões geomorfológicas com litomorfoestutural em contato com ação climática.

Depois da etapa de revisão metodológica, foram extraídos os atributos morfométricos. Inicialmente, foi elaborado o mosaico do MDE com escala de 1:250.000 a 1:100.000 do projeto *Shuttle Radar Topographic Mission* – SRTM. Posteriormente, foi realizada a delimitação da bacia, extraindo as drenagens, perfis topográficos e curvas de níveis usando as ferramentas dentro do ambiente SIG.

Na terceira fase, foram utilizados dados de geologia, declividade e rugosidade do relevo. O primeiro foi processado por meio Folha Aracaju SC-24 (KOSIN *et al.*, 2004), utilizado para determinar o contexto geológico e definir os maiores arranjos de relevo, dividindo-se entre os grupos de rochas. Permitindo, individualizar o Planalto Cristalino e o Planalto Sedimentar.

A classificação da declividade foi de acordo com a proposta do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS, *et al*.) que define os intervalos entre relevo plano, suave ondulado, ondulado, forte ondulado, montanhoso e escarpado. Já o Índice de Concentração de Rugosidade – ICR seguiu as recomendações de Sampaio e Agustin (2014) que usa a declividade transformada em *shapefile* de pontos empregada a Kernel num raio local de 564 metros e posteriormente normalizada na classificação de *quantile.* Ambos dados morfométricos serviram para determinar a dissecação do relevo e observar quais setores foram mais dissecados ou não pelos processos erosivos.

Por fim, a cartografia geomorfológica foi dividida em dois grupos, o primeiro sendo as morfoestruturas, estando na hierarquia das regiões geomorfológicas e segundo, as morfoesculturas com maior detalhamento nos níveis de unidades geomorfológicas, modelados e formas de relevos simbolizados. O sistema de dados usados para determinar cada táxon, segue na relação entre contexto geológico junto aos litotipos das rochas, altimetria aliada aos perfis topográficos e a morfometria com os dados de declividade e ICR local. Além disso, a legenda do mapeamento geomorfológico foi aplicada de acordo com o manual técnico do IBGE (2009), destacando cores e símbolos.

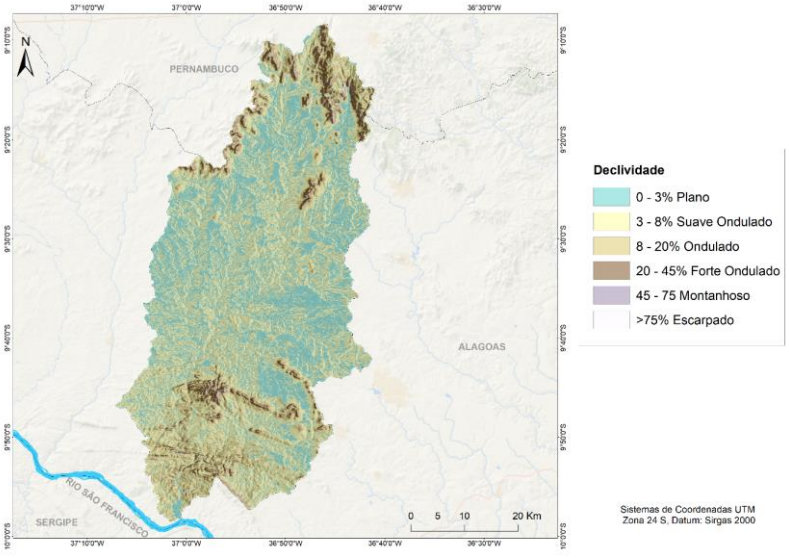
Resultados e Discussões

Índice de Rugosidade da BHRT

A partir da extração da declividade, em graus, do modelo digital de elevação (Figura 3) foi possível analisar a rugosidade da BHRT com o Índice de Concentração de Rugosidade (Figura 4). Segundo Sampaio e Augustin (2010), este índice morfométrico utiliza os dados pontuais da declividade e do método de kernel para regionalizar os padrões de dissecação do relevo, auxiliando na compartimentação geomorfológica.

Ao analisar a Figura 3, observa-se que a BHRT apresenta declividades suaves a suave onduladas na maior parte da bacia, denotando que a atuação erosiva da rede de drenagem é baixa, tendo em vista o contexto climático que a bacia se encontra. Já as áreas mais declivosas localizam-se, principalmente, nas cabeceiras da bacia e nos relevos residuais como inselbergs e maciços encontrados, além do baixo curso onde apresenta controle estrutural por meio de lineamentos de relevo e falhas geológicas.

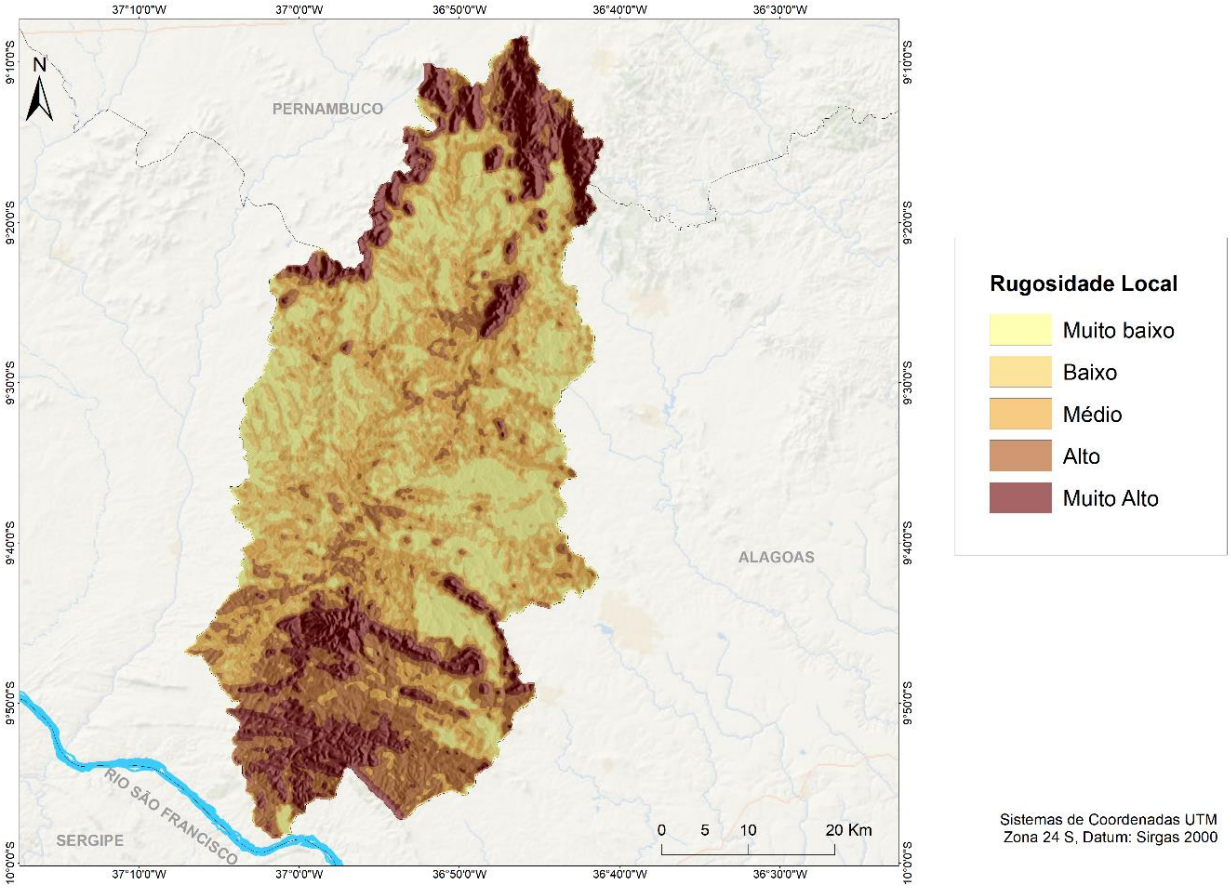
Figura 3 – Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Traipu



Fonte: Os autores (2023).

Na definição da rugosidade através do ICR local é notório a influência da declividade, tendo em vista que na maior parte da bacia o índice é caracterizado pelas classes de muito baixo a baixo. Entretanto, as classes de alto a muito alto localizam-se na cabeceira da bacia e nos relevos residuais. Destaca-se a classe alto na região do baixo curso da bacia, influência direta do controle estrutural e lineamentos da bacia.

Figura 4 – Índice de Concentração de Rugosidade da Bacia Hidrográfica do Rio Traipu



Fonte: Os autores (2023).

Compartimentação geomorfológica

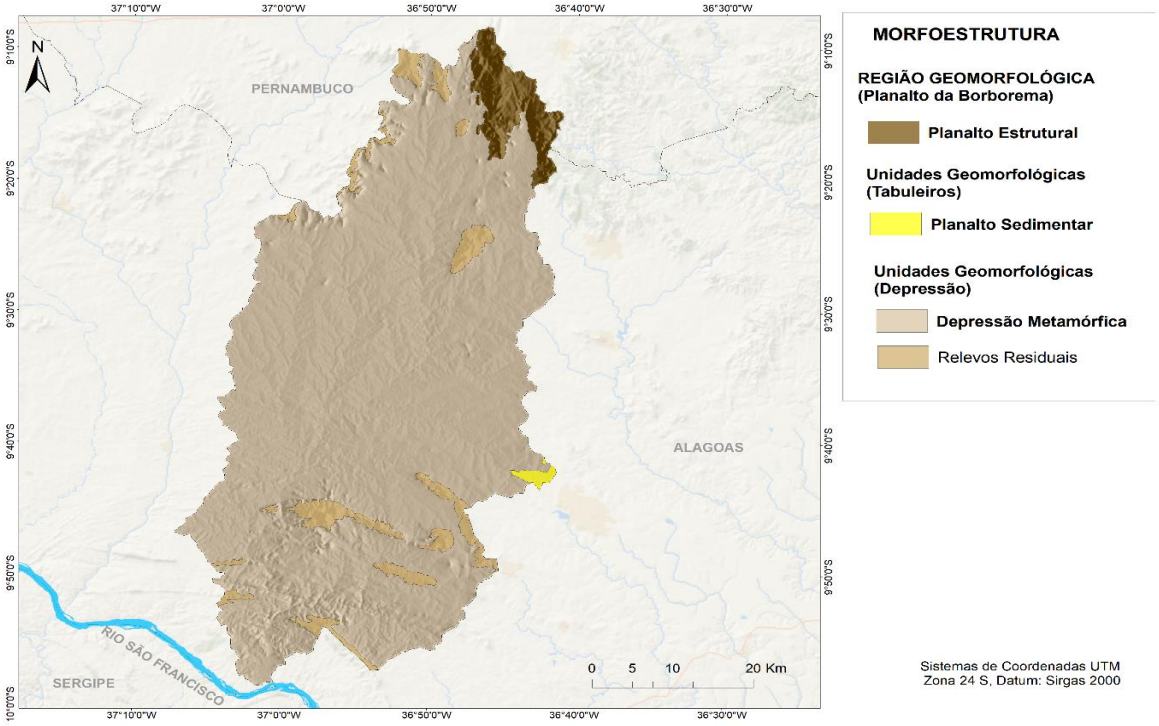
As unidades morfoestrututurais (Figura 5) da BHRT foram definidas através da relação dos dados de estrutura, litologia e altimetria. Ademais, os índices morfométricos de declividade e ICR local, auxiliaram na determinação no viés topográfico e das feições conservadas e dissecadas. Dessa forma, a cartografia geomorfológica foi estabelecida primeiro definindo o táxon referente a morfoestrutura. Assim, o primeiro compartimento morfoestrutural (Fiigura 5) da BHRT apresenta o Planalto Estrutural, Planalto Sedimentar e Depressão Metamórfica.

O Planalto Estrutural está dentro da compartimentação da região geomorfológica que, de acordo com o método utilizado, é uma feição exposta aos fatores climáticos, mas que seu contato litomorfoestrurual resiste na paisagem. Além disso, também equivale ao Planalto da Borborema, pertencente ao setor da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas (CORRÊA *et al.*, 2010). Em relação às cotas altimétricas, seu pico máximo está em 850m e a mínima em 400m possuindo litotipos em granito, biotita gnaisse e ortognaisse tonalítico.

O Planalto Sedimentar está em um pequeno setor na porção leste da BHRT, faz parte da unidade geomorfológica. O IBGE (2009) destaca este táxon por ter geomorfogênese com semelhanças que envolvem características paleoclimáticas, litologia e estrutura. Sua formação contém camadas de arenito com diversas variedades, possuindo cotas altimétricas entre 300m e 250m. Outro fator importante, é que o Planalto Sedimentar está associado a depressão pré-litorânea de acordo com Cavalcanti (2010) tendo sido supostamente inumado pelo sedimento do Barreiras e, posteriormente exumado pelo sistema climático mais úmido.

Por fim, a última morfoestrutura é a Depressão Metamórfica, também pertencente ao compartimento de unidades geomorfológicas aliada ao domínio da Depressão do Baixo Rio São Francisco (Villanueva *et al.*, 2016). Além disso, dentro desta feição, existem relevos residuais que resistiram na paisagem resultante da erosão diferencial, os litotipos variam entre ortognaisse e gnaisse na sua porção norte, próximo ao Planalto Estrutural, com cotas altimétricas de 400m em seus picos e 300m na mínima. Já na porção sul apresenta feições residuais em forma de cristas em quartzito com mínima de 200m e máxima de 420m.

Figura 5 – Mapeamento de Morfoestrutural da Bacia Hidrográfica do Rio Traipu

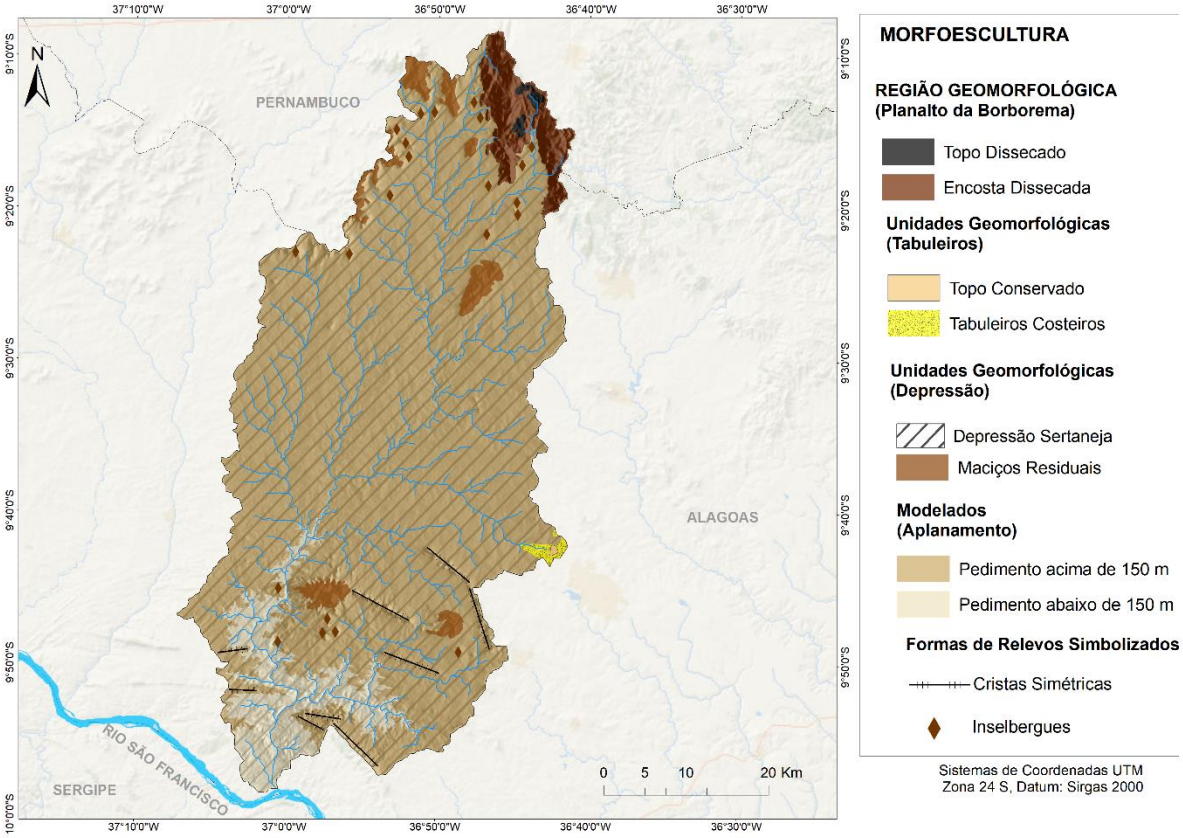


Fonte: Os autores (2023).

Após definir as morfoestruturas foi estabelecido as morfoesculturas, se destacando por apresentar maior detalhamento das feições. Logo, na BHRT foram identificadas nove (9) compartimentos morfoesculturais, sendo eles: Topo dissecado, Encosta dissecada, Topo conversado, Tabuleiros costeiros, Depressão sertaneja, Maciços residuais, Pedimentos, Cristas simétricas e Inselbergues (Figura 6).

Foram identificadas duas morfoesculturas na região geomorfológica do Planalto da Borborema que são as Encostas Dissecadas e os Topos Dissecados entre 800m e 700m que possuem classe de ICR de alto a muito alto (Figura 6). Na morfoestrutura dos tabuleiros foram identificados duas morfoescultura, sendo uma pequena porção dos Tabuleiros Costeiros acima de 250m e um Topo Conservado em 300m.

Figura 6 – Mapeamento de Morfoescultural da Bacia Hidrográfica do Rio Traipu



Fonte: Os autores (2023).

Na Depressão do Traipu tem cinco feições morfoesculturais. Sendo um Pedimento Conservado com quebra em 150m e um Pedimento Dissecado, indo até a desembocadura no Rio São Francisco. Os Maciços Residuais acima de 300m e os Inselbergues concentrados principalmente ao norte da bacia com altitudes de 200m à 480m. Ao Sul, se encontram Cristas Simétricas acima de 200m.

Considerações Finais

Dessa forma, conclui-se que a sistematização da pesquisa foi realizada através das análises do relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Traipu, identificando dinâmicas ambientais. O método abordado para delimitar as feições morfoestruturais e morfoesculturais, bem como os índices de declividade e rugosidade mostrou bom desempenho de acordo com os resultados adquiridos.

O mapeamento geomorfológico junto com os índices de declividade e rugosidade do relevo, ajudaram a identificação de feições morfoestruturais e morfoesculturais definindo e classificando hierarquicamente cada unidade. Assim, o primeiro compartimento é o das morfoestruturas, possuindo os táxons de Planalto Estrutural, Planalto Sedimentar e Depressão Metamórfica. Essas unidades correspondem a análise dos relevos com interferências regionais das formas em conjunto com a geologia da área de estudo.

Já o segundo compartimento apresentou o Topo dissecado, Encosta dissecada, Topo conversado, Tabuleiros costeiros, Depressão sertaneja, Maciços residuais, Pedimentos, Cristas simétricas e Inselbergues. Vale destacar que essas feições apresentam um contexto relacionado à tectônica, evidenciando na porção jusante do baixo curso, a drenagem imposta e falhas associadas às cristas simétricas.

O nível de dissecação dos táxons, foi definido por meio dos índices de declividade e rugosidade do relevo. Nesse sentido, ambos dados apresentaram semelhanças entre si, evidenciando processos erosivos com atuação forte nos setores com altimetria acima de 200 metros e na região do baixo curso da bacia. Logo, a unidade da Depressão Sertaneja, é a feição com menor taxa de dissecação.

Portanto, este estudo capacitou um maior detalhamento das formas de relevo integrada às dinâmicas ambientais da área de estudo. Determinando, o prognóstico de possíveis análises de modo acadêmico ou suporte aos planejamentos ambientais e territoriais. Desta forma, a cartografia geomorfológica é essencial para gestão dos recursos naturais, sendo um estudo inicial para futuras pesquisas que visem compreender a gênese das formas de relevo para entender sua atuação na paisagem.

Referências

ANA. AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Plano diretor dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Traipú**. 1. ed. ANA: Alagoas, 46 p. (Relatório Técnico).

BOTELHO, Rosangela Garrido Machado; PELECH, André Souza. Do mapeamento geomorfológico do IBGE a um Sistema Brasileiro de Classificação do Relevo. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 64, n. 1, p. 183-201, 2019.

CAVALCANTI, L. C. S. Geossistemas no Estado de Alagoas: uma contribuição aos estudos da natureza em Geografia. 132 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia)- Universidade Federal de Pernambuco, CFCH. Recife, 2010. CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Edgar Blücher. 2° edição. 1980.188 pg.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Editora Edgar Blücher. 2° edição. 1980.188 pg.

CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia E Morfoestrutura Do Planalto Da Borborema. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 31 (1/2), p.35-52, 2010.

DEMEK J. (ed). **Manual of detailed geomorphological mapping.** Praga, IGU, Comm Geomorph**.** Surv. Mapping, 1972.

DOS SANTOS, Humberto Gonçalves et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5º ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

GERAMISOV, I. P.; MESCHEIROV, J. A. **Morphostructure**. In: FAIRBRIDGE, R. W. (Ed.). The Encyclopedia of Geomorphology – Encyclopedia of Earth Sciences. Pennsylvania - Dowden: Hutchinson e Koss Inc., 731-732. 1968.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual Técnico de Geomorfologia**. 2ª edição. Rio de Janeiro: Gerência de Biblioteca e Acervos Especiais, p.182.

Kosin et al. 2004. **Folha Aracaju SC.24**. In: Schobbenhaus et al. (eds). Carta Geológica do Brasil ao Milionésimo, Sistema de Informação Geográficas Programa Geologia do Brasil, CPRM, Brasília.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. HR. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste setentrional brasileiro. **Mercator**, v. 13, n. 1, p. 127-141, 2014.

NASCIMENTO, J. P. da H. **Aplicação de índices morfométricos para identificação de controles estruturais atuantes em bacias hidrográficas do baixo São Francisco**. 2020. 89 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

VILLANUEVA, T. C. B.; MARTINS, V. DE S. **Geodiversidade do estado de Alagoas**. Salvador: CPRM, 2016. 165p.

SAMPAIO, T. V. M; AUGUSTIN, C. H. R. R. Índice de Concentração da Rugosidade: uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, São Paulo, v.15, n.1, (Jan-Mar) p.47-60, 2014.

Análise granulométrica de elúvio, maciço de Mata Grande - Alagoas

Granulometric analysis of eluvium, Mata Grande massif - Alagoas

Alícia Thauane da Silva Santos
Universidade Federal de Alagoas-UFAL
https://orcid.org/0000-0001-9807-6924
alicia.thauane98@gmail.com

Jailson Sandes Barbosa de Oliveira
Universidade Federal de Alagoas-UFAL
https://orcid.org/0000-0002-4582-7357
jailsonsandes@gmail.com

Mayara Marinho de Santana
Universidade Federal de Alagoas-UFAL
https://orcid.org/0009-0008-9596-7156
mayara.santana@igdema.ufal.br

Kleython de Araújo Monteiro
Universidade Federal de Alagoas-UFAL
http://orcid.org/0000-0003-4829-3722
kleython.monteiro@igdema.ufal.br

Resumo: Os brejos de altitudes são áreas com dinâmicas ambientais diferentes do seu entorno, o maciço de Mata Grande tem possíveis características que podem caracterizá-lo com uma área de exceção. Localizado na mesorregião do Sertão, no extremo noroeste do estado de Alagoas, Mata Grande possui uma dinâmica ambiental diferente dos outros municípios do sertão, a partir desse conhecimento o trabalho vai propor a análise granulométrica de elúvio. A metodologia consistiu em duas etapas: campo e laboratório, onde na primeira houve a coleta das amostras e a segunda o processamento em laboratório, e após, a análise em um pacote estatístico, Gradistat. Obtendo a porcentagem do tamanho dos grãos que ficaram divididos em cascalho, areia e lama (silte e argila), e distribuição das amostras no triangulo de classificação textural, todas as amostras apresentaram maior concentração de lama, indicando processo de pedogênese mais avançado.

Palavras-chave: Análise granulométrica, Elúvio, Mata Grande.

Abstract: The high altitude wetlands are areas with different environmental dynamics from their surroundings, the Mata Grande massif has possible characteristics that can characterize it as an area of exception. Located in the mesoregion of the Sertão, in the extreme northwest of the state of Alagoas, Mata Grande has an environmental dynamic different from the other municipalities of the sertão, from this knowledge the work will propose the granulometric analysis of eluvium. The methodology consisted of two stages: field and laboratory, where in the first there was the collection of samples and the second the processing in the laboratory, and after, the analysis in a statistical package, Gradistat. Obtaining the percentage of grain size that were divided into gravel, sand and mud (silt and clay), and distribution of samples in the textural classification triangle, all samples had a higher concentration of mud, indicating a more advanced pedogenesis process.

Keywords: Particle size analysis, Eluvium, Mata Grande.

Introdução

O desenvolvimento de estudos das dinâmicas ambientais de áreas de exceção almeja entender o como elas atuavam no passado e como poderão atuar no futuro, através de análises geomorfológicas, pedológicas e climáticas. Essas pesquisas sistematizadas

podem gerar modelos paleoambientais que possam servir de comparação com outras áreas de exceção no nordeste do Brasil.

O município de mata grande chama a atenção por localiza-se no sertão do estado de Alagoas, região com dinâmica de pouca precipitação ao longo do ano e concentrada em um curto período, diferentemente da ausência de precipitação que é atribuído. Porém, mais especificamente, o maciço do município destaca-se por sua dinâmica ambiental diferente do seu entorno, com a umidade e seus solos com o grau de intemperismo avançado em relação aos solos do sertão, que são bem menos profundos e possuem o solo com vários fragmentos rochosos.

Segundo Gois (2020) o maciço vai apresentar características diferente do seu entorno rebaixado, levantando indícios de se tratar de um brejo de altitude, baseando-se em Corrêa (2001), Lins (1989), Melo (1988), entre outros.

O presente trabalho vai ter como finalidade analisar e classificar o elúvio coletado no maciço de Mata Grande, buscando compreender através da analise granulométrica o grau de intemperismo desse material, assim, podendo fazer uma observação em conjunto com o clima com os municípios vizinhos da mesma região, Sertão Alagoano, e servir de comparação com outros modelos de brejos de altitudes do Nordeste.

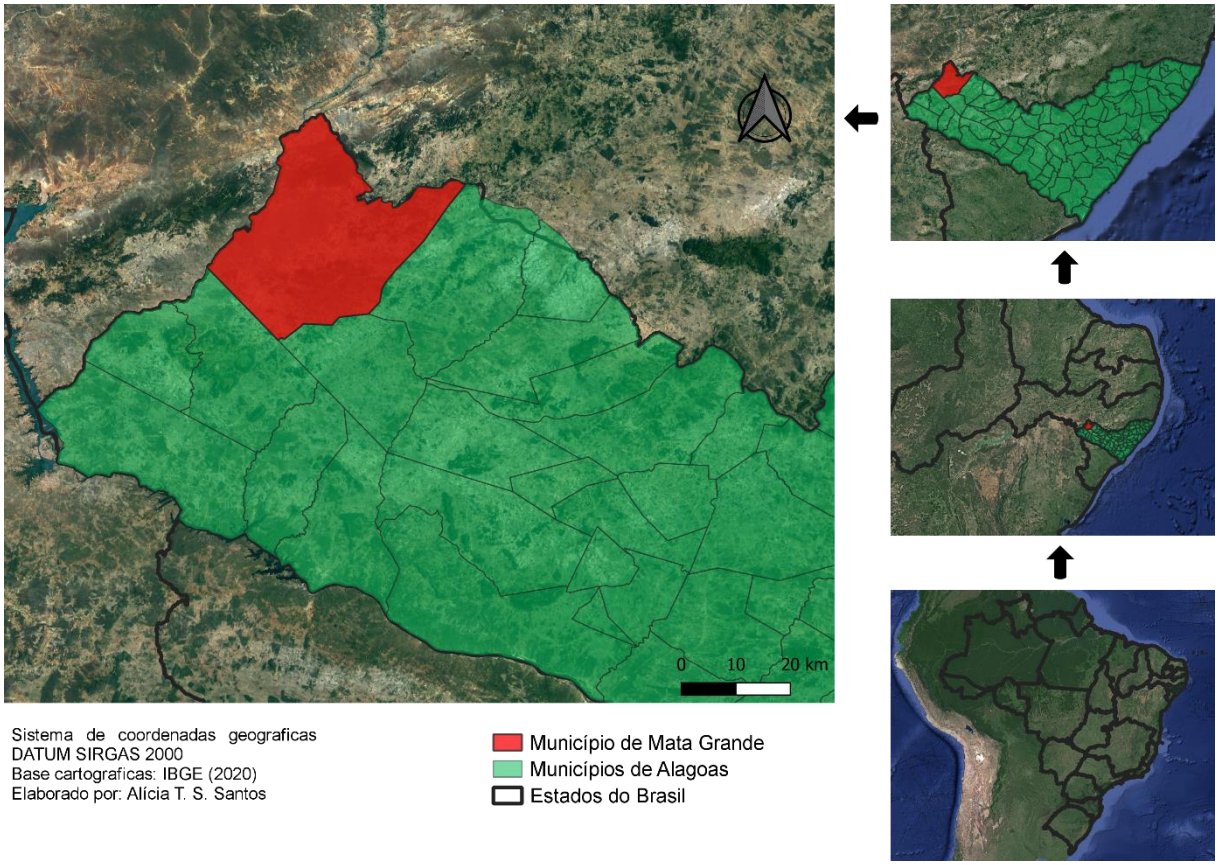
A analise granulométrica dos pontos do perfil vai se dar a partir da porcentagem do tamanho dos grãos, que ficaram distribuídos em cascalho, areia e lama (silte e argila) e a classificação textural no método proposto por *Folk* & Ward (1957) usando o pacote estatístico GRADISTAT.

Área de Estudo

O maciço de Mata grande localiza-se no município de mesmo nome na mesorregião do Sertão de Alagoas, inserido no extremo noroeste do estado, Mata Grande faz divisa ao norte com os municípios de Manari e Inajá (PE), a sul com Inhapi e Água Branca, a leste com Canapi e a oeste com Tacaratu (PE) e Água Branca.

O município ocupa a área 919,6 km2 (3,3% de AL) está situado coordenadas geográficas de 9°07’06’’ de latitude sul e 37°44’04’’ de longitude oeste, na microrregião serrana do Sertão Alagoano. (CPRM 2005).

Figura 1 – Mapa de localização de Mata Grande



Fonte: Autores (2023)

De acordo com os dados geológicos da Companhia de Pesquisa de Recursos minerais – CPRM (2005), o município de Mata Grande encontra-se geologicamente inserido na Província Borborema, representada pelos litótipos dos complexos Cabrobó, Belém do São Francisco e Riacho da Barreira (Suíte Chorrochó), Suíte Intrusiva Shoshonítica Salgueiro/Terra Nova, formações Tacaratu e Inajá e depósitos colúvio-eluviais

O município de Mata Grande está inserido na Província Borborema, na unidade Depressão do São Francisco ou Depressão Sertaneja, de acordo o mapeamento de Villanueva (2016) para o estado de Alagoas.

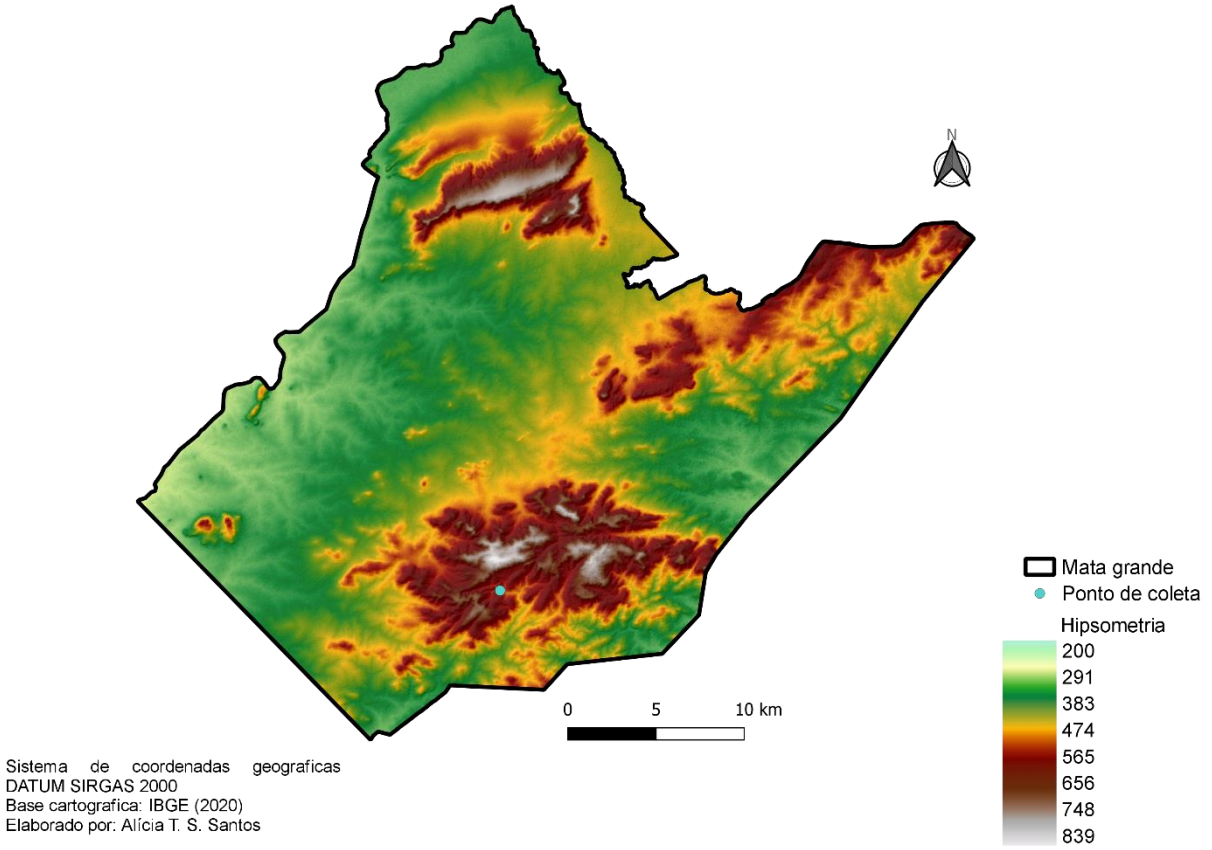
O oeste alagoano é a zona de seca mais intensa apresentando volumes abaixo de 400mm anuais, exceto em regiões com elevada altitude, como no caso do maciço de Mata Grande que pode chegar a mais de 1000mm anuais. A temperatura média do maciço de Mata Grande está entre 20° e 23°C, enquanto a do seu entorno está entre 24° e 26°C (BARROS, et al. 2012 apud Gois 2020).

Materiais e Métodos

A metodologia consistiu em duas etapas: trabalho de campo e laboratório.

O ponto de coleta do material a ser analisado foi no maciço do município. A região foi escolhida para entender através da analise granulométrica as dinâmicas distintas ocorridas no maciço de Mata Grande.

Figura 2 – Ponto de coleta



Fonte: Autora (2023).

Após a escolha do local de coleta, foi limpado a superfície exposta para uma melhor precisão no processamento dos dados, feito o croqui e logo após a medição do local foi feito o perfil em quadriculas de 10cm por 10cm no total de 14 pontos de A ao D, coletado o material de cada ponto embalados, etiquetados e levados a laboratório. Os pontos analisados na pesquisa foram: o 4 de A ao D e o 5 de A ao D.

Figura 3 – Etapa de coleta das amostras.

Fonte: Acervo pessoal.

Após ida a campo, o material coletado passou por análise granulométrica. Onde foi separado uma parte coletada, a parte separada é dividida em quatro partes sendo pesado 100g do quartil, após a pesagem é adicionado água e hexametafosfato de sódio sendo levado ao misturador por dez minutos e irão ser deixada 24h em descanso, método de Gale & Hoare (1991) apud Ramos (2014).

Após o tempo de descanso as amostras são novamente lavadas com água corrente e levadas para secar na estufa (Melo, 2014). Após seca as amostras são peneiradas para a separação dos grãos e pesagem.

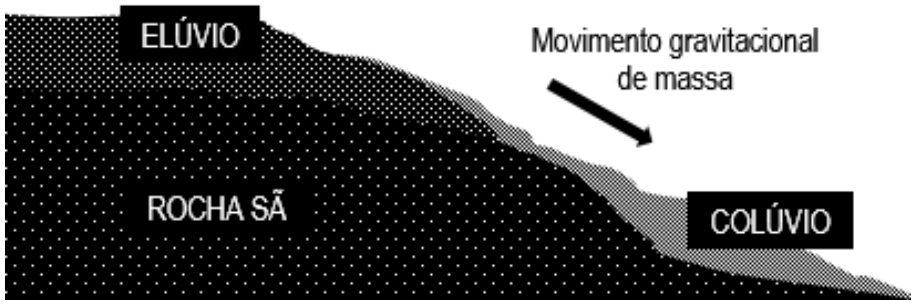
Com o valor dos grãos separados nas peneiras de 2000mm, 1000mm, 500mm, 250mm, 125mm e 63mm, será obtido o valor total da lama e todos serão adicionados na tabela

GRADISTAT para se obter a porcentagem do tamanho grãos (cascalho, areia e lama) e os valores estatísticos.

Resultados e Discursões

O material coletado para análise foi de origem eluvial, diferentemente de colúvio que é depositado em um espaço de acomodação através da ação da gravidade, o elúvio é o resultado da intemperização da rocha matriz acumulado no próprio local, ou seja, não sofre nenhum tipo de transporte.

Figura 4 – Diferença entre elúvio e colúvio.



Fonte: Geografia opinativa.

A análise realizada dos pontos do perfil indicou um processo avançando de intemperização do material residual, todos os pontos indicaram uma maior concentração de lama (silte e argila), esse tipo de material é desenvolvido em ambientes diferentes do clima encontrado a mesorregião onde encontra-se localizado o município, que segundo Araújo (2011) os solos são pouco desenvolvidos em função das condições de escassez das chuvas, tornando os processos químicos mitigados.

Na tabela abaixo pode ser observado a distribuição dos grãos após o processo laboratorial de separação por agitação em peneiras em diferentes milímetros entre cascalho, areia e lama (silte e argila). Amostradas analisadas obtiveram a maior porcentagem em lama, com no mínimo 69,50% no perfil 4C e no máximo de 75,90% no ponto 4B, indicando processo de pedogênese mais avançado.

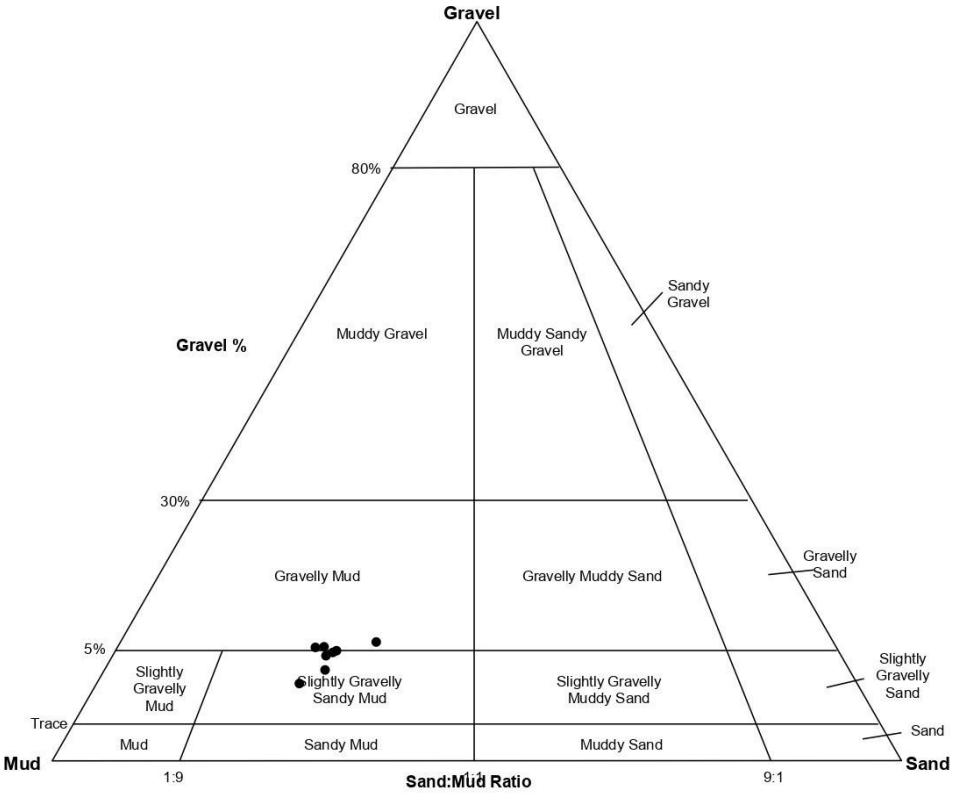
Quadro 1 – Resultado da granulometria nas amostras.

Pontos	Cascalho	Areia grossa	Areia Media	Areia Fina	Lama	Textura
4A	4,20%	7,80%	4,80%	11,30%	71,90%	Lama arenosa levemente cascalhenta
4B	3,40%	6,60%	4,10%	10,10%	75,90%	Lama arenosa levemente cascalhenta
4C	6,10%	8,30%	4,90%	11,20%	69,50%	Lama cascalhenta
4D	6,80%	8,10%	4,10%	10,00%	71,10%	Lama cascalhenta
5A	5,80%	8,70%	5,00%	10,20%	70,30%	Lama cascalhenta
5B	7,60%	9,80%	6,20%	13,80%	62,70%	Lama cascalhenta
5C	6,70%	7,70%	4,30%	8,90%	72,40%	Lama cascalhenta
5D	5,20%	7,60%	5,40%	10,30%	71,60%	Lama cascalhenta

Elaborado pelos autores (2023)

A distribuição das amostras no triangulo por *Folk* & Ward (1957), ficaram distribuídas entre lama arenosa levemente cascalhenta, os pontos 4A e 4B, e em lama cascalhenta, todas as demais amostras do perfil.

Figura 4 – Distribuição das amostras no triangulo de *Folk* & Ward (1957)



Elaborado a partir da análise dos autores no Gradistat (2023)

Segundo Lins (1989), os brejos de altitudes apresentam uma diferenciação mais expressiva que os espaços semiáridos, com a pluviosidade anual superior a 700 mm, altitudes que excedem 500 metros, relevo ondulado a forte ondulado, solos muito e moderadamente desenvolvidos e vegetação natural primitiva constituída de formações florestais e, em segundo plano, caatinga hipoxerófila.

As variações climáticas no período do quaternário, os interglaciais e glaciais, foram fundamentais para moldar a paisagem que vemos hoje, do relevo a vegetação. De acordo Andrade-Lima (1982) apud Tabarelli, Santos (2004), A hipótese mais aceita sobre a origem vegetacional dos brejos de altitude está associada às variações climáticas ocorridas durante o Pleistoceno (últimos 2 milhões - 10.000 anos), as quais permitiram que a floresta Atlântica penetrasse nos domínios da caatinga.

O maciço de Mata Grande possui uma elevada altitude, chegando até os 800m, o que é influência direta para a umidade incomum para a região, que se comprova na análise das amostras de elúvio, a quais apresentaram uma abundância de lama (silte e argila), consequentemente uma baixa quantidade de cascalho, diferentemente dos solos da mesorregião a qual está inserido o município.

Considerações finais

A mesorregião do sertão tem como característica seus solos pouco profundos e com baixo grau de intemperização. Por ser uma região com baixa frequência de chuva ao longo do ano, ocorrem no solo o intemperismo físico, consequentemente os solos são em sua maioria cascalhento.

O elúvio analisado mostra a diferente dinâmica ambiental atuante na área de estudo, indicando se tratar de um possível brejo de altitude. O material indicou uma grande porcentagem de lama (silte argila), material característico de solos que ocorre o intemperismo químico, ou seja, regiões com o clima úmido.

O maciço de Mata Grande tem características de brejos de altitudes, e o estudo da área é necessário para o conhecimento e melhor uso e ocupação do solo, por se tratar de uma região que abastece os demais municípios do sertão alagoanos com sua agricultura.

A presente pesquisa tem como propósito contribuir para o desenvolvimento de futuros estudos na região, que carece de análises ambientais de diversos eixos para a reconstrução da história ambiental passada.

Referências

ARAÚJO, S. M. S. **A região semiárida do nordeste do Brasil: questões ambientais e possibilidades de uso sustentável dos recursos.** Revista Científica da FASETE, Paulo Afonso, v.5, p.89-98, 2011.

BARROS, A. H. C.; FILHO, J. C. A.; SILVA, A. B.; SANTIAGO, G. A. C. F. **Climatologia do estado de Alagoas.** (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Solos, ISSN 1678-0892; 211) Recife. Embrapa Solos. 2012.

CORRÊA, A. **Dinâmica Geomorfológica dos Sistemas Ambientais dos Compartimentos Elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil.** Tese (Doutorado). Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Recife. 2001

CPRM. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea.** Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/15289/1/rel_cadastros_mata_grande.pdf. Acesso em: 12 de julho de 2023.

FOLK, R. L. & WARD, W. C. 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, 27: 3-27.

Geografia Opinativa. Elúvio, colúvio e aluvião. Disponível em: **https://www.geografiaopinativa.com.br/2017/09/eluvio-coluvio-e-aluviao.html.** Acesso em: 17 jul. 2023.

GOIS, L. S. S. **Caracterização de Materiais Quaternários no Ambiente de Exceção em Mata Grande – AL**. 91p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, AL, 2020.

JESUS, L.V., ANDRADE, A.C.S. **Parâmetros granulométricos de sedimentos da praia dos Artistas - Aracaju-SE.** Scientia Plena, Sergipe, v.09, n.05. 2013.

LINS, R. C. **Áreas de exceção do Agreste pernambucano.** Recife. Sudene. 1989.

MELO, M. L. **Áreas de exceção da Paraíba e dos Sertões de Pernambuco.** Sudene. Recife. 1988.

RAMOS, D. A. M. C. **Os depósitos de encosta na reconstrução da dinâmica geomorfológica na bacia do Riacho Piancozinho (Pernambuco/Paraíba).** Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Geografia. Recife. 2014.

TABARELLI, Marcelo; SANTOS, André Mauricio Melo. Uma breve descrição sobre a história natural dos brejos nordestinos. **Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba, História Natural, Ecologia e Conservação**, v. 9, p. 17-24, 2004.

VILLANUEVA, T. C. B. **Geodiversidade do estado de Alagoas.** Salvador: CPRM, 2016. 165p.

Influência morfoestrutural na espacialização das unidades de relevo da bacia hidrográfica do Rio Una, Planalto de Ibiúna-SP

Morphostructural influence on the spatialization of relief units in the Una River basin, Ibiúna Plateau-SP

Ana Carolina de Oliveira Kusuki
anakusuki@gmail.com

Emerson Martins Arruda
Universidade Federal de São Carlos - UFSCar
0000-0003-3695-3850
emersongeo@ufscar.br

Resumo: O trabalho é norteado pela abordagem morfoestrutural do relevo, destacando a identificação da influência da tectônica e da litologia na evolução e compartimentação do relevo da bacia hidrográfica do Rio Una, tanto por sua importância, bem como por ser um dos afluentes formadores do Rio Sorocaba, de expressão regional. A metodologia embasou-se em abordagens de compartimentação do relevo. Foram produzidos mapas temáticos que permitiram a caracterização geral do relevo, bem como a análise dos trends de lineamentos. Trabalhos de campo também foram realizados. Como resultado, propôs-se compartimentação da bacia em três unidades principais. Destarte, foi possível identificar a principal direção dos trends de falhamentos da área, que corresponde a NE, N e W-E. A litologia, além da influência nos lineamentos foi outro fator de distribuição dos padrões de relevo. Conclui-se que a tectônica tem um papel ativo como condicionante do relevo, sendo determinante nas unidades I e II, com influência menos perceptível na unidade III.

Palavras-chave: Bacia hidrográfica, Análise morfoestrutural, Unidades de relevo.

Abstract: The work is guided by the morphostructural approach to relief, with emphasis on identifying the influence of tectonics and lithology on the evolution and compartmentalization of the relief of the Una River basin, both because of its importance and because it is one of the tributaries of the Sorocaba River, which is of regional importance. The methodology was based on relief compartmentalization approaches. Thematic maps were produced that allowed the general characterization of the relief, as well as the analysis of lineament trends. Field work was also carried out. As a result, the basin was compartmentalized into three main units. As a result, it was possible to identify the main direction of the fault trends in the area, which correspond to NE, N and W-E. In addition to influencing the lineaments, lithology was another factor in the distribution of relief patterns. It can be concluded that tectonics plays an active role in conditioning the relief, being decisive in units I and II, with a less noticeable influence in unit III.

Keywords: Watershed, Morphostructural analysis, Relief units.

Introdução

As características morfológicas do relevo são entendidas como formas resultantes de processos de erosão e acumulação de materiais ao longo sobretudo do período Quaternário, que é abordado no estudo, com a finalidade de se identificar estágios e particularidades da esculturação da superfície. Assim, o estudo geomorfológico da bacia com base na análise dos processos morfodinâmicos de sua área irá contribuir tanto na compreensão da disposição espacial e significado dos depósitos sedimentares quaternários,

quanto na evolução de uma determinada área, em interação com a configuração morfoestrutural que apresenta.

O trabalho tem como objetivo a análise das características geomorfológicas da bacia hidrográfica do Rio Uma, a partir da identificação das unidades de relevo encontradas na área, e a relação da influência dos aspectos morfoestruturais sobre o modelado do relevo e a rede de drenagem da bacia em questão.

Stevaux e Latrubesse (2017) ressaltam que a bacia hidrográfica sofre alterações durante a sua existência, e que estas alterações estão ligadas a redução progressiva do relevo em função da denudação continental. Para os autores, a bacia hidrográfica e suas peculiaridades (padrão e densidade da drenagem; padrão e dimensão do canal; estoque e retirada de sedimentos), "... É resultado de uma série de fatores de controle que podem ou não variar com o tempo, e o produto final não necessariamente depende da redução do relevo, mas sim de intervenções extrínsecas, como tectonismo e mudança climática". (STEVAUX; LATRUBESSE, 2017, p. 231).

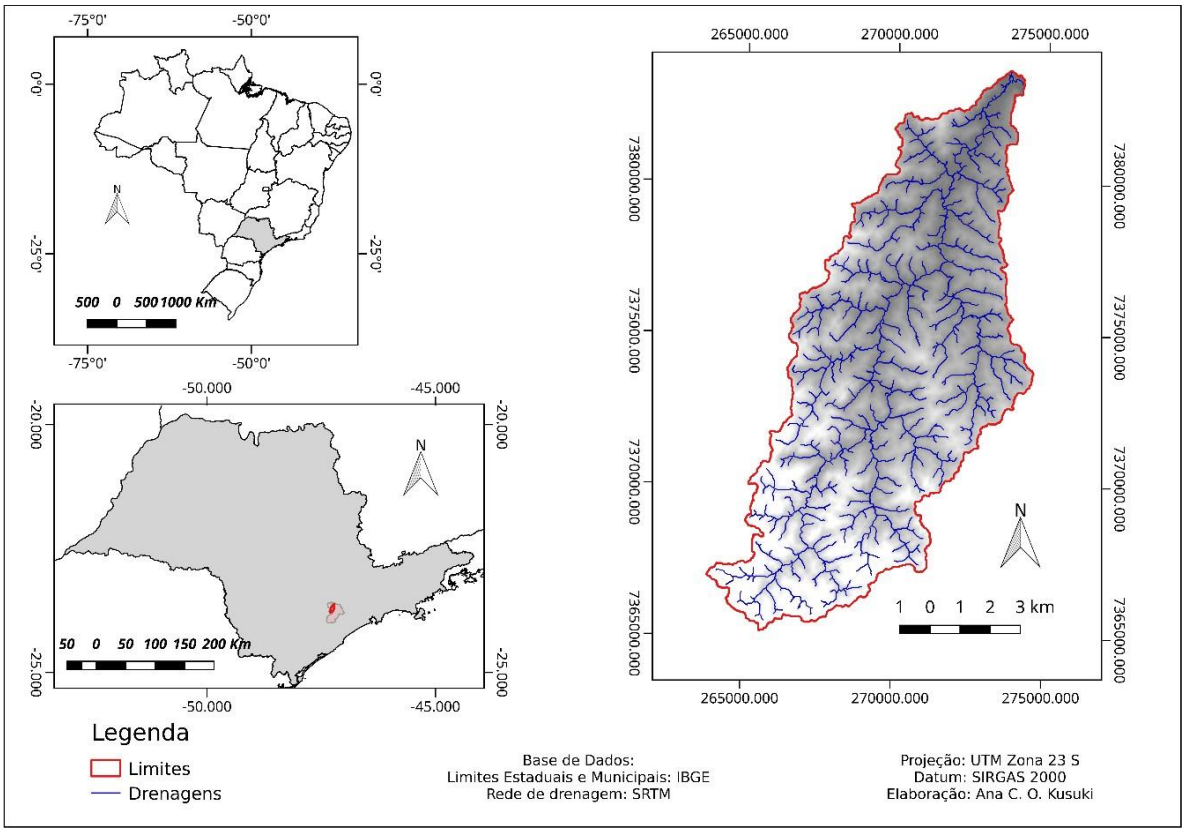
Nos estudos sobre o relevo, considera-se assim este aspecto da paisagem como um atributo essencial para a análise da influência de eventos tectônicos recentes ou pretéritos na configuração da rede de drenagem e das bacias hidrográficas. De acordo com Saadi et al (2005, p. 212),

> O tratamento adequado da influência do fator tectônico no desenvolvimento dos fenômenos geomorfológicos recentes impõe o reconhecimento da importância da estrutura acumulada durante um tempo geológico que se estende ao Pré-Cambriano. Grandes falhas e zonas de cisalhamento, sistemas de juntas e fraturas, planos de estratificação associados a gradientes de resistência litológica, eixos de dobramentos, sistemas de fraturas e/ou foliações, entre outras feições estruturais, constituem elementos geradores de anisotropias. Essas anisotropias exerceram e continuam exercendo fortes controles sobre o intemperismo químico e o desenvolvimento da rede de drenagem, processos fundamentais da morfogênese em ambientes intertropicais.

A área de estudos, bacia hidrográfica do Rio Una, está localizada no município de Ibiúna – SP, em uma área delimitada pelos paralelos 23° 48' 33" S e 23° 38' 15" S, e pelos meridianos 47° 19' 22" O e 47° 12' 28" W na região sudeste do Estado de São Paulo. Ibiúna se limita com os municípios de São Roque, Mairinque e Alumínio ao norte; ao sul, com os municípios de Juquitiba, Miracatu e Tapiraí; A leste, com os municípios de Cotia e São Lourenço da Serra; e a oeste faz divisa com Piedade e Votorantim. A altitude média do município de Ibiúna é de 996 metros, com os pontos mais altos sendo 1.200 metros de altitude, na Laje do Descalvado, no bairro do Salto e 1.050 metros de altitude, no Morro da Figueira, onde localiza-se o Mirante da Figueira (IBIÚNA, 2016).

O Rio Una apresenta 30 km de comprimento, com suas nascentes nas proximidades da Serra do Mar e segue seu curso até confluir no Rio Sorocaba, nas proximidades do Represamento de Itupararanga, importante manancial de abastecimento da região.

Figura 1 – Localização da bacia do Rio Uma no contexto do país, Estado de São Paulo e município.



Fonte: Os autores (2023).

Fundamentação teórica-metodológica

A abordagem teórica do trabalho foi desenvolvida sob a perspectiva de sistema ambientais tratada por Christofoletti (1974), uma vez que a abordagem sistêmica permite a adoção da bacia hidrográfica como unidade espacial de análise mais apropriada para o estudo, e justifica-se pela interação entre os diferentes elementos e atributos que em conjunto fazem parte da evolução da paisagem, sendo que na bacia hidrográfica os limites espaciais foram estabelecidos naturalmente através da evolução do relevo. Assim, optou-se pelos seguintes procedimentos:

Revisão Bibliográfica: ao longo de toda a pesquisa foram levantadas publicações sobre o tema e a área de estudos. Documentos cartográficos pré-existentes também foram organizados e utilizados como referências durante o trabalho.

Mapeamentos temáticos: foram elaborados os mapas hipsométrico, declividade, a base topográfica, relevo sombreado, mapa de rede de drenagem através da utilização do

software QGIS 2.18, juntamente com a base de dados SRTM (Shutle Radar Topographic Mission). O mapa geológico da bacia também foi elaborado no software supracitado com base no banco de dados do CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais).

Mapa de unidades de relevo: Para o mapeamento das unidades de relevo, além da utilização do relevo sombreado da área (imagem hillshade) e modelos numéricos do relevo, foram elaborados ainda os mapas do índice de rugosidade da área, produzidos a partir de imagem SRTM. O mapa de índice de rugosidade do relevo local e regional, que também embasaram a delimitação supervisionada do mapa de unidades, foi orientado pela metodologia proposta por Sampaio e Augustin (2014) a partir da distribuição e recorrência de declividades. Para complementar a avaliação dos padrões que representam as unidades foram mensuradas as dimensões interfluviais e entalhamento médio dos vales de acordo com a proposta de Ross (1992). Para tal foram utilizadas como base cartas topográficas do IGC na escala 1:10.000. A partir do conjunto de informações obtidas, ocorreu o mapeamento propriamente dito, orientado com base nos procedimentos técnico-operacionais propostos pelo IBGE (2009) em seu Manual Técnico de Geomorfologia, valendo-se assim, dos princípios básicos de fotointerpretação para a definição das unidades propostas, acrescentando-se ainda os trabalhos de campo realizados ao longo da bacia para checagem dos resultados.

Análise de Lineamentos do relevo: a análise dos lineamentos presentes no contexto da área de estudos e em seu entorno objetivou correlacionar a morfologia do relevo e sua distribuição na bacia com os aspectos litoestruturais da área. Tais aspectos foram analisados através da interpretação das estruturas mensuradas em campo, como falhas, fraturas e estrias. Optou-se pelas técnicas de marcar, por interpretação em produtos de sensores remotos (relevo sombreado a partir de imagem SRTM) os alinhamentos de relevo e de drenagens.

A Relação Declividade Extensão (RDE) foi calculada com medições feitas através da rede de drenagem e altimetria, utilizando-se o software QGis. Os valores obtidos destas medições foram posteriormente trabalhados em uma planilha eletrônica para a elaboração dos cálculos, conforme as fórmulas apresentadas por Etchehebere et al. (2004).

Trabalhos de campo: foram realizados três trabalhos de campo para a área de estudos com o objetivo de reconhecer as formas de relevo bem como as evidências dos processos associadas à essas formas. Durante as visitas técnicas foi possível ainda confrontar os mapas produzidos com os fatos e aqueles presentes na paisagem.

Resultados

A Bacia do Rio Una se encontra no Cinturão Orogênico do Atlântico, que se estende desde a parte oriental da região Nordeste até o sudeste do Rio Grande do Sul. Esta área é

muito complexa, tanto em relação a litologia, onde prevalece rochas metamórficas de diferentes tipos e idades, como gnaisses, migmatitos, quartzitos, micaxistos, filitos, e, secundariamente, intrusivas, como os granitos e os sienitos (ROSS, 1998). Com relação a tectônica, os terrenos elevados do cinturão do Atlântico são o resultado de dobramentos, de falhamentos extensos e das grandes massas intrusivas. Isso se reflete na bacia do Rio Una, que se desenvolve um uma zona de predomínio de massas intrusivas (granitóides) e metamórficas (gnaisses), onde o controle tectônico da drenagem fica evidente em diversos trechos.

Desde modo, a geomorfologia regional da área onde se encontra a bacia do Rio Una é caracterizado por processos por planalto que passou por processos de denudação e pela escavação da Depressão Periférica Paulista por processos erosivos, que atrás da erosão diferencial ocasionaram a exumação dos batólitos graníticos à leste, os quais passaram a sustentar o Planalto de Ibiúna. Constata-se assim, a relevância na integração entre aspectos morfoestruturais e, também ao papel do clima na elaboração da paisagem da região. Neste contexto, o Planalto de Ibiúna apresenta um relevo característico de “Mares de Morros”, onde a antiga superfície vem sendo esculturada pelos rios e pelo intemperismo, modelando a estrutura como um conjunto de morros arredondados típicos deste tipo de relevo.

Figura 2 – Exemplo de feições associadas à processos denudacionais em trechos do maciço granítico, nas proximidades da Cachoeira da Vargem do Salto.

Fonte: Os autores (2023).

Observa-se na foto acima, um exemplo típico das áreas mais altas da bacia, onde o granito vem sendo exposto graças a mobilização do manto de intemperismo. Nestas vertentes, é possível verificar algumas das manifestações de solos que existem na área, em

geral neossolos e cambissolos. Como o presente trabalho também se foca no contexto morfoestrutural da área de estudos, constatou-se que principal característica da área quanto a estrutura que é responsável pelos diversos processos de modelagem do relevo está relacionada à Zona de Cisalhamento de Taxaquara.

Para Hasui (1990), as grandes falhas antigas são do tipo transcorrentes como deslocamentos sub-horizontais, no qual já tiveram reativações Meso-Cenozóicas. No caso da Zona de Cisalhamento de Taxaquara sua última reativação significativa corresponde ao Ciclo Brasiliano no Neoproterozóico.

O Ciclo Brasiliano foi um conjunto de eventos geodinâmicos desenvolvido de forma diacrônica na Plataforma Sul-Americana que inicia com a Tafrogênese Toniana (regime extensional com formação de riftes) entre ~950 Ma e 800 Ma e termina entre 510 Ma e 490 Ma com o colapso dos orógenos e transição para um novo regime extensional. O clímax orogênico, entre 670 Ma e 550 Ma, está associado a intenso tectonismo, metamorfismo de alto grau e expressiva granitogênese (SCHOBBENHAUS, 1984).

Tal contexto estrutural onde a presença de falhas, fraturas e deformações, associados com o contato entre as diversas litologias, condiciona o aparecimento de áreas de forte declividade, associadas ao processo de esculturação promovido pelas drenagens.

A Bacia do Rio Una, embora tenha poucas áreas de contato litológico, apresenta forte deformação e linhas de fraturas. Consequentemente, áreas de declividade acentuada, como as descritas anteriormente, são comuns, principalmente na alta bacia. Nota-se também algumas ocorrências na média bacia, sendo menos frequentes na baixa.

As análises mostraram então que, embora haja uma certa concordância dos compartimentos com as divisões da bacia em alta, média e baixa, a média bacia passa por um intenso processo de esculturação, separando-a em setores isolados em meio a baixa bacia. Esta divisão observada levou a definição de compartimentos contínuos na alta e baixa bacia, mas fragmentado em três setores na média bacia, pela incisão das drenagens que isolam áreas que de outra forma, seriam contínuas.

Entende-se que, destarte, a compartimentação representa melhor a realidade morfotectônica da bacia do que a simples divisão em alta, média e baixa bacia, como geralmente aparece em trabalhos sobre bacias hidrográficas que não consideram as características do relevo.

Destarte, no que tange à compartimentação do relevo, e diante das possíveis generalizações discutidas na metodologia, levou-se em consideração a hipsometria, a análise do relevo sombreado, a declividade e os trabalhos de campo, resultando na divisão da bacia do Rio Una em três compartimentos principais:

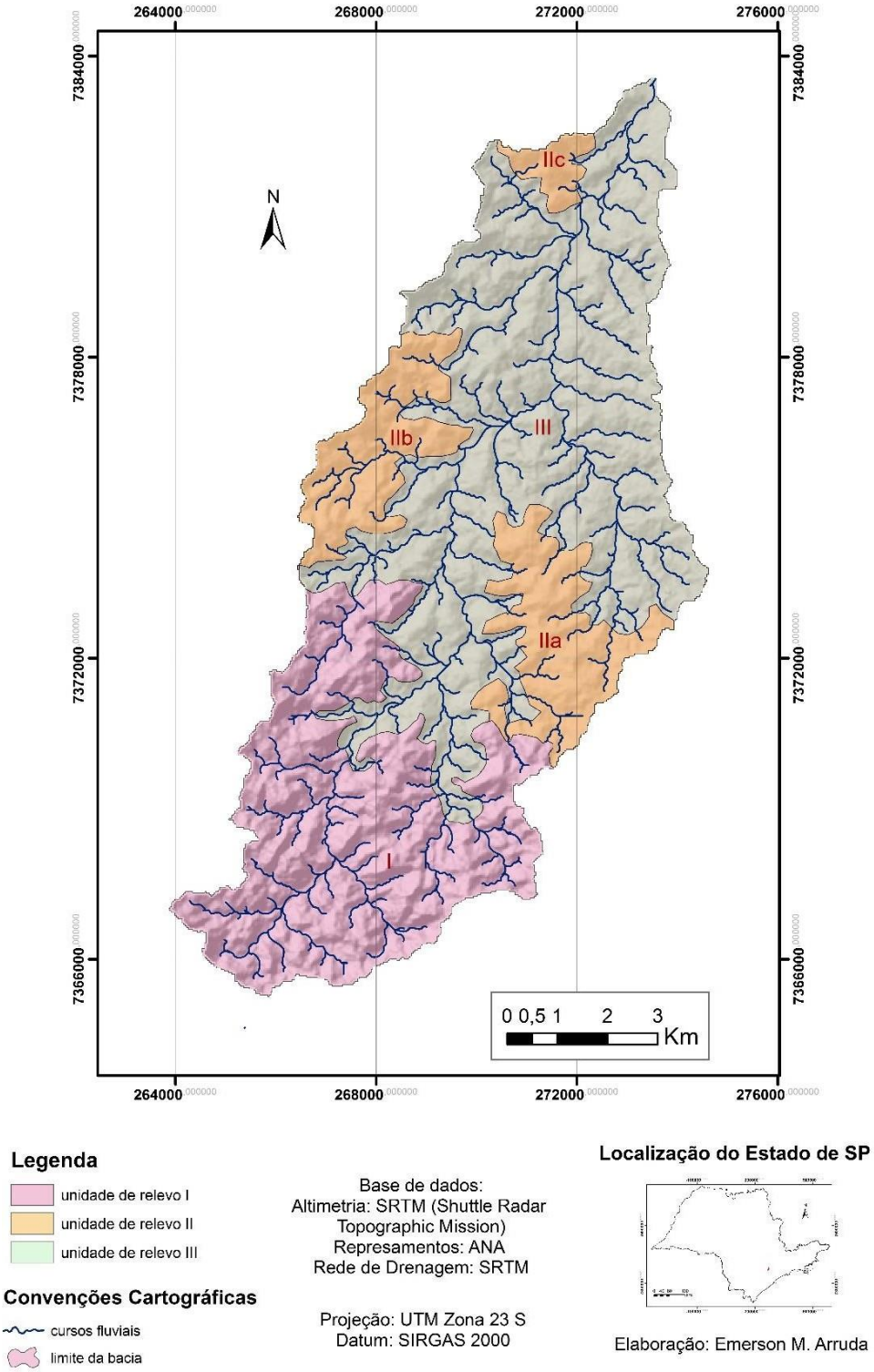
Compartimento I - engloba a área considerada de alta bacia, com altitudes próximas a 1100 metros, interflúvios com vertentes convexizadas, ocorrência de setores retilíneos mais íngremes com presença de afloramentos rochosos, e formas côncavas mais restritas associadas aos anfiteatros. Os interflúvios apresentam topos mais aguçados, algumas feições em crista. Os vales são mais encaixados comparados com as demais unidades, com a rede de drenagem adaptada às falhas e fraturas. Esse compartimento se situa nas proximidades da Serra de Paranapiacaba, caracterizando-se pela presença de vegetação de mata atlântica e clima característicos desta. Trata-se da área com menor intervenção antrópica da bacia do Rio Una. Um dos cursos principais, já no extremo sul da bacia, é o Ribeirão do Sítio. A dimensão interfluvial média mensurada na área foi de 420 metros (média) e o entalhamento médio dos vales apresentou o valor de 170 metros (muito forte).

Compartimento II - o compartimento II engloba áreas cujas altitudes estão na média de 900 m, e se constitui em unidade de transição entre o I e III, refletindo-se assim em um patamar frente aos processos de erosão regressiva para a montante da bacia. Os interflúvios apresentam geometria mais ampla, topos convexizados e vertentes um pouco mais suaves que o primeiro compartimento, também do tipo convexo-retilíneas, mas com menor declividade, e setores côncavos restritos aos canais de 1ª e 2ª ordem. Os fundos de vales situam-se próximos a 800 m de altitude, e planícies mais desenvolvidas do que o compartimento I. Ainda é notada a influência dos aspectos morfoestruturais na rede de drenagem, de padrão subdendrítico e a grande quantidade de rápidos e corredeiras refletem também a ação climática na dissecação desse compartimento. Tendo em vista o formato alongado da bacia do Rio Uma, essa unidade encontra-se fragmentada e distribuída em três setores, optando-se assim pela identificação no mapa como Ia, Ib e Ic, onde a e b localizam-se na média bacia, e c já no que seria a baixa bacia, quase na foz do Una. A dimensão interfluvial média mensurada na área foi de 510 metros (média) e o entalhamento médio dos vales apresentou o valor de 100 metros (forte).

Compartimento III - engloba uma unidade de interflúvios em torno de 800 m, com alguns setores raramente atingindo 900 m. As vertentes são convexo-côncavas e têm declividades menos acentuadas, comparando-se aos compartimentos I e II. Nota-se nesse compartimento o predomínio do padrão em colinas. Essa área constitui também setor os vales têm as mais amplas planícies da bacia do Rio Una, com a presença de canais meandrantes. Em função das encostas suavizadas e vales abertos, nessa unidade são notadas as maiores intervenções antrópicas sobre o relevo da bacia, estando certa parte constituindo o relevo do centro de Ibiúna localizada nos limites da bacia, o que gera questões acerca de alterações na rede de drenagem, bem como de impactos ambientais gerados pelo núcleo urbano de Ibiúna. O compartimento III é o compartimento mais extenso da bacia, compreendendo a maior parte

do canal do Rio Una. A dimensão interfluvial média mensurada na área foi de 650 metros (média) e o entalhamento médio dos vales apresentou o valor de 80 metros (médio).

Figura 3 – Mapa de Unidades de Relevo da Bacia do Rio Una, Município de Ibiúna – SP



Fonte: Os autores (2023).

Na alta bacia, no caso o compartimento I, localizado nos limites à sudoeste da bacia, a maior altitude é cotada em 1185 m acima do nível do mar.

Nas proximidades do bairro da Vargem do Salto, já quase na transição entre a alta e média bacia, foi possível observar a presença de interflúvios de topos côncavos, mamelonares, configurando os chamados mares de morros de acordo com a descrição de Ab'Sáber sobre os interflúvios do leste do Estado de São Paulo. Já mais para os limites na porção sul da bacia, há a presença de vales dissecados, interflúvios com topos convexos e restritos, além de possuir declividades mais acentuadas. A vegetação é basicamente composta de mata atlântica, devido à proximidade com a Serra do Mar.

Em alguns pontos foi possível perceber perfis espessos de solos; em outros, algumas camadas mais esbranquiçadas nos horizontes. É grande a presença de matacões, além de alguns morros apresentarem áreas escarpadas de litologia granítica. As declividades são acentuadas, sendo comum a presença de cachoeiras na área. Em campo, foi possível registrar a presença de várzeas restritas nessa porção da bacia. Entre a alta e média bacia, foram identificadas, em campo e em imagens de satélite, 12 planícies mais restritas, com comprimento variando entre 350m e 85m.

Em um dos pontos visitados, a Cachoeira da Vargem do Salto, é possível perceber o leito rochoso do rio, já no limite entre a alta e média bacia. Nota-se nessa região certa homogeneidade na altimetria dos topos, possuindo vales encaixados com altas declividades nas nascentes, tendo os canais principais dos dois principais afluentes do Rio Una por volta de 900m e uma planície fluvial mais ampla em relação às nascentes. Esses canais principais apresentam, em alguns pontos, vales assimétricos, o que pode caracterizar feições morfotectônicas (BRICALLI, 2016).

Aproximadamente nos contatos dos compartimentos, encontram-se cachoeiras. Isso é nítido no limite entre a alta e média bacia, com uma cachoeira de aproximadamente 40m de desnível. Nos limites da média para a baixa bacia, uma nova cachoeira, com aproximadamente 20m de desnível também é registrada. Estes desníveis abruptos indicam uma certa diferenciação entre níveis altimétrico, talvez indicando degraus estruturais, já que estão sobre uma mesma litologia.

Figura 4 – Vista da Cachoeira Vargem do Salto, localizada na alta bacia do Rio Una.

Fonte: Os autores (2023).

O compartimento II por sua vez, em relação à altimetria, pode ser subdividido em compartimento II a e II b, separados por uma faixa alongada do compartimento III. Seguindo a altimetria, poderia ser considerado também um terceiro compartimento, localizado já na parte da baixa bacia, que apresenta altitudes semelhantes, porém já próximo à foz do canal principal. Esta faixa alongada pode significar que o rio já está erodindo os desníveis do compartimento II, buscando um perfil de equilíbrio, o que fez com que o canal principal dividisse o compartimento II em dois blocos na parte superior. O terceiro bloco do compartimento II próximo a foz, pode ser interpretado como um testemunho de níveis altimétricos pretéritos da bacia.

Nos compartimentos II a e b, a equidistância das curvas de nível é maior, além da área apresentar altitude em torno de 900 m. As formas das vertentes são mais côncavas e com uma declividade média. Tal característica do relevo da área gera a formação de amplas cabeceiras de drenagem, na maioria das vezes tendo sua parte inferior utilizada para fins de plantio de hortaliças.

O compartimento III, por sua vez, compreende as menores altitudes, por volta de 800 m, tendo alguns poucos setores com aproximadamente 900 m e o Morro da Figueira, na casa dos 1000 metros. Foi possível notar nessa parte da bacia que os interflúvios dessa área apresentam vertentes não tão íngremes (entre 12 e 17 %) e topos arredondados quanto nas outras áreas da bacia.

No que tange às vertentes, ocorrem setores retilíneos na área urbana, fruto de intervenções antrópicas na parte nordeste da bacia. Já mais ao noroeste, na outra margem do Rio Una, os interflúvios possuem desnível maior em relação ao vale (na casa de 100

metros), tendo topos arredondados e vertentes côncavas, com presença de matacões. O uso e ocupação do solo divide-se em agricultura e ocupação propriamente urbana, já na região próxima à foz do Una, onde o rio assume forma meandrante.

Nesse compartimento, o rio assume forma bem definida durante grande parte do compartimento: canal estreito, porém profundo; presença de cotovelos (inflexões bruscas); deposição de sedimentos (barra de sedimentos); bem como curso meandrante já nas proximidades da foz, onde perde capacidade de transporte de sedimentos, explicando assim a extensa planície aluvial presente na área urbana de Ibiúna, especialmente no encontro com o Sorocamirim e Sorocabuçu.

É importante citar, na história regional, a construção da barragem de Itupararanga, datada de 1911, que mudou o nível de base regional. Não se sabe até que ponto a construção do represamento afetou a deposição de sedimentos na foz do Rio Una, uma vez que com o nível de base mais baixo, o potencial hídrico do rio poderia ser bem maior, e, por conseguinte, aumentar a velocidade do curso e sua capacidade de transportar sedimentos. Independente disso, é possível notar, tanto em campo quanto em imagens aéreas, que as várzeas na área urbana possuem alguns cotovelos e trechos retilíneos, o que pode indicar um encaixe na estrutura subjacente.

Como mencionado anteriormente, em vários pontos o curso d'água aproveita lineamentos, além de em alguns locais situar-se mais próximo dos interflúvios a NW, de maneira desigual no contexto da ampla planície (assimetria de vale), o que poderia caracterizar, de acordo com Bricalli (2016) feições morfotectônicas. Nota-se uma certa similaridade da altitude dos topos, além de o vale ser preenchido com sedimentos.

Embora recoberto de sedimentos, o compartimento 3 apresenta, eventualmente, ângulos acentuados nos meandros do Rio Una, podendo indicar um encaixe com estruturas subjacentes. É possível, embora se careça de elementos para comprovar, que áreas curtas ou restritas de meandros possam indicar influência tectônica a partir da existência de um graben. É uma questão para estudos complementares, em especial de geologia estrutural.

A bacia do Rio Una drena áreas cortadas por alguns falhamentos relacionados às zonas de transcorrência, de orientação NE, os quais influenciam a configuração da rede de drenagem e a disposição dos interflúvios. O próprio formato alongado da bacia hidrográfica do Rio Una é influenciado pela disposição do trend de falhamentos que ocorrem na região do Planalto de Ibiúna. Lineamentos também controlam o direcionamento e disposição dos canais afluentes da bacia hidrográfica, influenciando ainda a espacialização das planícies fluviais encontradas na área.

No que diz respeito aos lineamentos, de acordo com Bricalli (2016, p. 81), "[...] são considerados feições lineares identificáveis no terreno e em imagens de sensores remotos,

que podem ser associados às estruturas de subsuperfície, especialmente as linhas de fraqueza pré-cambrianas". Tais lineamentos, presentes mesmo em áreas de várzeas, podem ser observados mesmo após a junção do Una com o Sorocabuçu e com o Sorocamirim, que dá origem ao Rio Sorocaba. Esse aspecto meandrante pode ser visualizado na figura 05.

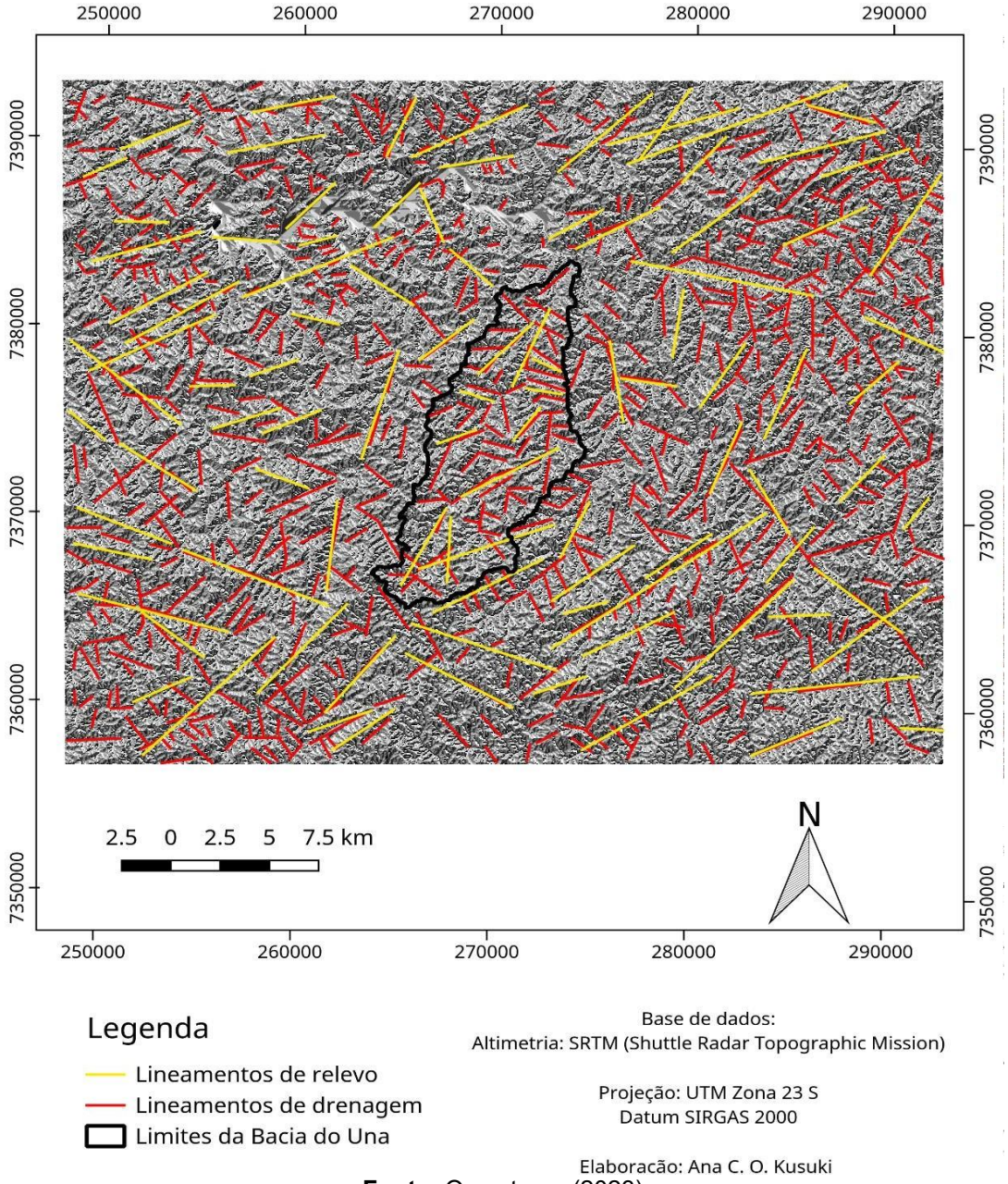
Figura 5 – Vista do Rio Sorocaba, após a junção do Una com os rios Sorocamirim.

Fonte: Os autores (2023).

Foi constatado com a análise tanto dos mapas produzidos como com a elaboração do mapa de lineamentos que estes têm grande influência na configuração dos interflúvios e na rede de drenagem. Os lineamentos mapeados podem ser divididos em principal e secundário, sendo o principal trend na direção NE, e os secundários para as direções N e os de W-L.

Foram mapeados tanto os lineamentos de relevo como os de drenagem. Com a análise do mapa de lineamentos foi possível observar que desde um dos primeiros afluentes formadores do Rio Una, o Ribeirão do Peixe, passando pelo Ribeirão do Salto e mais tarde juntando-se para formar o Una, uma parte expressiva de todo esse "canal principal" tem influência de lineamentos, que são aproveitados pelo curso do rio. Outro canal importante para o Una, que contribui já no compartimento III, chamado Cupim, também possui grande parte de seu curso influenciado pelos lineamentos.

Figura 6 – Mapa de Lineamentos da bacia do Rio Una.



Fonte: Os autores (2023).

A partir na análise integrada do mapa de lineamentos, mapa geológico e dos trabalhos de campo realizados na área bem como da correlação com a pouca literatura científica encontrada, constatou-se uma influência direta da herança morfotectônica regional, vinculada à histórica geológica do sudeste brasileiro na configuração do relevo e da rede de drenagem quaternários presentes na bacia do Rio Una.

A tectônica regional está relacionada com o Cinturão Transcorrente Paraíba do Sul (HASUI, 2012). A estabilidade tectônica advém no fim do Cretáceo e início do Paleógeno,

momento em que se desenvolveu a Superfície Sul-Americana, hoje observada nos topos aplainados das elevações a 1.100-1.200 m de altitude.

Após este período, há uma reativação no Cretáceo-Paleógeno, em função da abertura do Atlântico Sul, até chegar em um período de estabilidade moderna (Neogeno-Quaternário) (HASUI, 2010).

Os mencionados ciclos, como todo evento tectônico fragilizaram a crosta a partir da abertura de falhas e ocorrência de fraturas - aqui agrupadas como lineamentos – em geral profundas resultando em acomodações regionais além de estabelecerem-se como áreas preferências para a atenção de material da Astenosfera, através de plutonismo e vulcanismo. Na região objeto de estudo, essa dinâmica está mais associada à ocorrência dos batólitos granitos como os de Ibiúna, São Francisco e Sorocaba. Importante ressaltar que essas características, tanto em relação aos lineamentos bem como às litologias, só foram expostas na paisagem em função do da exumação dos materiais ao longo de milhões de anos (SCHOBBENHAUS et al.,1984).

Posteriormente, já no Cenozóico, a abertura de riftes no sudeste do Brasil resultou em novos eventos que resultaram em falhamentos na área de estudos (RICCOMINI, 1989), principalmente no que tange aos setores de dissecação dos canais de 1ª ordem. A partir desse panorama sobre a evolução tectônica da área, optou-se por elencar quais as principais influências morfoestruturais dos lineamentos na compartimentação do relevo bem como no padrão e distribuição da rede de drenagem.

Influência dos lineamentos no relevo

A partir do mapa de lineamentos (Figura 06), pode-se constatar que a própria delimitação natural da bacia, tendo em vista os interflúvios que a compõem são formados por interflúvios que marcam lineamentos de direção NE, N e E-NE, influenciando inclusive o formato alongado da bacia do Rio Una. De qualquer modo, constata-se ainda dois lineamentos de direção N- NW que parecem influenciar a compartimentação geomorfológica da bacia, tendo em vista as unidades de relevo propostas na Figura 03. Um próximo ao contato entre os compartimentos I e IIa e IIb e outro entre estes últimos e o compartimento III.

Ainda sobre aspectos da configuração do relevo, nota-se que ocorrem setores onde os lineamentos ocorrem do contato de rochas diferenciadas, marcando descontinuidades litológicas, mas também são evidentes setores onde os lineamentos cortam rochas homogêneas possibilitando assim a reflexão de que as características geomorfológicas da área estão – além do clima – submetidas ora à mudança litológica e ora à controle tectônico propriamente dito.

Com relação ao tipo de rocha e relevo resultante percebe-se que os interflúvios de litologia granítica apresentam encostas de maior declividade, forte dissecação e cabeceiras de drenagem mais confinadas. Já no caso do Grupo Votuverava, os interflúvios apresentam topos mais arredondados e vertentes suavizadas em comparação com a situação anterior. Constata-se ainda basculamento da bacia para W influenciando as planícies.

Influência dos lineamentos na rede de drenagem

Os cursos fluviais da bacia possuem seus traçados adaptados em importantes lineamentos e zonas de Cisalhamento na região. Mais especificamente nota-se controle estrutural no médio curso Rio Una e no seu canal à montante, identificado como Ribeirão do Salto, bem como a parte final do Córrego da Caixa d´ Água, já na baixa bacia. Predomina nesses casos a direção N-NE.

Como na configuração do relevo, lineamentos de direção N-NW também influenciam a rede de drenagem, mais especificamente o Ribeirão do Cupim e o Ribeirão do Lajeado, os principais afluentes da margem direita do Rio Una e inflexões em alguns canais desse setor. Por fim, foram feitas análises do índice de declividade/extensão, através do cálculo da Relação Declividade Extensão total e de trechos.

Optou-se por separar três trechos para análise, um ligado a alta bacia, o segundo a média bacia e por fim, a baixa bacia.

Tabela 1 - RDE parciais e índice de anomalia dos trechos do curso Principal do Rio Una.

Trecho da bacia:	Extensão do trecho (m):	Variação de altitude (m):	RDE do trecho:	Índice de anomalia:
Alta	6624	104	104,00	6,19
Média	6540	39	78,50	4,67
Baixa	16649	30	53,72	3,20

Fonte: Os autores (2023).

Com base nos índices de anomalia, e seguindo como referência a tabela de Seeber & Gornitz (1983) apud Etchehebere et al. (2006), observamos que todos os índices se encontram acima do limiar 2 (lembrando que até 2 é considerado normal), se colocando na faixa de anomalias de segunda ordem (entre 2 e 10). Consequentemente, fica evidenciado um forte controle estrutural em toda a bacia, observando-se que na alta bacia tais controles ficam muito evidentes, aproximando-se da normalidade na baixa bacia.

Os níveis altimétricos colocam a baixa bacia e a maior parte da média bacia na unidade III. A alta bacia e uma pequena parte da média relacionam-se com a unidade I. A unidade II, na verdade, encontra-se distribuída fora do curso principal do rio Una. Trata-se, na verdade, de testemunhos de uma fase erosiva já concluída no curso principal, e que vem sendo levada a cabo pelos afluentes do Rio Una.

Considerações Finais

Na perspectiva de um estudo geomorfológico, tanto a estrutura quanto a forma como o relevo é modelado ganha importância. Não é diferente para a área de estudo, onde o conjunto de lineamentos, associado ao processo de dissecação pelos rios, vem determinando a evolução do relevo da bacia do Rio Una. Neste trabalho, preocupou-se mais em focar na estrutura como fator de interesse, conforme os objetivos inicialmente propostos, e, através dos mapas elaborados estes objetivos puderam ser atendidos, uma vez que se constata, pelos produtos, que a tectônica apresenta forte condicionamento do relevo, direcionando, muitas vezes, o trabalho de dissecação efetuado pelos cursos fluviais. Fica evidente que a tectônica na área de estudo, influencia grandemente o padrão dos cursos de rios e na forma de seus vales, tanto do Una quanto de seus afluentes.

Estas influências são bem perceptíveis na alta e média bacia, inclusive pela presença de leitos rochosos, com falhas marcando as cachoeiras e corredeiras. Certamente essa influência também ocorre na baixa bacia, embora a identificação seja menos evidente. Na baixa bacia, os sedimentos depositados no processo curso do rio Una decorrente da proximidade dos níveis de base deste, acabam por dificultar a evidência tectônica, embora em alguns trechos mais distantes do leito se tornem visíveis, e, mesmo no curso em meio aos sedimentos, alguns meandros parecem estar em segmentos restritos do vale, possivelmente em grabens locais, associados às reativações da tectônica cenozóica. Outras anomalias de drenagem como inflexões, capturas e assimetrias também foram identificadas na bacia.

Agradecimentos

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e ao Laboratório de Estudos do Quaternário da UFSCar-Sorocaba.

Referências

BRICALLI, L. L. Procedimentos Metodológicos e Técnicas em Geomorfologia Tectônica. Espaço Aberto, [S.l.], v. 6, n. 1, p. 75-110, dez. 2016. ISSN 2237-3071. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/5239>. Acesso em: 03 jul 2017.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. Editora Edgard Blucher Ltda e EDUSP, São Paulo, 1974, 1.º ed.150 p.

ETCHEBEHERE, M.L.C.; SAAD, A.R.; SANTONI, G.; CASADO, F.C.; FULFARO, V.J. Detecção de prováveis deformações tectônicas no vale do Rio Peixe, região ocidental paulista, mediante aplicação de índices RDE (Relação Declividade/Extensão) em segmentos de drenagem. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 25, n. 3, p. 271-287, 2006. Disponíve em: <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/449/387>. Acesso em 23/08/2017.

ETCHEBEHERE, M. L. C; SAAD, A. R. FULFARO, V. J.; PERINOTO J. A. J. Aplicação do Índice "Relação Declividade-Extensão - RDE na Bacia do Rio do Peixe (SP) para Detecção de Deformações Neotectônicas. São Paulo, Revista do Instituto de Geociências - USP, v. 4, n. 2, p.43-56, Outubro de 2004.

HASUI, Y. Neotectônica e aspectos fundamentais da tectônica ressurgente no Brasil. in: 16 SBG, Workshop Neotectônica e Sedimentação Continental Cenozóica no Sudeste Brasileiro, Anais, 1-31. 1990.

HASUI, Y. A Grande Colisão Pré-Cambriana do Sudeste Brasileiro e a Estruturação Regional. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 29, n. 2, p. 141-169, 2010.

IBGE, Coordenação de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Manual Técnico de Geomorfologia. Rio de Janeiro, 2009. 182 p.

IBIÚNA. ESTÂNCIA TURÍSTICA DE IBIÚNA. Números e dados. Disponível em: <http://www.ibiuna.sp.gov.br/ibiuna/numeros_e_dados>. Acesso em 30/03/2016.

RICCOMINI, Claudio. O Rift Continental do Sudeste do Brasil. 1990. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1990. doi:10.11606/T.44.1990.tde-18032013-105507.

ROSS, J. L. S. Geografia do Brasil. 2ª edição. Editora da Universidade de São Paulo: São Paulo, 1998.

ROSS, Jurandyr Luciano Sanches. O registro cartográfico dos fatos geomorfológicos e a questão da taxonomia do relevo. Revista do departamento de Geografia, v. 6, p. 17-29, 1992.

SAADI, A.; BEZERRA, F.H.R.; COSTA, R.D.; IGREJA, H.L.S.; FRANZINELLI, E. Neotectônica da plataforma brasileira. In: SOUZA, C.R.G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A.M.S.; OLIVEIRA, P.E. Quaternário do Brasil. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2005. P. 211- 231.

SAMPAIO, T. V. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Índice de concentração da rugosidade: uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 15, n. 1, 2014.

SCHOBBENHAUS, C. (org.) Geologia do Brasil: texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1:2 500 000. Coord. Carlos Schobbenhaus. Diógenes de Almeida Campos, Gilberto Ruy Derze, Haroldo Erwin Asmus. Brasilia, Departamento Nacional da Produção Mineral, 1984.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. Geomorfologia Fluvial. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

Mapeamento Geomorfológico da Bacia Hidrográfica do Pratagy

Geomorphological Mapping of the Pratagy watershed

Ronald Farias Marques
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0007-8246-8553
ronaldmarques835@gmail.com

Kallyne Teixeira Santos
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0005-6929-3264
kallyneteixeirasantos@gmail.com

Nayara Barreto da Costa
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
https://orcid.org/0000-0002-0751-1941
nayara.costa@inpe.br

Laís Susana de Souza Góis
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-1787-9819
lais.gois@ufpe.br

Kleython de Araujo Monteiro
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0003-4829-3722
kleython.monteiro@igdema.ufal.br

Resumo: A Ciência Geomorfológica é uma área conhecida pelo estudo das formas de relevo em geral. O presente trabalho objetivou identificar as feições geomorfológicas presentes na Bacia Hidrográfica do rio Pratagy, a fim de compreender a dinâmica da paisagem. Para tanto, foi realizada uma revisão bibliográfica e utilizado o método da cartografia geomorfológica, para analisar os trabalhos já existentes no Litoral e Zona da Mata em Alagoas, seguido da confecção de um mapeamento dos modelos morfoestruturais e morfoesculturais. Na bacia em questão, foram identificadas duas morfoestruturas: Planaltos, na dinâmica geológica do grupo Barreiras com sedimentação cenozóica; e a Planície com material superficial, também no regime geológico do cenozóico com influência fluvial e oceânica. É evidente que as feições geomorfológicas sofrem influências de atividades antrópicas, e a presença do contexto urbano nas proximidades da bacia em estudo exerce influência direta nos processos, intensificando o potencial erosivo em toda área pesquisada.

Palavras-chave: Geomorfologia. Recurso hídrico. Cartografia geomorfológica. Dinâmica da paisagem.

Abstract: Geomorphological Science is a well-known field focusing on the study of landforms. This study aimed to identify geomorphological features in the Pratagy River Hydrographic Basin to understand landscape dynamics. To achieve this, a bibliographic review was conducted, and using the method of geomorphological cartography to analyze existing work in the Coast of Alagoas and Zona da Mata region. This was followed by mapping morphostructural and morphocultural models. Two morphostructures were identified in the mentioned basin: Plateaus, at the geological dynamics of the Barreiras group with Cenozoic sedimentation, and the Plain with surface material, also within the Cenozoic geological regime, influenced by both fluvial and oceanic processes. It is clear that anthropic activities impact geomorphological features, and the presence of urban context near the studied basin directly affects processes, intensifying erosive potential across the entire surveyed area.

Keywords: Geomorphology. Water resource. Geomorphological cartography. Landscape dynamics.

Introdução

A Ciência Geomorfológica é uma área que é conhecida pelo estudo das formas de relevo em geral, de maneira que há interações aos processos morfoestruturais e morfoesculturais. De acordo com Christofoletti (1980), as formas são resultadas mediante uma superfície terrestre e que a análise destes os seus processos fornecem o entendimento da sua configuração atual e de outros tempos. Nesse sentido, as formas do relevo não são apenas estudos da Geomorfologia, mas também de outras áreas da ciência, como as ciências que estudam as rochas, solos, vegetação, hidrografia e climas (FLORENZANO, 2008). Essas análises possibilitam compreender as formas a partir dos processos futuros e atuais, entendendo suas transformações ao longo do tempo e como influenciam na organização espacial.

Mediante esse contexto, é importante destacar a bacia hidrográfica, que é constituída por um conjunto de terras definidas por divisores de água e pelo escoamento através de um rio principal, seus afluentes e subafluentes, sendo reconhecida como a unidade territorial para o planejamento e gestão dos recursos hídricos (SIRHESC, 2013). Todavia, grande parte desses recursos existentes no mundo e no Brasil, como os rios, sofre significativas alterações em suas características físicas, químicas e biológicas, devido à forma como é utilizado pela população para fins sociais e econômicos. Esse padrão de uso estabelece um processo de deterioração da biodiversidade local, que, por conseguinte, pode prejudicar sua utilidade em diversas finalidades (COSTA; MEDEIROS, 2021).

Devido à sua importância no abastecimento da capital alagoana, o Rio Pratagy demanda atenção especial, encontrando-se, juntamente com outros cursos d'água do estado, em um estado acelerado de degradação. A bacia hidrográfica do Rio Pratagy tem enfrentado, ao longo dos anos, a supressão da vegetação original para dar lugar a canaviais, áreas de pecuária e conjuntos habitacionais (TOLEDO e FREIRE, 2014; LIMA, 2022). No estudo de Jesus (2021), que identificou as áreas mais vulneráveis à contaminação dos aquíferos na bacia do Rio Pratagy, ressaltou-se que fatores de grande influência incluem as baixas profundidades do lençol freático e a carência de saneamento adequado na região.

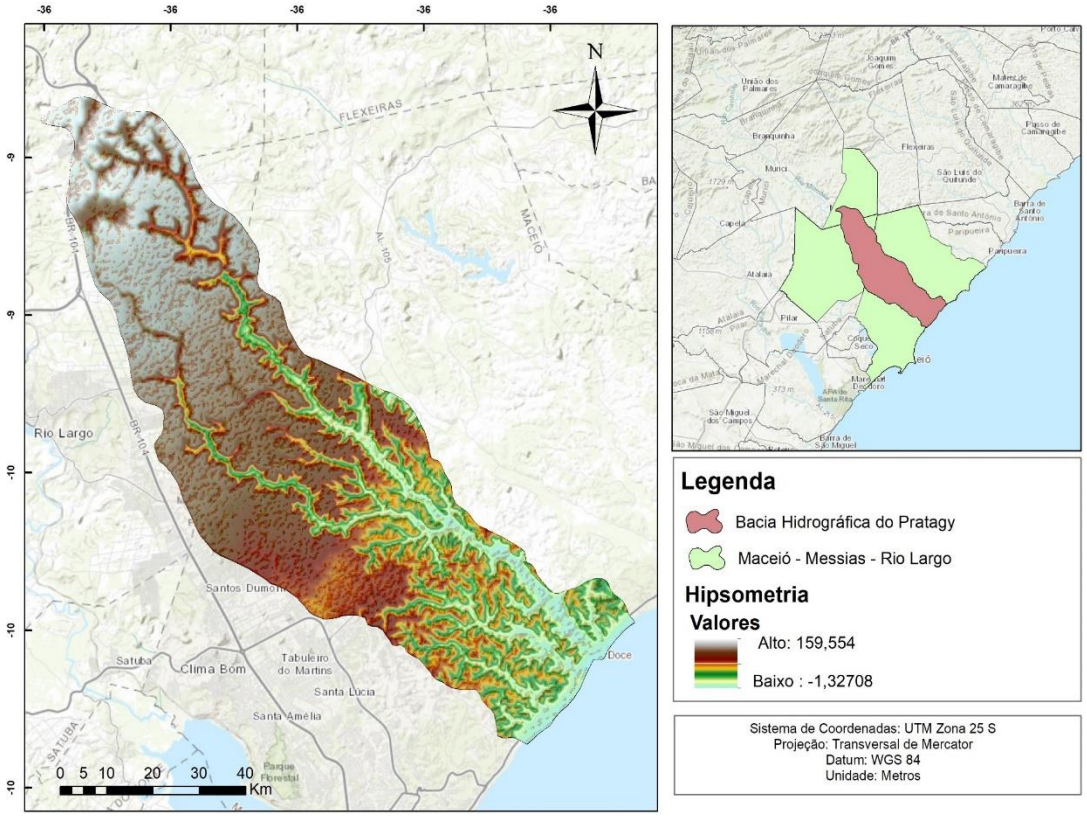
Nesse sentido, a análise da Bacia Hidrográfica do Rio Pratagy (BHRP), que se pretende realizar neste estudo, permitirá a observação de indícios declivosos, possibilitando um aprofundamento mais preciso do modelado, uma vez que as formas do relevo indicam a influência de ações exógenas, tais como clima, hidrologia, erosão e intemperismo. Para tanto, foram identificadas as morfoestruturas que correspondem aos agentes internos responsáveis pelas formas mais significativas do relevo (CORRÊA et al., 2010). Além disso, a morfoescultura envolve a relação entre os agentes externos, como os fatores climáticos, e o modelado. Essas morfoesculturas são originadas pela erosão diferencial que age sobre as

rochas (MONTEIRO, 2015). Dessa forma, o objetivo deste trabalho é o de identificar as feições geomorfológicas presentes na Bacia Hidrográfica do rio Pratagy para compreender a dinâmica da paisagem.

Caracterização da área

Conforme a Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos de Alagoas (SEMARH, 2005), a BHRP possui uma área de drenagem de 194,5 km², estando localizada na Região Hidrográfica Pratagy, nas redondezas de Maceió, capital do estado de Alagoas (Figura 1). A bacia é envolvida pelos municípios de Maceió (que compreende cerca de 60% da área), Messias (30%) e Rio Largo (11%). Com sua nascente no município de Messias, o rio Pratagy possui 31,2 km de extensão, com seu escoamento que percorre no sentido sudeste onde desemboca no Oceano Atlântico. A bacia do rio Pratagy é delimitada a oeste pelas bacias do rio Mundaú e do rio Camaragibe e a leste pela faixa litorânea (COSTA e REIS, 2007).

Figura 1 - Mapa de Localização da Bacia Hidrográfica do Pratagy.



Fonte: Os autores (2023).

Trata-se de uma bacia cujos recursos hídricos estão completamente sob o domínio do estado de Alagoas. Destaca-se que uma grande parte da cidade de Maceió é suprida por

fontes subterrâneas de água. A captação subterrânea representa cerca de 68% do abastecimento da cidade, incluindo poços que atendem a conjuntos habitacionais específicos ou estão ligados ao Sistema Pratagy, através do qual o Rio Pratagy contribui com aproximadamente 12% do fornecimento de água, garantindo o abastecimento dos bairros localizados em áreas mais baixas (LIMA, 2022).

A partir do ano de 1992, toda a bacia e mais uma faixa com largura de 1000 m (área de amortecimento) ao longo de todo seu divisor de águas constituiu a área de proteção Ambiental do Pratagy (APA), de domínio estadual. É importante ressaltar que a APA se constitui como um tipo de área protegida prevista na legislação brasileira como parte do Sistema Nacional de Unidades de Conservação, que corresponde a áreas em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotadas de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais. A APA do Pratagy é notavelmente impactada pelo desmatamento proveniente da cultura da cana-de-açúcar, uma prática comum na região de Alagoas, bem como pela ocupação desordenada nas margens do rio por comunidades ribeirinhas (IMA, 2015).

De acordo com o Projeto RADAMBRASIL de Floresta Ombrófila, existem manchas isoladas em algumas encostas íngremes e nos fundos de vales entalhados dos tabuleiros. Destaca também que o Pratagy é um rio perene e tem como afluente principal o Rio Messias. A vegetação original da bacia é a tradicional Mata Atlântica. A região ainda apresenta clima do tipo 'As' conforme a classificação de Köppen, além de compreender duas unidades geomorfológicas: os Tabuleiros Costeiros e a Planície Litorânea. Quanto aos solos, predominam o Latossolo Amarelo, os solos Hidromórficos e os sedimentos de Praia e Aluvião (TAVARES e FERREIRA NETO, 2017).

Aspectos Geológicos

O território da Bacia Hidrográfica do Rio Pratagy apresenta uma geologia dominada por características geológicas granulares, que compreendem a Formação Barreiras (ENb) e os Depósitos Litorâneos (Ql), bem como algumas fraturas (Fr). A Tabela 1 demonstra o percentual que cada característica corresponde na área da bacia. A Formação Barreiras, na forma de extensos tabuleiros costeiros, abrange parte do Maciço Pernambuco-Alagoas e a Bacia de Alagoas, sendo composta por arenito, conglomerado e argila (SEMARH, 2006; LIMA, 2022).

Tabela 1 - Percentual das características geológicas por área da bacia do rio Pratagy.

Característica Geológica	Área (Km^2)	Porcentagem
Fraturado	24,064	12,43%
Granular	169,527	87,57%

Fonte: Adaptada de Lima (2022).

O Depósito Litorâneo é composto por sedimentos recentes, incluindo aluvião, dunas, praia e mangues, que se estendem por toda a planície costeira e englobam materiais nos tamanhos de areia, argila, silte e cascalho. Por sua vez, o sistema fissural, também conhecido como cristalino, é caracterizado pela ausência ou reduzida presença de espaços intergranulares nas rochas, abrangendo todas as rochas cristalinas e cristalofilianas presentes no Maciço Pernambuco-Alagoas (SEMARH, 2006; LIMA, 2022).

Metodologia

Os procedimentos metodológicos tiveram como base uma revisão bibliográfica e o método da cartografia geomorfológica, tendo o intuito de analisar os trabalhos já existentes no Litoral e Zona da Mata em Alagoas. Posteriormente, foi realizada a construção do Modelo Digital do Terreno (MDT) da área de estudo, seguida da confecção do mapeamento dos modelos morfoestruturais e morfoesculturais. Com base nas metodologias existentes para a cartografia geomorfológica, pode-se definir a da Associação Internacional de Geomorfologia – AIG que utiliza os procedimentos metodológicos de Demek (1972). A nível de Brasil, dentro dos diversos métodos existentes, a do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2009) se destaca, pois é necessário padronizar as classificações de relevo, logo, o método do IBGE está embasado na proposta internacional de mapeamento geomorfológico. Assim, a metodologia utilizada segue as recomendações de Demek (1972), mapeando primeiro os maiores táxons do relevo (morfoestrutura) e posteriormente as feições que estão sofrendo ações dos fatores exógenos (morfoescultura).

Após estas análises, partiu-se para construção do MDT, sendo usado dados topográficos do o projeto Copernicus da Agência Espacial Europeia, possuindo resolução de 30x30 metros para ser utilizado em softwares de geoprocessamento, numa escala de 1:100.000. Nesse sentido, para determinar as feições morfoestruturais, deve-se relacionar os dados do contexto geológico, geomorfológico aliado a morfotectônica, hidrogeológica juntos aos mapas de isolinhas da área de estudo, utilizando o MDT para confecção da morfografia. Além do mapeamento geomorfológico, foram utilizados dados de geologia e declividade.

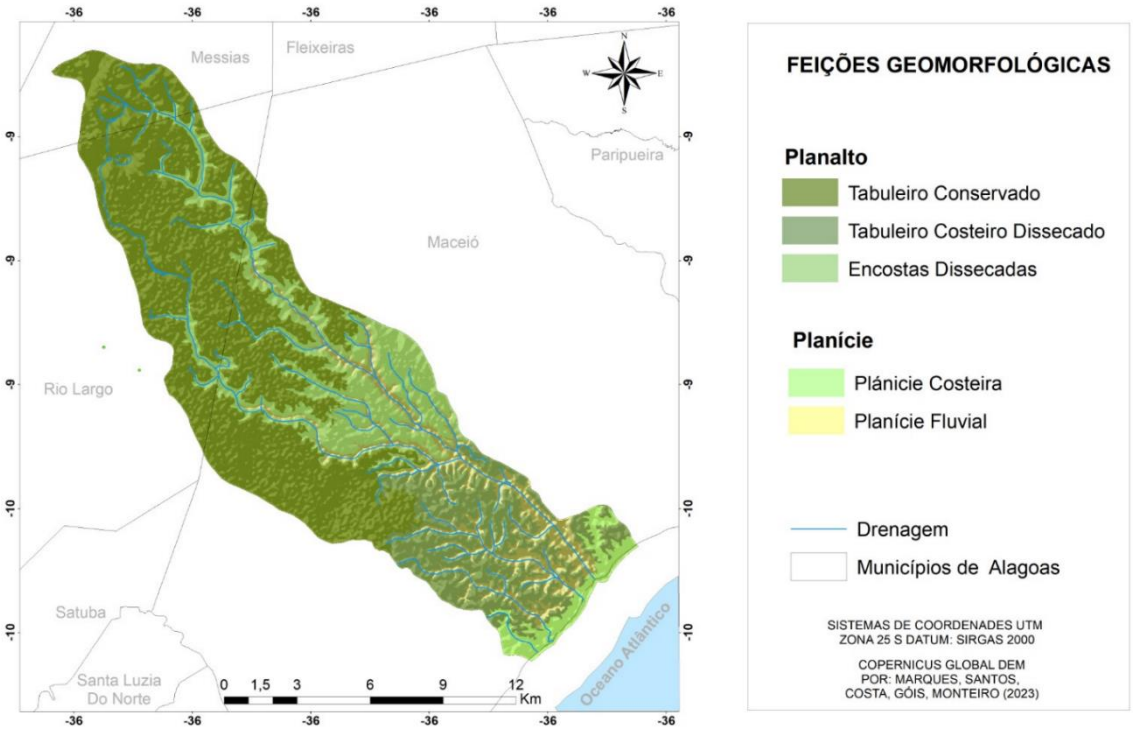
Resultados e discussão

Na BHRP foram identificadas três morfoestruturas (figura 2), caracterizado como planalto. A primeira feição corresponde tabuleiros conservados, com paisagens e umidade climáticas bem definidas. Ainda indicando topos planos até 200 metros e caracterizado pelo Grupo Barreiras. Na segunda feição tem os tabuleiros costeiros dissecados com os topos atingindo cerca de 160m. E a terceira e última feição, as encostas dissecadas, com a presença de muita sedimentação e vales que atualmente estão sendo alargados pela drenagem e com predominância da porção areia na granulometria dos materiais superficiais. Entretanto, são bem estruturado em sedimentos cenozóicos do grupo Barreiras, o que garante a morfoestrutura um aspecto plano com limites bem marcados.

No entanto, à medida que se afasta da dinâmica costeira, os processos de dissecação tendem a se comportar exclusivamente de acordo com o regime fluvial, o que ocasiona uma mudança nas características dos canais, os vales demonstram um aprofundamento do seu talvegue e os sedimentos que preenchem as reentrâncias possuem maior heterogeneidade no tamanho dos grãos. Então, são bem estruturado em sedimentos cenozóicos do grupo Barreiras, o que garante a morfoestrutura um aspecto plano com limites bem marcados.

Para as unidades morfoesculturais (figura 2), foram encontradas duas feições. A Planície Costeira interferindo diretamente na Planície Fluvial que em seu setor central, tem essa maior interferência fluvial, e já mais próximo a costa existe a ação costeira com mais intensidade. Outro aspecto relevante é possuir depósitos litorâneos pela ação eólica em areia e argila com aspecto predominante acamadada. Possuindo essa influência também devido sua área ser de baixa declividade. Além disso, dentro desta feição se destacam pontos de lazer para a população local e também para os turistas, sendo as praias Guaxuma e Sereia.

Figura 2 - Feições Geomorfológicas da Bacia Hidrográfica do Rio Pratagy em Alagoas.



Fonte: Autores, 2023.

Vale ressaltar que além das dinâmicas naturais para transformação do relevo, a área da bacia contém uma intensa atividade antrópica que contribui com o potencial erosivo destes setores, então, as partes adjacentes desprotegidas são menos resistentes e são mais erodidas, apesar de as planícies e encostas do tabuleiro costeiro compor uma Unidade de Conservação definida pela Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000, todas as morfologias identificadas sofrem influência dos diferentes tipos de uso.

Conclusão

Com base no que foi discutido no presente trabalho, é possível considerar que nas análises feitas na BHRP, apresentou-se duas feições geomorfológicas. Uma primeira e segunda feições foram encontrados nos planaltos, onde são os tabuleiros costeiros que se destacam como dissecados e conservados. Já nas outras feições identificadas na planície, encontrou-se as encostas e as planícies costeiras e fluviais, ênfase por possuir baixas declividades e alta ação dos fatores exógenos.

Neste sentido, pode-se enfatizar que as feições geomorfológicas sofrem por ações antrópicas, logo, o contexto urbano nas adjacências da BHRP influenciam diretamente nos processos, aumentando a intensidade do potencial erosivo em todo âmbito da área de estudo.

Dessa maneira, o estudo demonstrou um melhor entendimento da área estudada, de maneira que, a percepção da atuação e integração das dinâmicas da paisagem capacitaram o interesse no modo acadêmico e também no viés de planejamento territorial.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente (IGDEMA) e à Universidade Federal de Alagoas (UFAL) pelo suporte institucional à pesquisa realizada.

Referências

CAVALCANTI, L. C. S. Geossistemas no Estado de Alagoas: uma contribuição aos estudos da natureza em Geografia. 132 f. 2010. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2010.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. 2 ed. São Paulo: Edgar Blücher. 1980. 189 p. CORRÊA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D.

R. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto Da Borborema. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, v. 31. n. (1/2), p.35-52, 2010.

COSTA, N. B. da; MEDEIROS, P. R. P. . Variabilidade da precipitação no rio Paraíba do Meio (AL): influência na vazão e nas cargas de fósforo dissolvido. Boletim de Geografia, Maringá, v. 39, p. 86-105, 2021.

COSTA, V. C. da; REIS, R. S. Análise da Variabilidade Temporal de Qualidade da Água bruta e tratada na eta do Pratagy. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17., 2007, São Paulo. Anais [...]. São Paulo: AGB, 2007. p. 1-16.

DEMEK J. (ed). Manual of detailed geomorphological mapping. Praga, IGU, Comm Geomorph. Surv. Mapping, 1972.

FLORENZANO, T. G. (Org.) Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008. 318 p.

GOIS, L. S. D. S. Caracterização de materiais quaternários no ambiente de exceção em Mata Grande-AL.Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Pernambuco. Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. Manual Técnico de Geomorfologia. 2ª edição. Rio de Janeiro: Gerência de Biblioteca e Acervos Especiais, p.182.

IMA. INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE ALAGOAS. Apa do Pratagy. 2015. Disponível em: https://www2.ima.al.gov.br/unidades-de-conservacaos-publicas/uso-sustentavel/apa-do-pratagy/. Acesso em: 18 ago. 2023.

JESUS, I. da S. de. Análise do perigo à contaminação do aquífero compreendido pela Bacia Hidrográfica do Pratagy. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental e Sanitária) – Centro de Tecnologia. Universidade Federal de Alagoas, 2021.

LIMA, A. L. T. Adaptação metodológica para delimitação de áreas estratégicas de gestão dos recursos hídricos subterrâneos : estudo de caso da Bacia do Pratagy. 61 f. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2022.

MONTEIRO, K. A. Análise geomorfológica da escarpa oriental da Borborema a partir da aplicação de métodos morfométricos e análises estruturais. 222 f. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2015.

SAMPAIO, T. V. M.; AUGUSTIN, C. H. R. R. Índice de Concentração da Rugosidade: uma nova proposta metodológica para o mapeamento e quantificação da dissecação do relevo como subsídio a cartografia geomorfológica. Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, v.15, n.1, (Jan-Mar) p.47-60, 2014.

SANTOS, J. E. dos S. Superfícies de Aplainamento e Compartimentação Geomorfológica da Bacia do Rio Coruripe. 2020. 48 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Instituto de Geografia, Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020.

SEMARH. SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Plano Diretor da Região Hidrográfica Pratagy. COHIDRO. Alagoas, 2006.

SIRHESC. Sistema de informações de recursos hídricos de Santa Catarina. O que é uma bacia hidrográfica?. 2013. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/. Acesso em: 18 ago. 2023.

TAVARES, K. A. S.; FERREIRA NETO, J. V. Mapeamento da susceptibilidade erosiva na Bacia Hidrográfica do Rio Pratagy, Alagoas. Revista Contexto Geográfico, Maceió, v. 2, n. 4, p. 41-50, 2017.

TOLEDO, P. H. de O.; FREIRE, C. C. Mapeamento de áreas de risco para a qualidade das águas superficiais. In: XII SRHNE - SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 12., 2014, Natal. Anais [...]. Natal: ABHidro, 2014. p. 1-10.

Geomorfologia Do Alto Curso Da Bacia do Rio Itapecuru – MA

Geomorphology of the Upper Course of the Itapecuru River Basin - MA

Helen Niedja Ferreira dos Santos
Universidade Federal do Maranhão
https://orcid.org/0000-0002-0108-1178
niedjahelen1@gmail.com

Ana Célia Fidelis dos Santos
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0009-0004-1308-9160
celia6972@gmail.com

Deuzanir da Conceição Amorim
Universidade Estadual do Maranhão
https://orcid.org/0009-0009-8432-5016
deuzaniramorim@gmail.com

Perla do Nascimento Rocha
Universidade Federal do Maranhão
https://orcid.org/0009-0006-1484-2972
perla.ahcor@gmail.com

Resumo: O rio Itapecuru tem sua origem no centro-sul do estado do Maranhão, nasce entre as serras da Crueira, Alpercatas e Boa Vista, representando um dos principais rios do estado. O alvo desse estudo é caracterizar as feições geomorfológicas através de uma análise integrada dos componentes físicos da paisagem. Para a construção dessa pesquisa, a principal etapa realizada foi a revisão bibliográfica e o uso de técnicas de geoprocessamento para produção cartográfica e extração dos dados morfométricos. A área de estudo está inserida na Bacia Geológica do Parnaíba. As principais feições geomorfológicas foram classificadas como “chapadas e vãos do alto Itapecuru”, alçadas em cotas altimétricas de aproximadamente 600m, descritas principalmente como superfícies tabulares, vales abertos e amplos, seguindo alinhamentos estruturais onde verificam-se relevos dissecados. Espera-se que os dados extraídos nessa pesquisa possam trazer esclarecimentos sobre a configuração geomorfológica do alto curso do rio Itapecuru – MA e possa subsidiar futuras pesquisas.

Palavras-chaves: Geomorfologia, Relevo; Evolução; Rio Itapecuru; Maranhão.

Abstract: The Itapecuru River originates in the center-south of the state of Maranhão and flows between the Crueira, Alpercatas and Boa Vista mountain ranges, representing one of the state's main rivers. The aim of this study is to characterize the geomorphological features through an integrated analysis of the physical components of the landscape. In order to carry out this research, the main stage was a literature review and the use of geoprocessing techniques for cartographic production and the extraction of morphometric data. The study area is part of the Parnaíba Geological Basin. The main geomorphological features were classified as "plateaus and spans of the upper Itapecuru", at altimetric levels of approximately 600m, described mainly as tabular surfaces, open and wide valleys, following structural alignments where dissected reliefs can be seen. It is expected that the data extracted in this research can clarify the geomorphological configuration of the upper course of the river Itapecuru - MA and can support future research.

Keywords: Geomorphology; Relief; Evolution; Itapecuru River; Maranhão.

Introdução

A Geomorfologia é a ciência que estuda as formas da superfície terrestre, que é proveniente de uma dinâmica complexa de muitos elementos e relações. Entende-se que os estudos dessa ciência possuem uma perspectiva dinâmica, onde se inter-relacionam as

formas, os processos morfogenéticos passados, assim como aqueles que, atualmente, são responsáveis pela evolução das formas de relevo (PEDROSA, 2014).

Os estudos geomorfológicos, que focam na origem e evolução das feições geomorfológicas, são de grande relevância para o entendimento dos elementos que estruturam a paisagem contemporânea. Já que a paisagem, principalmente em sua componente geomorfológica, pode ser entendida como um testemunho no qual residem elementos que são evidências da formação daquela paisagem no passado (MISSURA, 2013).

Nesta perspectiva, as bacias hidrográficas são importantes meios de investigação, sobretudo no que se refere à configuração do relevo e ao padrão da rede de drenagem como testemunhos de um processo evolutivo da paisagem. A grande capacidade de erosão, transporte e deposição de sedimentos, faz com que os rios representem o mais importante agente transformador da paisagem, pois agem incessantemente transformando e modelando o relevo.

Diante disso, estabeleceu-se como objetivo desta pesquisa, caracterizar as feições geomorfológicas do alto curso da bacia do rio Itapecuru – MA, partindo da análise geológica e alguns índices morfométricos. Além disso, espera-se que a presente pesquisa contribua para o conhecimento da área em questão, que é descoberta de pesquisas, e as informações venham servir para o conhecimento da sociedade e para subsidiar futuras pesquisas.

Procedimentos metodológicos

O referencial teórico-metodológico desta pesquisa está fundamentado na Teoria Geral dos Sistemas, baseando-se na teoria Ecodinâmica de Tricart. O sistema é um conjunto dinâmico de fenômenos com relações mútuas, e permite adotar uma atitude dialética entre a necessidade da análise e a necessidade de uma visão de conjunto, sendo assim adequado para fornecer os conhecimentos básicos para uma atuação eficaz sobre os estudos sobre meio ambiente (TRICART, 1977).

Esta pesquisa partiu da revisão bibliográfica, documental e cartográficas de dados, publicações, livros e sites de órgãos governamentais. Para a análise espacial foi necessário utilizar de técnicas de Geoprocessamento e SIG’s para obtenção, tratamento e construção de dados cartográficos. O software utilizado para construção dos mapas temáticos foi o Qgis 2.22 (bialowieza), por ser gratuito e desenvolver as funções adequadas para os resultados almejados.

Foi realizado o levantamento de bases cartográficas da área de estudo em sites do Instituto de Geografia e Estatística (IBGE) e da Agência Nacional das Águas (ANA) para tratamento dos dados e geração de informação com o auxílio de um Sistema de Informação Geográfica (SIG). Os mapas temáticos foram gerados com o auxílio do software QGIS na

versão 3.22.4 (bialowieza), por ser gratuito e desenvolver as funções adequadas para os resultados almejados, utilizando a escala de 1:50.000, inserido na projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), adotando-se o Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS 2000). A drenagem foi vetorizada em escala de 1:10.000 por apresentar mais detalhes e representatividade para a área de estudo.

Para a delimitação dos compartimentos e análise dos dados morfométricos foi utilizado o Modelo Digital de Elevação - MDE da missão Shuttle Radar Topography Mission – SRTM (2000), com resolução espacial de 30 metros, disponíveis no Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil – TOPODATA. O MDE e outras tecnologias de geoprocessamento em ambientes de SIG são eficientes na obtenção e geração de resultados envolvendo delimitação automática de bacias hidrográficas.

Trentin e Robaina (2005) afirmam que o mapa hipsométrico tem fundamental importância na análise da energia do relevo, pois ele indica condições mais propícias à dissecação para áreas de maior altitude, e à acumulação para áreas de menor altitude. Os mapas de declividade e hipsometria foram extraídos através MDE com base nas imagens SRTM. Para a criação do mapa de hipsometria foram criadas dez classes de altitude, cada qual com 41 metros de amplitude, as quais são: 197-238; 238-280;280-322; 322-363;363-405; 405-446; 446-488; 488-529; 529-571; 571-612.

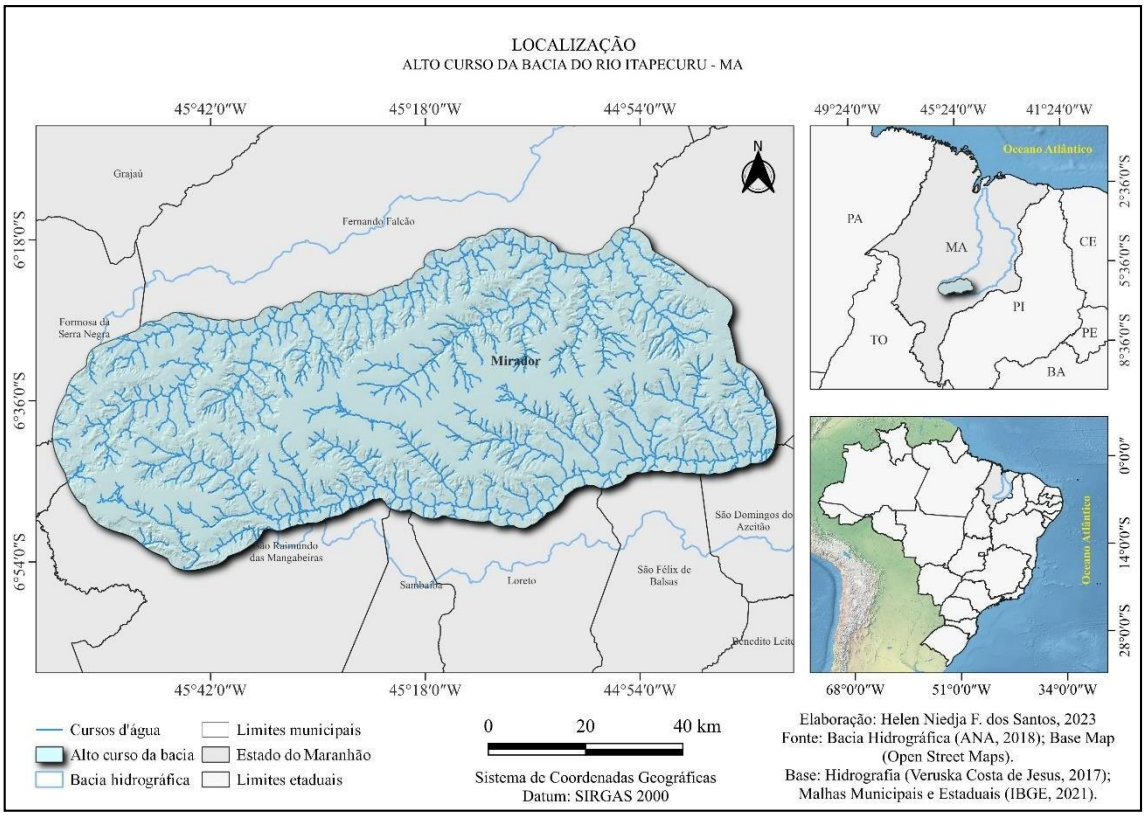
Os dados da declividade resultaram no mapa com seis classes de diferentes porcentagens de declive e características de relevo sendo: 0 - 3% (Plano); 3 - 8% (Suavemente ondulado); 8 - 20% (Ondulado); 20 - 45% (Fortemente ondulado); 45 - 75% (Montanhoso) e maior de 75% (Escarpado), que foram classificadas seguindo o modelo da Embrapa (1979).

Resultados e discussões

Caracterização da área

O alto curso do rio Itapecuru está localizado no Centro-Sul do Estado do Maranhão, no Nordeste brasileiro (Figura 1). De acordo com a divisão regional do IBGE (2017), a área de estudo localiza-se nas Regiões Geográficas Intermediárias de Presidente Dutra e Imperatriz, e nas Regiões Imediatas de Balsas e Colinas. O alto curso do rio Itapecuru compreende toda a bacia de contribuição a montante da cidade de Colinas - MA, onde recebe as águas de seu maior afluente, o rio Alpercatas, compreendendo também boa parte do Parque Estadual do Mirador.

Figura 1 - Localização do alto curo da bacia do rio Itapecuru – MA.



Fonte: As autoras (2023).

A área de estudo está parcialmente inserida no Parque Estadual do Mirador, apresenta vegetação característica de Cerrado e clima de transição de semiárido para semiúmido, com precipitações anuais de aproximadamente 1.200 ml, que ocorrem concentradas entre os meses de outubro e janeiro. No que corresponde aos aspectos de geologia e pedologia, o alto Itapecuru apresenta solos do tipo Latossolos Amarelos e Latossolos Vermelho-amarelos, sendo originados de formações geológicas do Grupo Barreiras, Itapecuru e Pedra de Fogo (ALCÂNTARA, 2004).

Segundo os estudos coordenados pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), essa região dispõe de um potencial subterrâneo de aproximadamente 2,28 bilhões de m3/ano (78% do potencial subterrâneo total) (Brasil, 2006). O escoamento subterrâneo representa cerca de 85% do escoamento geral, o que prova uma satisfatória reposição dos aquíferos na região do alto curso do Itapecuru, assegurando os deflúvios nos meses de estiagem com perdas mínimas (cerca de 15%) em relação ao período chuvoso (CODEVASF, 2019).

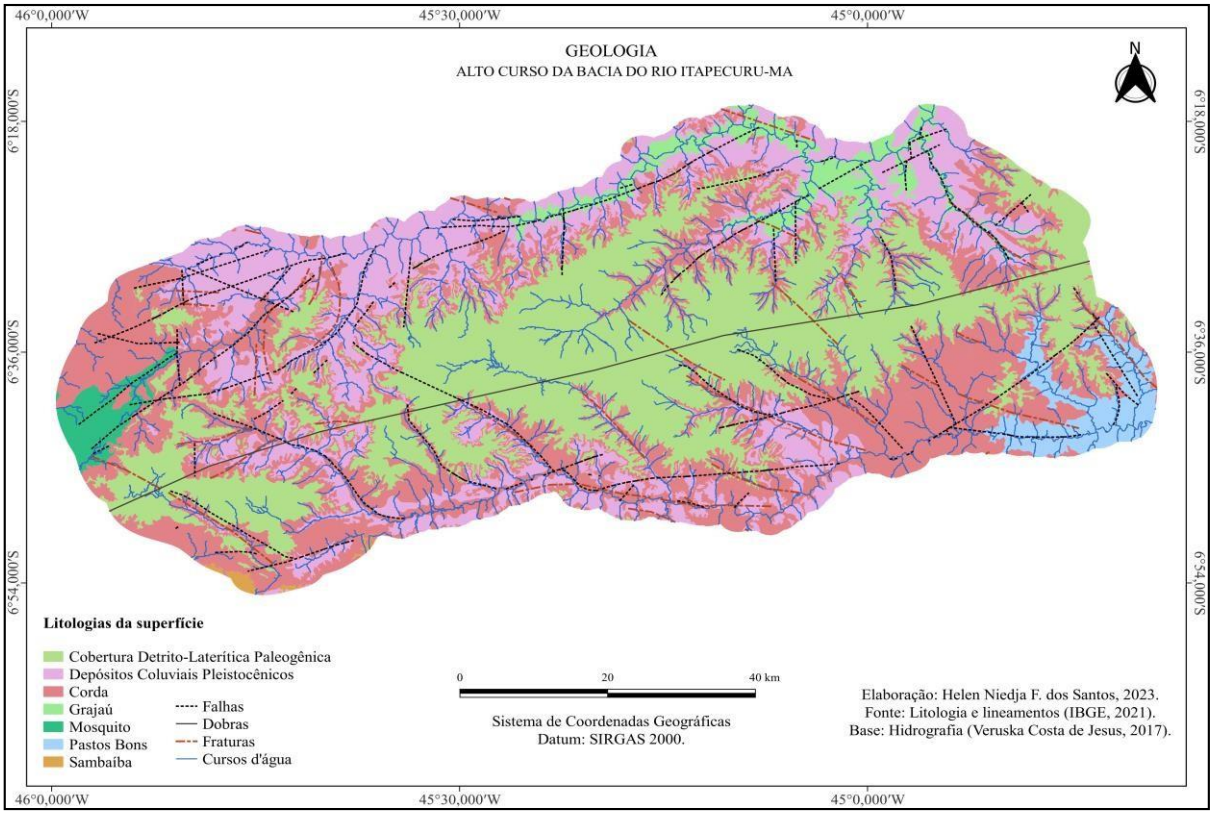
Essa região apresenta a melhor formação aquífera do Maranhão em função da alta porosidade e permeabilidade proporcionada pela significativa fração arenosa. Neste caso, o lençol freático é favorecido pelo seu tipo de rocha, por se tratar de uma região de rochas

sedimentares, essa condição permite uma expressiva infiltração que favorece um bom armazenamento e elevada potencialidade da exploração de águas subterrâneas.

Caracterização Geomorfológica

A área de estudo está inserida na Província Geológica do Parnaíba, que está localizada na plataforma Sul-Americana considerada uma bacia sedimentar intracratônica. Esta província situa-se na região Nordeste ocidental do Brasil, ocupa grandes áreas dos estados do Maranhão, Piauí, e pequenas áreas do Tocantins, Ceará e Pará, alongado na direção NE-SW.

Figura 2 - Geologia do alto curso do rio Itapecuru – MA.



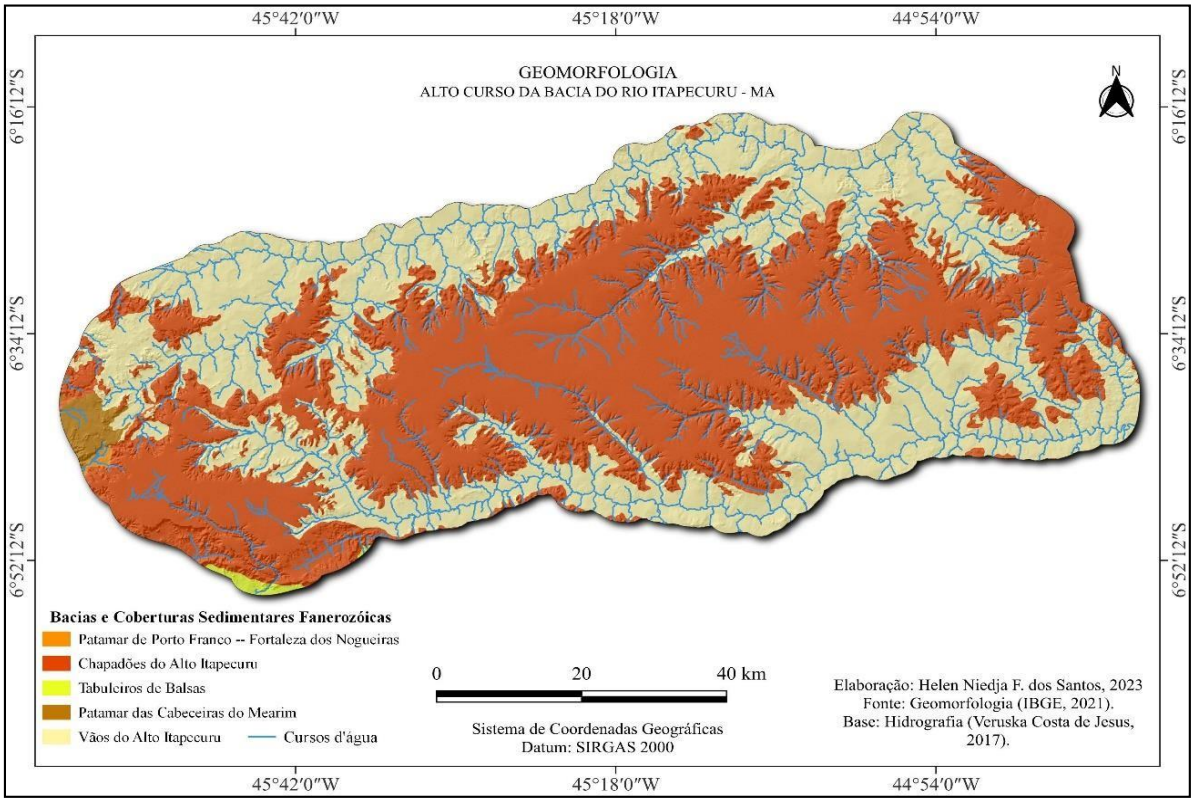
Fonte: As autoras (2023).

O terreno superficial maranhense é resultado de diferentes eras e períodos geológicos apresentando domínio sedimentar. Os sedimentos da região do alto curso do rio Itapecuru foram depositados entre o Jurássico (200Ma), Mesozoico (251 Ma) e o Cenozoico (5,3 Ma), onde o pacote principal compõe-se de várias formações areníticas – Grajaú (145,5 Ma), Corda (150 Ma), Sambaíba (251 Ma), Pastos Bons (aproximadamente 200Ma) e os derrames basálticos da Formação Mosquito (199,6 Ma), que ocorrem precisamente na região das cabeceiras dos rios Itapecuru e Alpercatas. Além dessas formações, existem as rochas

que cobrem o topo das chapadas que são denominadas de Cobertura Detrito-Laterítica Paleogênica e os depósitos coluvionares pleistocênicos (5,3 Ma).

O relevo do alto curso do rio Itapecuru é classificado como Chapadões do Alto Rio Itapecuru (IBGE, 2006), que corresponde a uma região de chapadas e vales que, especificamente, compreende uma região de topografia tabular sedimentar, correspondente a superfícies tabulares e sedimentares, alçadas em cotas altimétricas elevadas de aproximadamente 450 a 650 m.

Figura 3 - Geomorfologia do alto curso da bacia do rio Itapecuru.



Fonte: As autoras (2023).

As Chapadas do Alto Itapecuru preservam nos seus topos planos a essência deste relevo, devendo-se em parte à principal formação aflorante neste domínio, a Formação Corda com altos níveis silicificados, conferindo uma boa resistência ao intemperismo. Enquanto nas porções mais baixas (inferiores a 450m) ocorrem as areias médias, bem selecionadas da Formação Sambaíba. Nesta porção, as chapadas dão lugar a um relevo colinoso e nos vales são comuns os afloramentos de blocos de basalto rolados pertencentes à Formação Mosquito, que anteriormente se sobrepunham à Formação Sambaíba.

Para detalhamento deste relevo, os patamares altimétricos foram realizados por meio da carta hipsométrica, com curvas de nível de 41 em 41 m, detalhando o relevo diversificado.

As informações da área das classes altimétricas encontram-se na Tabela 1 e no mapa da Figura 4.

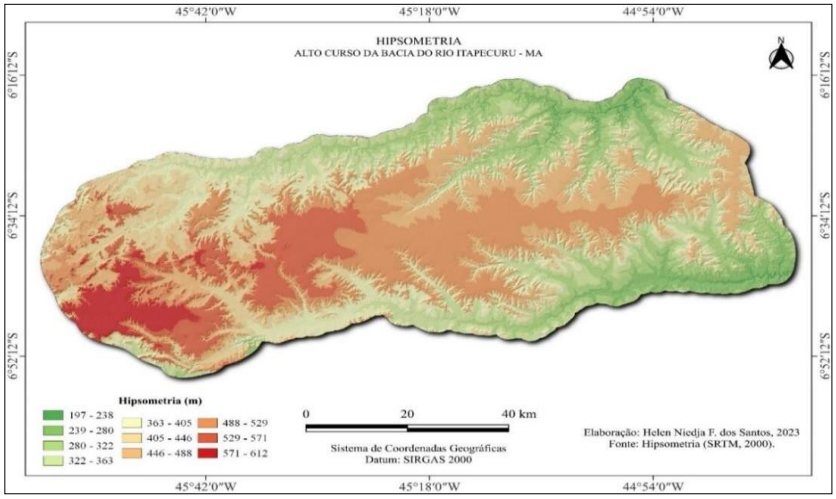
Tabela 1 - Área da bacia em cada classe altimétrica.

Altitude (m)	Área (Km²)	Área (%)
197-238	27.68798	0,41%
238-280	352.67239	5,34%
280-322	755.84869	11,45%
322-363	850.98065	12,90%
363-405	858.28174	13,01%
405-446	913.45210	13,84%
446-488	1201.90219	18,22%
488-529	1073.54875	16,28%
529-571	561.32394	8,51%
571-612	0.27444	0,04%
Total	659.597,288	100%

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A análise da carta hipsométrica do alto curso do rio Itapecuru demonstra questões importantes de influência de outros componentes revisados. Essa região possui altimetria mais elevada que atingem variações altimétricas acima de 600 m. Essas variações altimétricas ocorrem devido à grande quantidade de lineamentos estruturais, as falhas, fraturas e a dobra existente, que refletem em um relevo mais movimentado, deixando os rios e riachos encaixados em meio às escarpas, mas que apesar disso, seu entorno é formado por relevo com relativa planura.

Figura 4 - Mapa hipsométrico do alto curso da bacia do rio Itapecuru – MA.

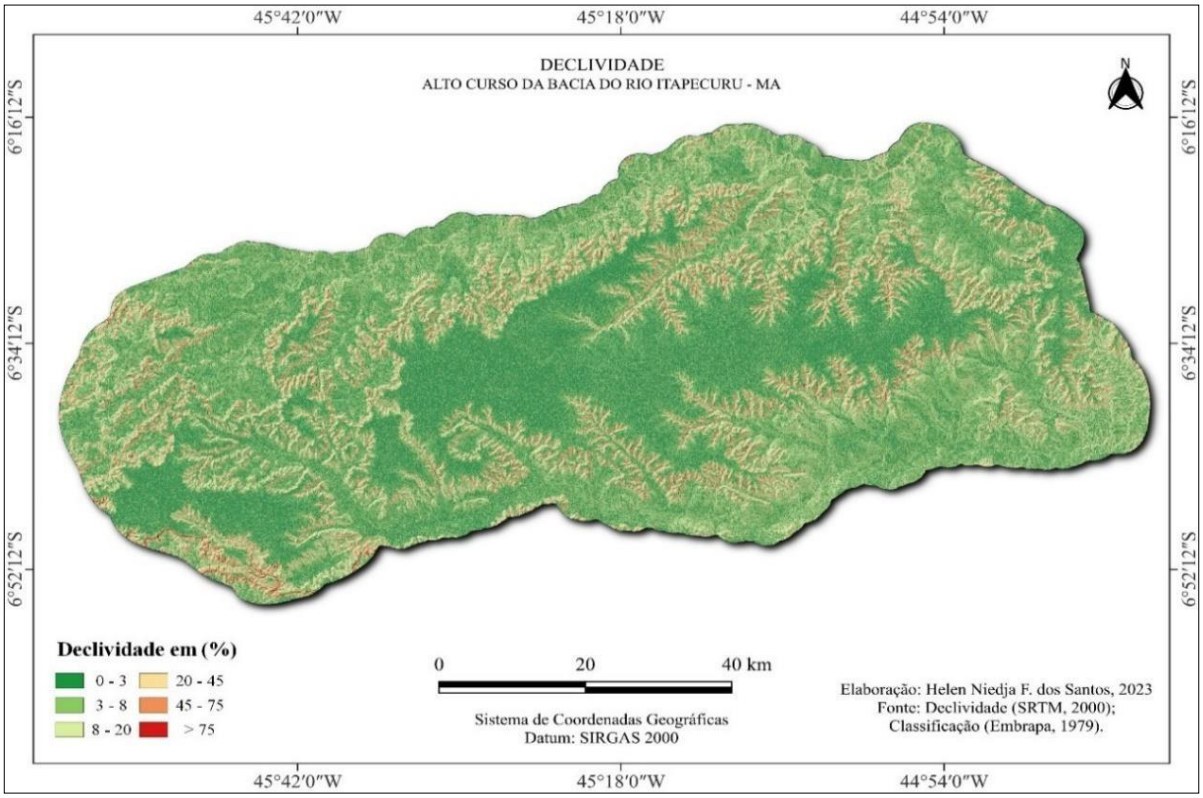


Fonte: As autoras (2023).

Na área onde estão situados os vãos do alto Itapecuru foi constatada pouca variação altimétrica, correspondendo 43,11% da bacia, principalmente por estar situada em superfícies planas ou suave onduladas, destacando-se como paisagem de superfície aplainada. A área dos degraus estruturais ou bordas erodidas da chapada apresenta 32,06% da área da bacia, com consideráveis variações altimétricas com média de 405 e 488 metros, restando as áreas mais elevadas da bacia com 24,83%, onde encontram-se os topos das chapadas do alto Itapecuru, com altitudes de até 612 metros.

Associada a avaliação morfométrica, a análise das classes de declividade do alto Itapecuru apresenta uma variedade de características na bacia, desde terrenos planos a muito acidentados. A Figura 5 apresenta o mapa de declividade e a Tabela 2 apresenta as informações associadas às classes de declividade da área de estudo.

Figura 5 - Declividade do alto curso da bacia do rio Itapecuru – MA.



Fonte: As autoras (2023).

O relevo ondulado, segundo Embrapa (1979), é caracterizado por superfície de topografia relativamente movimentada, constituída por conjunto de colinas média ou por vales encaixados. Já o relevo fortemente ondulado possui desníveis fortes, formadas por conjunto de morros, ou por superfície entrecortada por vales profundos. As classes de declividade de

45% a 75% e acima de 75% são recomendadas à manutenção da vegetação original, pois suas encostas são íngremes, proporcionando alto potencial de escoamento e de erosão, onde a vegetação é o elemento protetor e de conservação desses ambientes. O relevo nessas classes já é de aspecto montanhoso a escarpado e seus declives classificados como fortes a muito fortes (EMBRAPA, 2013).

Tabela 2 - Classes de declividade.

Declividade (%)	Relevo (Embrapa, 1979)	Área (km²)	Área (%)
0 – 3	Plano	215.750,957	31,6%
3 – 8	Suavemente Ondulado	273.742,396	40,1%
8 – 20	Ondulado	107.672,763	16%
20 – 45	Fortemente Ondulado	63.229,939	9,2%
45 – 75	Montanhoso	19.878,186	3%
> 75	Escarpado	1.140,285	0,1%
Total	-	681.414,526	100%

Fonte: As autoras (2023).

Constata-se que a paisagem do alto Itapecuru é composta predominantemente por formas suavemente onduladas (40,1 %) de declive de 3 - 8% e plana (31,6 %) de classe 0 - 3% seguido de 16 % e 9,2 % que estão em terreno ondulado e fortemente ondulado, restando 3% e 0,1% da área total para as formas montanhosas e escarpadas, sendo as classes de menor representatividade em extensão na região de estudo. As maiores declividades encontram-se nas bordas da chapada coincidentes com o entalhamento da drenagem.

Considerações finais

O quadro estrutural da região do alto curso do Itapecuru apresenta estruturas que são responsáveis pela existência de feições marcantes no relevo. Essas feições são conhecidas regionalmente como serras, entre elas estão as serras das Alpercatas, do Itapecuru e da Crueira, além das chapadas do Agreste e do Azeitão, que predominam e são descritas como uma região de topografia tabular sedimentar.

A dinâmica natural do rio Itapecuru cumpre com o seu trabalho de erosão, transporte e deposição, agindo continuamente na esculturação do relevo e modificação da paisagem. As atividades antrópicas com a presença da atividade agropecuária avançam no topo das chapadas, se aproximando de importantes áreas de recarga de aquíferos, como as nascentes

e matas ciliares, além de acelerarem os processos erosivos, que contribuem para a transformação da paisagem.

Esta pesquisa apesar de estar em etapa inicial é uma base para a continuação que abordará a evolução e a transformação da paisagem, o que complementará lacunas que precisam de informações e visibilidade na região do rio Itapecuru.

Agradecimentos

A presente pesquisa foi realizada com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Referências

ALCÂNTARA, E. H. Caracterização da bacia hidrográfica do rio Itapecuru, Maranhão, Brasil. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 7, n. 11, p. 97-113, fev. 2004.

BIGARELLA, J. J. Estrutura e Origem das Paisagens Tropicais e Subtropicais. Editora da UFSC, Florianópolis, vol. 3, p. 877-1436. 2003.

CHRISTOFOLETTI, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo: Edgard Blücher, 1999. p. 186.

CODEVASF. Plano Nascente Itapecuru: plano de preservação e recuperação de nascentes da bacia hidrográfica do rio Itapecuru. Brasília: Codevasf, 2019.

INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Divisão regional do Brasil em regiões geográficas imediatas e intermediárias: 2017. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2100600. Acesso em: 18 de agosto de 2023.

INSTITUTO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Geomorfologia por estado. https://ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-estaduais/16028-geomorfologia-do-estado-de-ro-rr-to-ac-am-ma-mt-e-pa.html?=&t=downloads. Acesso em: 23 de julho de 2023.

MISSURA, R. Bacia do Riacho Pioré - PE, Análise Morfotectônica e Morfoestratigráfica. 2013. 196 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

PEDROSA, A. S. A geomorfologia perante a ciência geográfica: algumas reflexões. Rev. Sociedade e natureza, 26 (3), Uberlândia, 2014.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. de S. Metodologia para mapeamento geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, 11., 2005, São Paulo. Anais... São Paulo: Ed. da USP, 2005. p. 3606-3615

TRICART, J. Ecodinâmica. IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, Rio de Janeiro, 1977.

VITTE, A. C. Por uma Geografia híbrida: ensaios sobre os mundos as naturezas e as culturas. 1ª ed. Curitiba, PR: CRV, 2011.

Caracterização Geológica do Município de Santa Filomena (PE): contribuição para os estudos da paisagem geomorfológica

Geological Characterization of the Municipality of Santa Filomena (PE)

Elioenai Gomes Freire Silva
Universidade de Pernambuco, UPE-Petrolina
0000-0002-9246-5336
elioenai.gomes@outlook.com.br

Luiz Henrique de Barros Lyra
Universidade de Pernambuco, UPE-Petrolina
0000-0003-3729-7023
luizhenrique.lyra@upe.br

Resumo: A geografia é dotada de um conjunto de categorias que permitem a análise do espaço geográfico, destacando-se a paisagem. A ciência geomorfológica compreende a paisagem geomorfológica visando à compreensão dos processos genéticos e evolutivos que constituem as formas e feições atuais no tempo geológico. Portanto, procedemos uma pesquisa de cunho exploratório, através de levantamento bibliográfico, de modo a identificar os eventos morfotectônicos que modelaram o município de Santa Filomena, sertão de Pernambuco. Os resultados demostram duas unidades litoestratigráficas de maior representatividade dos processos morfogenéticos da litosfera da plataforma sul-americana, conservadas na paisagem da área de estudo, o Complexo de Santa Filomena, associado ao movimento colisional do Orógeno Riacho do Pontal, porção sul da Borborema, ao longo do proterozóico; e a Formação Exu e Santana, relevo residual da Chapada do Araripe, associado ao processo *rifte valley* na fragmentação do Gondwanna.

Palavras-chave: Paisagem Geomorfológica; Geomorfologia estrutural; Sertão Nordestino.

Abstract: Geography is endowed with a set of categories that allow the analysis of geographic space, highlighting the landscape. Geomorphological science understands the geomorphological landscape to understand the genetic and evolutionary processes that constitute the current forms and features in deep geological time. Therefore, we conducted exploratory research, through a bibliographic survey in order to identify the morphotectonic events that shaped the municipality of Santa Filomena, sertão de Pernambuco. Our results show two lithostratigraphic units of greater representativeness of the morphogenetic processes of the lithosphere of the South American platform, preserved in the landscape of the study area, the Santa Filomena Complex, associated with the collisional movement of the Riacho do Pontal Orogen, southern portion of Borborema, along the Proterozoic; Exu and Santana Formation, residual relief of Chapada do Araripe, associated with the rift valley process in the fragmentation of Gondwana.

Keywords: Geomorphological Landscape; Structural Geomorphology; Northeastern Backlands.

Introdução

A paisagem é sobremaneira uma das categorias fundamentais ou analíticas da geografia, dando-lhe suporte metodológico, contudo a sua essência polissêmica vem sendo discutida por diversas vertentes epistêmicas. Venturi (2018) expõe uma série de contra argumentações da “paisagem” simplesmente associada ao atributo do visível, isto é limitado ao campo de visão do pesquisador, constituindo-se de uma visão vaga e simplista. Ressalta, no entanto, uma compreensão dinâmica e integrada dos processos evolutivos.

A geografia, portanto, dotada desta categoria é a única ciência correspondente ao campo das Ciências da Terra e Sociais, validando o espaço construído em sociedade e a morfogênese abiótica, isto é, dos aspectos geológicos e climatológicos. (CONTI, 2002). Nota-se, o grau de complexidade desta análise, todavia essencial para os estudos de caso que se proponham a entender e mitigar impactos negativos da dinâmica natural que pode vir a ser potencializada por relações antrópicas predatórias e devastadoras.

Para o estudo desta complexa dinâmica natural e ação antrópica, alicerçado à problemática ambiental, desponta como campo de atuação para a geografia. Majoritariamente, a natureza metodológica desses trabalhados é alicerçado em análises geossistêmicas, todavia, a sistematização dos componentes naturais por muitas vezes insere-se em descrições das características físicas, que carecem de procedimentos e parâmetros metodológicos que comprovem a sua relevância na dinâmica da paisagem. (CLAUDINO-SALES, 2004). Logo, os estudos sistêmicos generalizam os componentes ambientais e suprimem a escala temporal dos fenômenos, é insuficiente para a compreensão e evolução da paisagem geomorfológica.

A região semiárida brasileira corresponde 12% do território nacional (SUDENE 2017), delimitada por critérios naturais em destaque níveis de precipitação média anual inferiores à 800 mm, déficit hídrico e índices de aridez. Para além dos atributos físicos, pode-se estudar a região a parit da categoria de análise como “Região sertaneja” ou “Sertão” um território complexo, com “camadas de percepções e delimitações construídas e ressignificadas ao longo do tempo” (PEREIRA, 2023, p. 3).

A complexidade desta região também é expressa em sua configuração. A paisagem geomorfológica do semiárido brasileira é composta pela depressão sertaneja, configuração de relevo dissecado, evoluindo de formas levemente onduladas e planas, esculpida no escudo cristalino da plataforma cratônica rebaixada da Placa Sul- Americana. As feições geomorfológicas estão associadas à prevalência dos processos denudacionais sobre os agradacionais. Conforme Xavier (2021), apesar preponderâncias dos processos erosivos regidos por condicionantes climáticos e hídricos, os fatores litoestruturais exercem influência nestas atividades, visto que apresentam distintas composições mineralógicas, portanto diferem em resistência.

Neste sentido, Corrêa, et. al. (2010) estabelece que muitos estudos acerca do entendimento do relevo nordestino possuem uma abordagem que privilegiam os componentes exógenos em razão dos componentes endógenos e seus aspectos morfogenéticos. Logo, cabe aos estudos geomorfológicos apropriar-se dos mecanismos estruturantes, identificar suas litologias de modo a contribuir para o entendimento da evolução das paisagens.

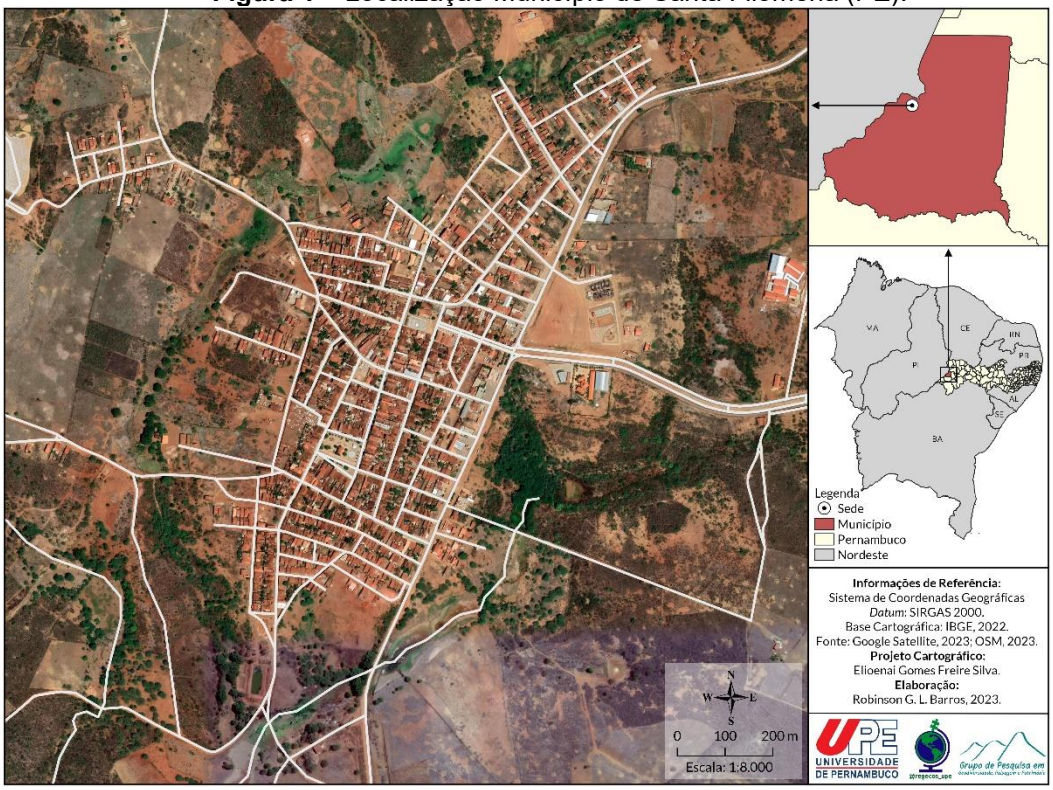
Para o estudo da paisagem geomorfológica, é necessária a compreensão dos processos dinâmicos endógenos e exógenos da superfície do planeta Terra que resultam em um relevo, que estão distribuídos em diferentes escalas de tempo e espaço (GUERRA; MARÇAL, 2018). Portanto estudar o relevo em sua gênese e funcionamento, requer um entendimento profundo em toda a sua dinâmica litosférica ao longo do tempo geológico, pressupondo reconhecer as inter-relações entre as feições geomorfológicas e as suas unidades morfoestruturais (MOURA-FÉ, 2019).

Deste modo, é pretendido neste trabalho de cunho exploratório, contribuir com os estudos de paisagem geomorfológica do semiárido brasileiro, produtos dos intensos processos tectônicos que configuraram a plataforma sul-americana, assim sendo nossa área de estudo é delimitada pelo município de Santa Filomena (PE), que dá por sequência as etapa de pesquisa de trabalho de conclusão de curso, visando a compartimentação geomorfológica da área, portanto preconiza a identificação dos controles litoestratigráficos da paisagem.

Área de Estudo

O município de Santa Filomena (Figura 1), Sertão de Pernambuco, localizado entre a Latitude: 8° 9' 48" S e Longitude: 40° 36' 59" W, situa-se no extremo oeste do Estado de Pernambuco, divisa com o Estado do Piauí, com uma área territorial de 1.005,341km², ocupando a posição de 28° maior município do Estado.

Figura 1 – Localização Município de Santa Filomena (PE).



Fonte: Os autores, (2023).

Aspectos Sociais

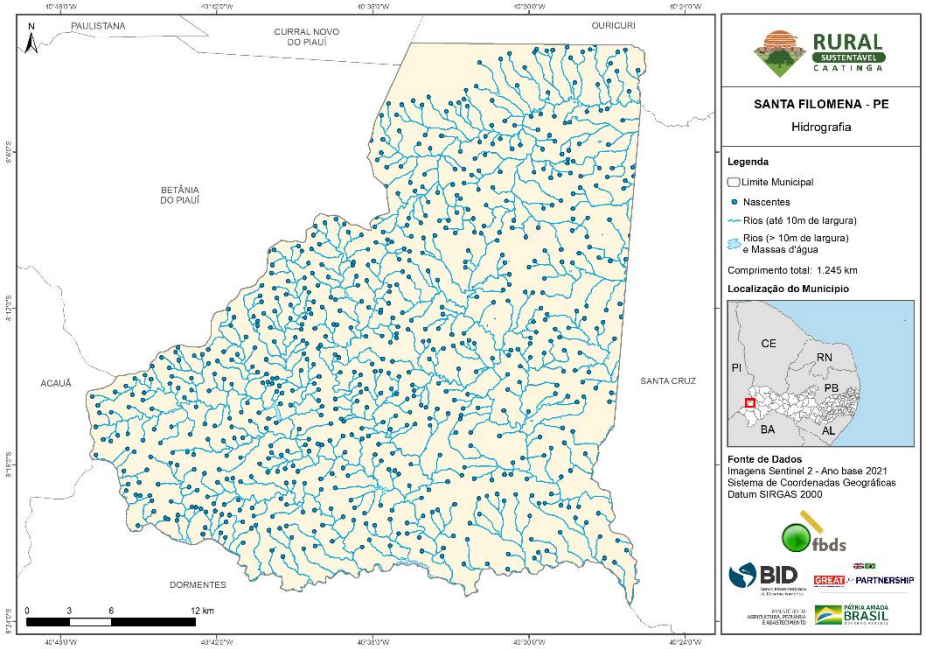
De acordo com o último censo demográfico (IBGE, 2022), Santa Filomena tem 12.106 habitantes, apresentando uma das menores densidades demográficas de Pernambuco. Ainda de acordo com os dados do IBGE (2020), a principal atividade econômica do município é proveniente da Administração, Defesa, Educação e Seguridade Social, isto é, a esfera pública, aproximadamente 62,3% das receitas. O setor de serviços ocupa o segundo lugar (21,3%); já o setor agropecuário (12,4%) e industrial (4%), o terceiro e último lugar.

Aspectos Físicos

A área de estudo é denominada como pertencente ao domínio morfoclimático da caatinga, contudo devido à insuficiência de dados locais, o regime climático é o mesmo do Tropical Zonal Equatorial da região imediata de Araripina, com pluviosidade média anual inferior aos 800 mm e irregularidade de chuvas, concentradas nos meses de verão e seca durante o inverno.

Geologicamente, inserida no escudo cristalino e compartimentada como depressão sertaneja, o município é situado na bacia hidrográfica do Rio São Francisco hidrográfica (Sub-bacia Brígida). O comportamento climático, associado com a rede hidrográfica (Figura 2 constituída por rios/riachos intermitentes e vazões fracas, revelam uma dependência de águas subterrâneas, que devido a estrutura cristalina apresenta baixo potencial hidrogeológico, (TAVARES; GUIMARÃES; ANTUNES, 2018), em relatório reforçam indícios de reservatórios hídricos subterrâneos na formação Exu que aflora na unidade de relevo Serra do Inácio, devido a sua porosidade. (DNPM, 1996)

Figura 2 – Rede Hidrográfica de Santa Filomena (PE).



Extraído de: Tavares; Guimarães; Antunes, 2018.

Percurso Metodológico

Portanto, para alcançar os objetivos desta pesquisa foi necessário identificar as estruturas litológicas que compõe o contexto formativo e estrutural do município de Santa Filomena (PE), a partir de um levantamento bibliográfico de trabalhos sobre a evolução geológica e reconstrução paleocontinental pré-cambriana, destacando a compartimentação do Cráton do São Francisco e da Província da Borborema. De forma concomitante, se realizou o levantamento cartográfico consultando SIGs do Mapa da Geodiversidade do Estado de Pernambuco e o Mapa Geológico do Oeste do Estado de Pernambuco.

Para representação cartográfica, foram coletados dados do projeto SRTM, que foram adquiridas no USGS (serviço geológico dos estados unidos), processados no software livre QGIS versão 3.16.14-Hannove.

Resultados

Litologicamente, a área do município de Santa Filomena é recortada por seis domínios geológicos: Sedimentares Proterozóicas; Complexos granitoides intensamente deformados; ortognaisses; Domínio das sequências vulcanossedimentares proterozoicas dobradas, metamorfizadas de baixo a alto grau; Complexos gnaisse-migmatíticos e granulitos; Sedimentos cenozoicos e/ou mesozoicos, pouco a moderamente consolidados e Sedimentos indiferenciados do Cenozóico, retrabalhamento de outras rochas. (Tabela 1).

Entretanto, a escala em que os domínios geológicos estão representados, são da ordem de 1:500.000, portanto marcado por generalidades que podem não condizer com a estrutura geológica da nossa área de estudo. No entanto, os litotipos rochosos identificados compreendem a natureza litoestratigráfica regional, extraída do “Mapa Geológico do Oeste Pernambuco” representa as unidades litológicas na escala de 1:250.000, contribuindo para melhor compreensão das morfoestruturas do relevo de Santa Filomena.

Tabela 1 – Tabela Síntese Litoestratigrafia

Domínio	Unidade	Descrição
I	1. Fm. Mandacaru	1. Niveís de muscovita quartizito; Predomínio de metassedimentos síltico-argilosos, representados por xistos com níveis de quartzitos Aspecto: Xistosa.
	2. Granitoides indiscriminados.	2. Ortognaisse diversos; Granitoides peraluminosos. Ex.: Sienogranitos, monzogranitos, granodioritos etc. Aspecto: Gnaíssica.

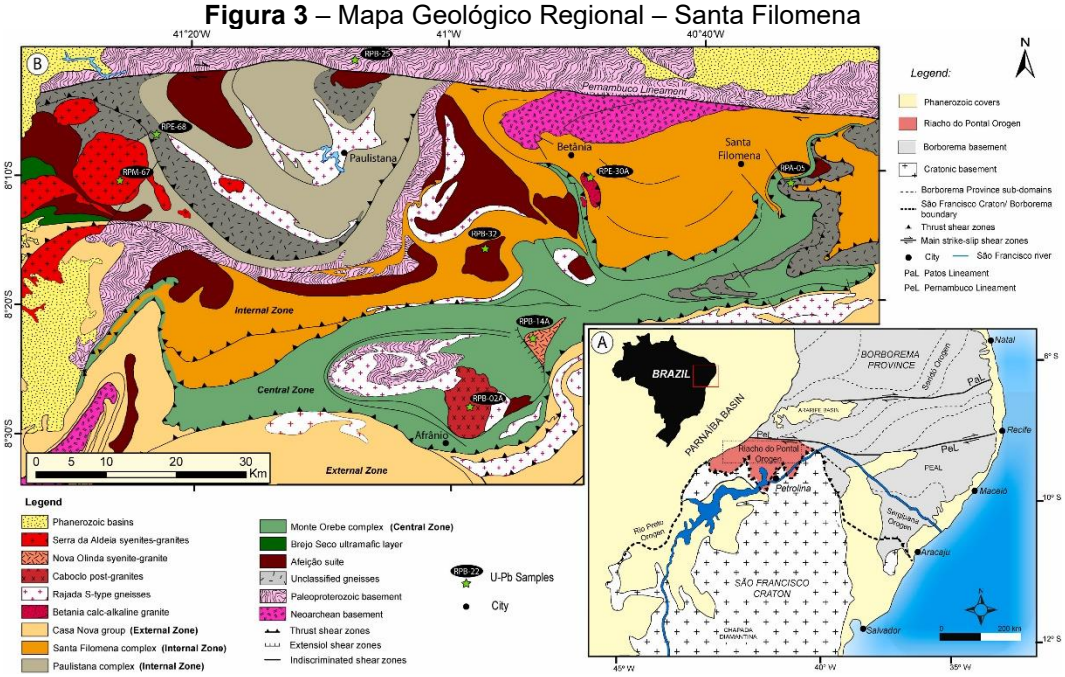
II	3. Rajada.	Biotita-muscovita ortognaisse tonalítico a sienogranítico, metaluminoso a peraluminoso; Granitoides peraluminosos.: Aspecto: Gnáissica;
III	4. Cpx. Monte Orebe 1.	Metamafito xistificado, quartzito, metachert e metaultramafito; Predomínio de rochas metabásicas e metaultramáficas; Aspecto: Acabamento magmático.
	5. Cpx. Monte Orebe 3.	Cordierita-cianita-estaurolita-muscovita-quartzo xisto e quartzito; Indiferenciado; Aspecto: Gnaíssico.
	6. Cpx. Monte Orebe 4.	Metagrauvaca; Metacherts, metarenitos e/ou metapelitos. Aspecto: Maciça/Acamadada
	7 Cpx. Santa Filomena.	Muscovita-biotita xisto granadífero; Predomínio de metassedimentos síltico-argilosos, representados por xistos. Aspecto: Xistosa.
IV	8. Afeição – Plúton sem denominação	Granada-biotita ortognaisses, granodiorítico e monzogranítico, porfiroclásticos, calcialcalinos, peraluminosos; Séries graníticas subalcalinas: calcialcalinas (baixo, médio e alto-K) e toleíticas; Aspecto: Gnaíssica.
	9. Suíte granodiorítica do Fragmento Icaiçara	Ortognaisse granodiorítico a monzodiorítico; Predomínio de gnaisses paraderivados. Podem conter porções migmatíticas; Aspecto: Indefinido.
V	10. Fm. Santana.	Folhelho, calcário, argilito, marga e evaporito (marinho e estuarino); Predomínio de calcário e sedimentos síltico-argilosos. Aspecto: Estratificada/Biogênica.
	11. Fm. Exu.	Arenito caulínico, siltito e conglomerados (fluvial entrelaçado); Predomínio de sedimentos arenosos. Aspecto: Estratificada.
VI	12. Dois Irmãos	Arenito, conglomerado e pavimento seixoso lateritizado; Relacionado a sedimentos retrabalhados de outras rochas – Coberturas arenoconglomeráticas e/ou síltico-argilosas associadas a superfícies de aplainamento. Aspecto: Estratificada.

Fonte: Adaptado de SBG/CPRM (2017). Elabora pelo autor. (2023)

É observada a ocorrência de litotipos metamorfizados em diferentes graus, exceto pela Formação Santana, Exu e Dois Irmãos, visto que são produtos do contexto formativo policinclinal das bacias interiores do nordeste brasileiro, preenchidas por coberturas sedimentares fanerozóicas e soerguidas por epirogenia (ALCANTARA, TORRES E LIMA, 2014), conservando registros da intensa história evolutiva da Terra.

O contexto geológico em que está situado o município de Santa Filomena (Figura 3) marcada pela Província da Borborema, caracterizada como unidade geoambiental da depressão sertaneja, compostas por rochas pré-cambrianas correspondentes ao embasamento/cristalino, contudo estudos, como o de Caxito (2013) referentes à evolução geológica, apresenta intensos processos tectônicos de alta complexidade, compreendendo o ORP – Riacho do Pontal Orógeno, ao sul da Borborema e recortada ao norte pela ZE (Zona de Cisalhamento de Pernambuco), resultando numa diversidade lito-estratigráfica de rochas metamórficas de baixo à alto grau de alteração e dobramentos, como também uma unidade de relevo residual dos processos de *rifte* que fragmentaram o Gondwana (ASSINE, 2007).

Figura 3 – Mapa Geológico Regional – Santa Filomena



Fonte: Extraído de Amaral, W. et al., 2023. Adaptado de Caxito, F., 2016

Estes processos tectônicos estão associados ao contexto formativo policinclinal das bacias interiores do nordeste brasileiro, preenchidas por coberturas sedimentares fanerozóicas e soerguidas por epirogenia (ALCANTARA, LIMA, TORRES, 2014), evidenciado pela análise litoestratigráfica como Bacia Socorro-Santo Inácio, originada pela supersequência pós-rifte II, membro da formação Exu, que também compõe a estratigrafia da Chapada do Aripe, composta por arenitos fluviais variáveis de arenoso a argilo-siltoso e traços de fósseis que, no entanto, não possuem valor cronoestratigráfico, contudo há registro de

mudanças dos padrões de fluxo de paleocorrentes após a epirogenia, alterando o fluxo para Bacia do Richa do Pontal ao sul, para a Bacia do Rio Parnaíba ao oeste. (ASSINE. 2007)

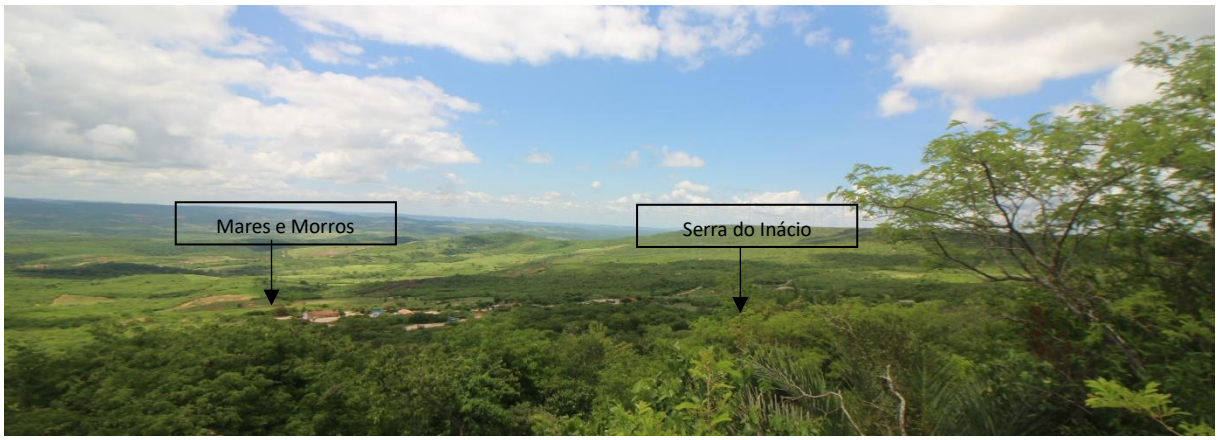
A gênese da Borborema, de acordo com Santos et. al. (2021), já é estabelecida no final do Neoproterozóico, final do ciclo brasiliano, contudo ainda há debates acerca de sua evolução geológica e gemorfológica (BRITO NEVES, B. B., et al. 2000; CORREA, A. C. B., et al., 2010), tendo em vista sua importância para o entendimento da evolução supracrustal do supercontinente Gondwana. Entretanto, é ao longo do brasiliano orogenético que o ORP é desenvolvido, a partir da fusão/impacto dos núcleos arqueanos, evidenciado por Trompette/Caby (1994), a partir dos registros litoestratigráficos que demonstram a ocorrência de meta-sedimentos e zonas de cisalhamento, indicando um ambiente com intenso metamorfismo.

A relevância do Orógeno Riacho do Pontal (ORP) resulta dos poucos exemplos de sistemas orogenéticos pré-cambrianos conservados no mundo que contém evidências do Ciclo de Wilson completo e uma das áreas menos pesquisadas da Província da Borborema (CAXITO, et. al., 2016). Para melhor compreensão da dinâmica evolutiva, Caxito (2013) subdivide o ORP em três zonas caracterizadas: Interna - por abundantes suítes de afeição, fatias de embasamento migmatítico altamente retrabalhadas e unidades metassedimentares com grandes contribuições vulcânicas; Central - por deformações complexas envolvendo impulsos de vergência sul e sistemas de zona de cisalhamento e Externa - por sistema de nappe de orientação sul composto pelas rochas supracrustais do Grupo Casa Nova. (GOMES; VASCONCELOS, 1991).

Santa Filomena está localizada na zona interna do ORP (ver figura 3), predominando o Complexo Santa Filomena, um conjunto de sequência meta-vulcano-sedimentares de xistos de biotita-muscovita, plagioclásio, quartzo, muscovita intercalados com paragnaisses e associada com as suítes de afeição pós-colisionais (AMARAL, et. al., 2017) que em reconstrução geoquímica corresponderiam as margens passivas do paleocontinente e o retrabalhamento do assoalho oceânico. (CAXITO, et. al. 2014). Contudo, ao final do ciclo orogenético brasiliano, foram formadas as primeiras bacias de coberturas fanerozóicas marcadas por rifiteamento e formações de grabens nas porções oeste do supercontinente, submetendo a crosta à um afinamento e reativação tectônica que incidiram na fragmentação do Gondwanna,.

A intensa história geológica que compõe o quadro natural físico da região é verificada na compartimentação geomorfológica do município (Figura 3) em Chapadas e Platôs, Domínios de Morros e de Serras Baixas; Escarpas Serranas; Superfícies Aplainadas Conservadas e Degradadas (CPRM, 2017).

Figura 3 – Vista panorâmica da paisagem com aspetos do relevo de Santa Filomena (PE).



Fonte: Os autores (2023).

A geomorfologia do munícipio carece de trabalhos detalhados de mapeamento para estabelecer as unidades de relevos e seus respectivos processos morfogenéticos, contudo, Silva e Lyra (2022), caracterizaram a unidade de relevo de maior elevação e extensão, a Serra do Inácio, divisa entre os estados de Pernambuco e Piauí, constituindo-se como relevo residual da Chapada do Araripe, associado às formações de Exu e Santana.

Os processos morfotectônicos compreensionais devido a colisão entre os núcleos arqueanos do ORP, descritos anteriormente, resultaram no domínio de morros e serras baixas, com predomínio litológico de muscovita biotita xisto (Cpx. Santa Filomena), com topografia suave, de aspecto “mamemolares”.

Considerações Finais

A paisagem geomorfológica preocupa-se em compreender os processos morfogenéticos dos relevos que constituem as feições e formas atuais em sua dinâmica evolutiva no tempo e no espaço, portanto é necessário para todo o trabalho de natureza geomorfológica entender o papel do controle tectônico na compartimentação do relevo, em destaque nos estudos no sertão nordestino, evidenciado por uma complexa inter-relação entre os fatores endógenos e exógenos.

O município de Santa Filomena conserva em seu relevo uma evolução dinâmica da litosfera, marcada por dois grandes eventos tectônicos, a colisão de paleocontinentes que resultou ao longo do neoproterozóico (1Ga – 536Ma) o Sistema Orógeno do Rachado do Pontal, evidenciado pela mais expressiva unidade litológica o complexo Santa Filomena e em seguida, o sistema *rifte valley* no Mesozoico (256Ma – 66Ma) na fragmentação do supercontinente Gondwana, demarcada pelo relevo residual da Chapada do Araripe, Serra do Inácio.

Este trabalho apresenta os primeiros resultados da pesquisa de conclusão de curso em geografia, consistindo num esboço que contribui para compreensão da paisagem geomorfológica da região e do local de estudo, ou seja, o Sertão do Araripe e o município de Santa Filomena – PE, mergulhando no profundo tempo geológico que compõe sua estrutura.

Referências

ASSINE, M. Araripe Basin. **Boletim de Geociencias da Petrobras**, v.15, p. 371-389, 2007.

ALCANTARA, V. C.; TORRES, F. S. M.; LIMA E.A.M. Evolução Geológica. *In*: TORRES, F. S. M.; PFALTZGRAFF, P. A. S. **Geodiversidade do Estado de Pernambuco**. Recife: CPRM, 2014.

AMARAL, W. S. da. et. al. A complex history of extension, subduction and collision in west Gondwana: Clues from the Riacho do Pontal orogen, Borborema Province (NE Brazil). **Journal of South American Earth Sciences**, v. 125, p. 104-297, 2023. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981123001086?via%3Dihub#bib28. Acesso em 09 ago. 2023.

BRITO NEVES, B.B.; et al. Tectonic history of the Borborema province. *In*: Cordani U.G., Milani E.J., Thomaz Filho A., Campos D.A. (eds).Tectonic Evolution of South América. Rio de Janeiro, **31st International Geological Congress**, p. 151-182, 2000.

CLAUDINO-SALES, V. de. GEOGRAFIA, SISTEMAS E ANÁLISE AMBIENTAL: ABORDAGEM CRÍTICA. **GEOUSP Espaço e Tempo**, v. 8, n. 2, p. 125-141, 2004. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2004.73959. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/geousp/article/view/73959. Acesso em: 10 ago. 2023.

CABY, R. Geology of Western Gondwana (2000-500 Ma). Pan-African-Brasiliano aggregation of South America and Africa: Roland Trompette. A.A. Balkema, Rotterdam, 1994, 350 pp., Dfl. 185.50, ISBN 90-54-10-1652. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0301926895000623?pes=vor. Acesso em: 10 ago. 2023.

CAXITO, et. al. A complete Wilson Cycle recorded within the Riacho do Pontal Orogen, NE Brazil: Implications for the Neoproterozoic evolution of the Borborema Province at the heart of West Gondwana. **Precambrian Research,** v. 282, p. 97-120, 2016. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305634627_A_complete_Wilson_Cycle_recorded_within_the_Riacho_do_Pontal_Orogen_NE_Brazil_Implications_for_the_Neoproterozoic_evolution_of_the_Borborema_Province_at_the_heart_of_West_Gondwana. Acesso em: 10 ago. 2023.

CAXITO, F. A. Geotectônica e evolução crustal das faixas Rio Preto e Riacho do Pontal, estados da Bahia, Pernambuco e Piauí. Tese (Doutorado em Geologia) – Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2013.

CONTI, J. B. Resgatando" A Fisiologia Da Paisagem**". Revista do Departamento de Geografia**. n. 14, p. 59-68, 2001. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47313. Acesso em: 10 ago. 2023.

CORREA, A. C. B. et. al. MEGAGEOMORFOLOGIA E MORFOESTRUTURA DO PLANALTO DA BORBOREMA. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v.1/2, p. 35-52, 2023.

Disponível em: https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/233/2012/03/31_3.pdf. Acesso em: 09 ago. 2023.

DNPM – DIRETÓRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (BRASIL**). Programa Nacional de Estudos dos Distritos Mineiros. Projeto de Avaliação Hidrogeológica da Bacia Sedimentar do Araripe**. DNPM, 1996.

GOMES, F.E.M.; VASCONCELOS, A.M. **Programa Levantamento Geológicos Básicos do Brasil. Carta geológica, carta metalogenética**, Escala 1:100 000 Folha SC.24-VA-II, Paulistana, Estados de Pernambuco e Piauí. DNPM/CPRM, 1991. 146 p.

GUERRA, A. J. T.; MARÇAL, M. S. Geomorfologia Ambiental. Ed. 8. Rio de Janeiro: Bertrand, 2018. 192p.

MOURA-FÉ, M. M. Paisagem e a aplicabilidade geomorfológica do conceito. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 4, 2019. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.html. Acesso em: 10 ago. 2023.

PEREIRA, S. C. SERTÃO, O SEMIÁRIDO E SUAS REPRESENTAÇÕES TERRITORIAIS. **GEOUERJ**, n.42, p. 1-20, 2023. Disponível em: https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/geouerj/article/view/65452/45971. Acesso em 08 ago 2023.

SANTOS, F., et. al. H. P-T evolution of metasedimentary rocks of the Santa Filomena Complex, Riacho do Pontal Orogen, Borborema Province (NE Brazil): Geothermobarometry and metamorphic modelling. **Journal of South American Earth Sciences**, v. 82, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981116302991?via%3Dihub#bib23. Acesso em: 10 ago. 2023.

SILVA, E. G. F.; LYRA, L. H. B. Caracterização Geológica-Geomorfológica da Serra do Inácio, Nordeste do Brasil. *In*: Simpósio Brasileiro de Patrimônio Geológico, 06., 2022, São Paulo. Boletim, AgeoBR: São Paulo, 2022.

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (SUDENE). Conselho Deliberativo. Resolução nº 115, e 23 de novembro de 2017. Aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107, e 27 de julho de 2017. Brasília-DF: Conselho Deliberativo, 2017.

TAVARES, B.G.; GUIMARÃES, G. P.; ANTUNES, V. Z. **Panorama dos Municípios Prioritários. Relatório Técnico**. Projeto Rural Sustentável Caatinga (PRS Caatinga). Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), 2020.

VENTURI, L. A. B. Paisagem geográfica: muito além do nosso campo de visão. **Confins**, n. 38, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0895981116302991?via%3Dihub#bib23. Acesso em: 10 ago. 2023.

XAVIER, R. A. Processos Geomorfológicos e Evolução Da Paisagem No Semiárido Brasileiro. **REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE**, v. 7, p. 58-68, 2021. Disponível em: https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/20692. Acesso em 10 ago 2021.

Aporte de Sedimentos em Seções do Rio Una, afluente do Rio Munim, Maranhão, Brasil

Sediments Contribution in Sections of the Una River, Afluent of the Munim River, Maranhão, Brazil

Thayrlan Silva Souza
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0002-5955-7044
thayrlansilva98@gmail.com

Helen Niedja Ferreira dos Santos
Universidade Federal do Maranhão
0000-0002-0108-1178
niedjahelen1@gmail.com

Deuzanir da Conceição Amorim Lima
Universidade Estadual do Maranhão
0009-0009-8432-5016
deuzaniroceano@gmail.com

Giselle Chrystina do Vale Martins
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0001-9266-6835
Gisellemartins.geo@gmail.com

Dinazilda Mendes Silva
Universidade Estadual do Maranhão
0009-0004-6403-3669
dinazildas@gmail.com

Resumo: O presente trabalho parte das discussões realizadas no decorrer da disciplina Componentes Ambientais, Dinâmica Fluvial, Uso e Gestão de Recursos hídricos. Assim, o mesmo visa analisar o aporte de sedimentos do rio Una – MA, apresentando dados granulométricos, de batimetria, vazão e sedimentos em suspensão. Para isso, foi realizado um campo no dia 6 de outubro na área de estudo, em 4 seções diferentes do rio. As análises laboratoriais iniciaram-se 24 horas após a coleta dos materiais, sendo as mesmas realizadas no Laboratório de Geociências da Universidade Estadual do Maranhão – LABGEO/UEMA. As mesmas se procederam a partir da determinação da granulometria dos sedimentos de fundo (Pipetagem e Peneiramento) e concentração de sedimentos em suspensão (Evaporação). Com relação à descarga sólida em suspensão registrou-se 0,008457858816 t/dia na 4ª seção da área de estudo, e vazão chegando a 9,789 m3/s-1.

Palavras-chave: Dados Granulométricos; Batimetria; Vazão e Sedimentos em Suspensão.

Abstract: The present work is based on the discussions carried out during the course of the Environmental Components, Fluvial Dynamics, Use and Management of Water Resources course. Thus, it aims to analyze the fluvial dynamics of the river Una - MA, presenting granulometric data, bathymetry, flow and suspended sediments. For this, a field was carried out on October 6th in the study area, in 4 different sections of the river. Laboratory analyzes began 24 hours after the collection of materials, which were carried out at the Geosciences Laboratory of the State University of Maranhão – LABGEO/UEMA. The same proceeded from the determination of the granulometry of the bottom sediments (Pipetting and Sieving) and concentration of sediments in suspension (Evaporation). Regarding solid discharge in suspension, 0.008457858816 t/day was recorded in the 4th section of the study area, and flow reached 9.789 m3/s-1.

Keywords: Granulometric Data; Bathymetry; Outflow and Sediments in Suspension.

Introdução

O Estado do Maranhão, em termos gerais, corresponde a um grande quantitativo de áreas com predominância ou suscetíveis a processos erosivos. Tal ocorrência se dá em virtude de diversos fatores, tanto antrópicos, com a retirada da mata ciliar, até mesmo naturais, com os tipos de solos e o intemperismo físico.

É fato que entender essa dinâmica dos processos erosivos, atrelado ao escoamento superficial, principalmente dos rios, em vista que tal processo afeta grande parcela da sociedade, tanto no contexto urbano, quanto no rural (WATANABE, 2015).

É notório que, em regiões menos desenvolvidas, a proposta de melhorias está atrelada diretamente a um entendimento detalhado da complexidade ambiental (WATANABE, 2015), sendo o estudo da dinâmica fluvial, principalmente o compartimento de sedimentos, essencial para o estudo e elaboração de políticas ambientais de conservação e mitigação.

Assim, na análise do aporte de sedimentos, a concentração de material em suspensão de um rio é gerida e controlada por fatores geoambientais presentes na unidade de análise (bacia hidrográfica), dentre os quais se destacam: a geologia, geomorfologia, pedologia, cobertura vegetal natural, e fatores climáticos; e antrópicos, como o uso do solo, por exemplo (MEDEIROS; KNOPPERS; SOUZA; OLIVEIRA, 2011). Com isso, antes da análise ampliada dos elementos de geodiversidade presentes em determinada área, se faz necessário entender a dinâmica fluvial, resumida aqui como um meio onde será possível observar os resultados oriundos do processo de perturbações ambientais a esses elementos abióticos.

> A micro-bacia do rio Una, como afluente do rio Munim, tem sido objeto de análise referente a passiveis impactos causados principalmente pelo potencial turístico da região. “Nas últimas décadas a sub-bacia do rio Una é alvo de grande visitações turísticas impulsionada pela sua beleza natural, que por sua vez, promoveu o avanço da população no espaço sem o devido planejamento territorial” (CORRÊA, 2022, p.19).

Com a inserção da região como polo de visitação, principalmente para o uso de lazer, tem-se como as principais modificações a destruição da mata ciliar, resíduos jogados no leito do rio, e construções em desacordo com as normas e especificações ambientais (CORRÊA, 2022).

O presente trabalho parte das discussões realizadas no decorrer da disciplina Componentes Ambientais, Dinâmica Fluvial, Uso e Gestão de Recursos hídricos. Assim, o mesmo visa analisar a dinâmica fluvial do rio Una – MA, apresentando dados granulométricos, de batimetria, vazão e sedimentos em suspensão. Para isso, foi realizado um campo no dia 6 de outubro na área de estudo, em 4 seções diferentes do rio (Tabela 1). As análises

laboratoriais iniciaram-se 24 horas após a coleta dos materiais, sendo as mesmas realizadas no Laboratório de Geociências da Universidade Estadual do Maranhão – LABGEO/UEMA.

Tabela 1 – Localização geográfica dos pontos de coleta de sedimentos de fundo ao longo do corredor fluvial.

PONTO DE COLETA	LOCAL	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
		Latitude Sul	Longitude Oeste
1	Rio Una	- 2,8628600	- 44,0236995
2	Rio Una (Casa/veraneio)	- 2,8619869	- 44,0237549
3	Rio Una (Prainha)	- 2,8682110	- 44,0304178
4	Rio Una (Área de lazer)	- 2,8611569	- 44,0271819

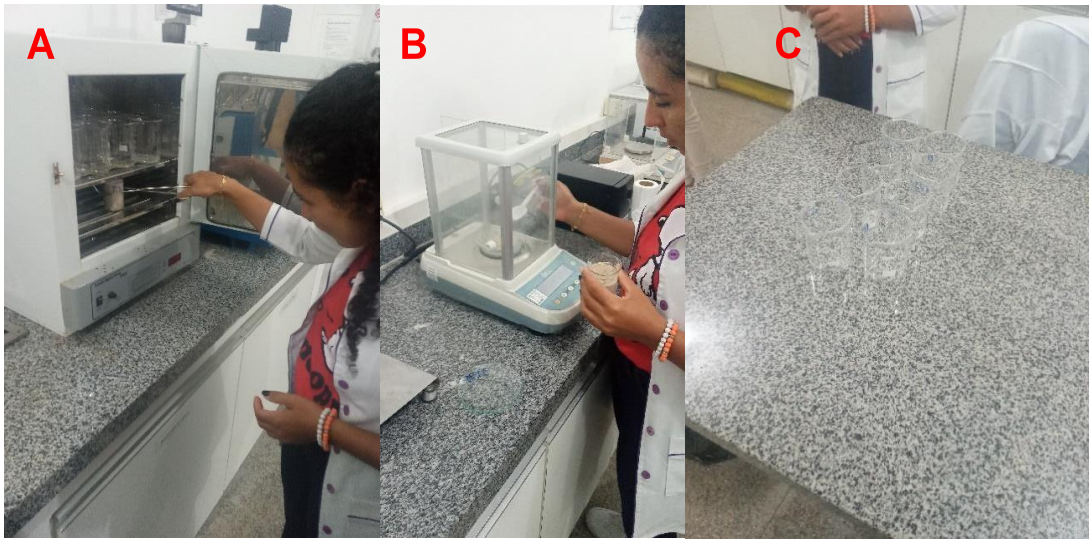
Fonte: Autores (2022).

Materiais e Métodos

As amostras foram coletadas em campo no saco plástico (identificados) de 1 kg e foram inseridas em béqueres identificados e colocado na estufa para secar (Figura 1 A). Para a análise granulométrica (dispersão total) (EMBRAPA, 1997), realizaram-se os seguintes procedimentos:

Em béqueres de 250 ml com seu peso identificado (Figura 1 C) foram colocadas 20 g de cada amostras coletadas, pesados em balança analítica de precisão (Figura 1 B) (foram analisadas 2 amostras para cada ponto de coleta, onde foram posteriormente retirados a média, ou seja, ponto 1: amostra 1 e amostra 2).

Figura 1 – (A) Secagem das amostras na estufa; (B) Pesagem das 20 g da amostra; (C) béques de 250 ml com peso identificado.



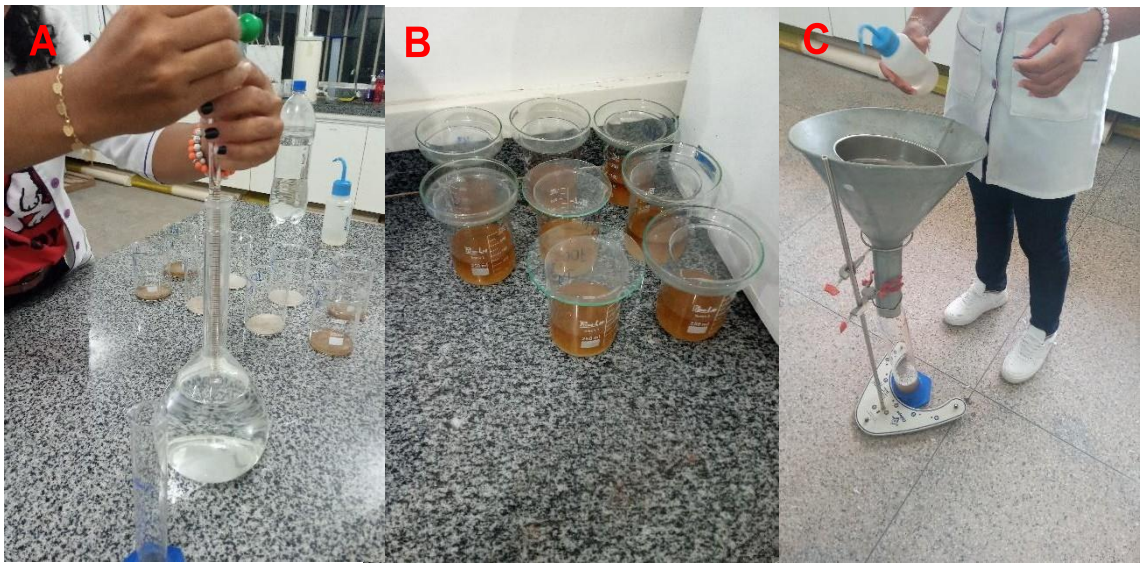
Fonte: Autores (2022).

Conseguinte, após esse procedimento, foi adicionado 100ml de água e 10ml de solução dispersante, hidróxido de sódio (NaOH 0,1M. L-1) (Figura 2 A) para cada amostra com 20 g de sedimentos, na qual foi agitado com um bastão de vidro e deixado em repouso durante uma noite, coberto por vidro de relógio (Figura 2 B).

Após esse período de repouso, as amostras, utilizando um funil e garrafa de esguicho com águas para garantir que todo o sedimento seja alocado nas garrafas de Stohlmann, as mesmas foram levadas ao agitador de Wagner TE-160, agitadas durante um período de 15 min. Posteriormente, o material foi transferido para uma peneira de 20 cm de diâmetro e de malha de 0,053 (n. 270), sendo lavados.

Em sequência, a argila e o silte ficaram alocados na proveta de 1000 ml, onde foi completado o volume até o limite (Figura 2 C).

Figura 2 – (A) Incerssão da água e do hidróxido de sódio na amostra; (B) Sedimentos em repouso; (C) Tranferência da argila e silte para proveta de 1000 ml.



Fonte: Autores (2022).

As areias retidas na peneira são colocadas em béqueres e levados a estufa para serem secas. Após a secagem, as mesmas são levadas ao agitador de peneiras (Figura 3 A), para a separação das areias grossa, média e fina, onde são pesadas e calculadas as frações de areia e argila de cada amostra.

Na determinação da areia, a mesma retida nas peneiras de 4,75 mm e 2,36 mm foi considerada grossa; aquela que passou pela peneira de 2,36 mm, porém retida nas peneiras de 1,18 mm e 600 µm foi considerada média; e a areia retida nas peneiras de 300 µm a 75

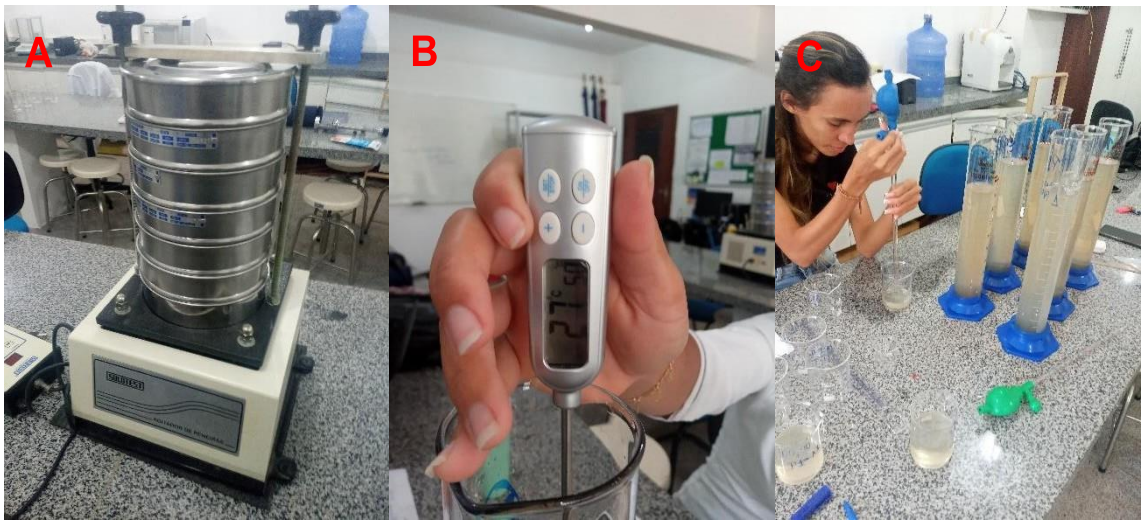
μm foi classificada como fina. Essa escala foi adaptada da American Society for Testing and Materiais – ASTM (SOUZA; VENDRAMINI; SOUZA, 2012 apud SOUZA et. al, 2017 p.24).

O material alocado na proveta, deve ser agitado com um bastão de vidro por 20 segundos. Posteriormente, após a medição de temperatura no momento (Figura 3 B) e seguindo a tabela de temperatura e tempo de sedimentação, estas amostras ficam o tempo estimado em repouso.

Por último, após o tempo de sedimentação, foram coletados 5 cm de profundidade da suspensão do material que consta na proveta e levados em um béquer com o peso conhecido e identificado (Figura 3 C), sendo colocado na estufa a 105°C até a evaporação do material líquido. Após seco, o material é retirado da estufa e deixado em repouso para esfriar. Posteriormente, foram pesados com aproximação de 0,0001g determinando a argila.

O valor de silte é obtido através da soma das frações das areias + argila e subtraídas pelas 20g iniciais.

Figura 3 – (A) Agitador de peneiras; (B) Medição da temperatura para tempo em repouso; (C) Coleta de 5 cm de profundidade da suspensão do material.



Fonte: Autores (2022).

Para a análise dos sedimentos em suspensão, as amostras coletadas em campo na garrafa de 1 L são adicionadas em béqueres devidamente pesados e identificados 250 ml de cada amostras (onde são novamente realizados as análises de 2 amostras para cada ponto de coleta e são posteriormente retirados a média, ponto 1: Amostra 1 e Amostra 2).

Após a secagem, os béqueres com amostras são pesadas por 2 vezes em balança de precisão após retirada da estufa em intervalo de tempo até o esfriamento do material, posteriormente para cada ponto, as amostras são pesadas e subtraídas o peso do béquer

com material com béquer no peso inicial em casa pesagem, realizados a média de cada amostra analisadas.

Após obter o peso 1 e 2 de cada amostras e tirado a média, o valor da média é dividido por 2, o resultado da divisão multiplica por 2 e por último multiplica por 1,000, e assim obtém o material suspenso em mg/l em cada ponto de coleta.

Os cálculos dos valores de descarga sólida em suspensão (QSS) “foram determinados pelo somatório do produto entre a concentração de sedimento suspenso da vertical (CSSi) e a respectiva descarga líquida da vertical (Ql), na forma da expressão abaixo” (CARVALHO, 2009 apud SOUZA et. al, 2017 p.24):

$$Q_{SS} = \sum \left(C_{SS_i} \cdot Ql_i \right) \cdot 0{,}0864$$

Em que: Qss = descarga sólida em suspensão (t/dia-1); Cssi = concentração de sedimento em suspensão da vertical (mg/L -1); Qli = descarga líquida da respectiva vertical (m³/ s-1).

Resultados e Discussões

A 1ª seção analisada no rio Una, em relação as suas características geomorfológicas, corresponde a margem esquerda de 1,33 m; centro do canal 1,05 m; margem direita 0,85; profundidade média 1,077 m; largura do canal 11,57 m (Figura 4 A); e área da seção 12,45703333 m2 (Tabela 2). Tem-se a presença de uma mata ciliar densa (preservada), onde na margem direita há a presença de nascente com vegetação parcialmente preservada, e na margem esquerda um afloramento rochoso e vegetação preservada. Na seção tem-se a presença de alterações humanas no curso de drenagem, com uma bomba situada no leito do rio para captação de água. Observou- se também a presença de um sistema radicular bem desenvolvido (Figura 4 B), com solos caracterizados principalmente como Neossolos quartizarênicos (influência das dunas), “essencialmente quartzosos, tendo, nas frações, areia grossa e areia fina, 95% ou mais de quartzo, calcedônia e opala e praticamente ausência de minerais primários alteráveis (menos resistentes ao intemperismo) ” (EMBRAPA, 2022). A velocidade média do fluxo da seção foi de 0,549 m/s-1, tendo vazão de 6,839 m3/s-1. A descarga sólida foi de 0,005908819363 t/d, enquanto os Sedimentos em suspensão corresponderam a 0,01 mg/L-1.

Quanto a análise granulométrica, a 1ª seção apresentou um alto teor de areia, principalmente areia fina, correspondendo um total de 94,80% da mesma (Tabela 3), ou seja, 18,96 mg da amostra inicial; e com um percentual de silte de 1,20%.

Figura 4 – (A) Medição da largura do canal, seção 1; (B) Sistema radicular bem evidente na margem do rio.

Fonte: Autores (2022).

Tabela 2 – Batimetria, vazão e sedimentos em suspensão do rio Una e afluentes.

Tabela de batimetria, vazão e sedimentos em suspensão							
Seção	velocidade Média (m/s-1)	Largura(m)	Profundidade Média (M)	Área da Seção	Vazão (m3/s-1)	Sedimentos em suspensão (mg/L-1)	Descarga sólida (t/d)
1	0,549	11,57	1,077	12,457	6,839	0,01	0,005908819363
2	0,486	18,3	0,88	16,104	7,821	0,0075	0,005068122048
3	0,428	19,7	0,59	11,689	4,999	0,01	0,004319009088
4	0,500	19,56	0,77	19,565	9,789	0,01	0,008457858816

Fonte: Autores (2022).

Na 2ª seção, tem-se a margem esquerda com 0,97 m; o centro do canal com 0,8 m; a margem direita com 0,87 m; a profundidade média de 0,88 m; largura do canal de 18,3 m; e área da seção de 16,104 m2 (Tabela 2). Na margem direita há presença da construção de casa de veraneio (Figura 5 A), vegetação pouco preservada, erosão intensa e área de brejo com a criação de animais (Figura 5 B). Na margem esquerda a vegetação é pouco preservada com a presença de áreas de lazer. A velocidade média do fluxo da seção foi de 0,486 m/s-1, tendo vazão de 7,821 m3/s-1. A descarga sólida foi de 0,005068122048 t/d, enquanto os Sedimentos em suspensão corresponderam a 0,0075 mg/L-1.

Figura 5 – (A) Moradias as margens do curso do rio; (B) criação de animais (pecuária suína) às margens do curso d'água.

Fonte: Autores (2022).

A 2ª seção também apresentou, em sua amostra, maior presença de areia, especificamente areia fina, com 93,45% do total, não possuindo a presença de areia grossa e silte (Tabela 3).

Já na 3ª seção, chegou-se a determinação que na margem esquerda, a altura em metros corresponde a 0,79; já no Centro do canal, observou-se a altura de 0,17 m; e na margem direita, 0,82 m. A profundidade média do ponto correspondeu a 0,5933333333 m, enquanto a largura do mesmo foi de 19,7 m. A área da Seção no total, correspondeu a 11,68866667 m2 respectivamente. Quanto a descrição, na margem direita a vegetação apresenta indicadores de preservação, com a presença da mata ciliar de médio porte e faixas de supressão da vegetação rasteira. Na margem esquerda observou-se presença de atividades antrópicas, com moradias e bares. A velocidade média do fluxo da seção foi de 0,428 m/s-1, tendo vazão de 4,999 m3/s-1. A descarga sólida foi de 0,004319009088 t/d, enquanto os Sedimentos em suspensão corresponderam a 0,01 mg/L-1.

A 3ª seção, assim como as anteriores, também apresentou abundante de areia fina, a maior de todas as seções analisadas, com 97,75% do total da amostra, não possuindo areia grossa e silte, e com baixos índices de areia média (Tabela 3).

Por último, tem-se a 4ª seção. A margem esquerda correspondeu a 1,2 m, enquanto o centro do canal apresentou 0,56 m; na margem direita obteve-se 0,56 m, enquanto a profundidade média foi de 0,7733333333 m; quanto a largura do canal, a mesma foi de 25,3 m; sendo a área da Seção de 19,56533333 m2. Na margem esquerda observou-se a predominância de áreas de lazer, enquanto na margem direita identificaram-se outros múltiplos tipos de modificações antrópicas. A velocidade média do fluxo da seção foi de 0,500

m/s-1, tendo vazão de 9,789 m3/s-1. A descarga sólida foi de 0,008457858816 t/d, enquanto os Sedimentos em suspensão corresponderam a 0,01 mg/L-1 (Tabela 2).

A 4ª seção caracterizou a maior presença de areia grossa das amostras analisadas, 2,00%, porém ainda pouco expressivo perto dos 96,50% da areia fina presente na mesma (Tabela 3).

Tabela 3 – Granulometria dos sedimentos de fundo do rio Una e afluentes.

Granulometria dos sedimentos de fundo (%)					
Seção	**Areia grossa**	**Areia média**	**Areia fina**	**Argila**	**Silte**
1	0,05	3,10	94,80	0,85	1,20
2	0,00	5,60	93,45	0,95	0,00
3	0,00	1,25	97,75	1,000	0,00
4	2,00	0,30	96,50	0,95	0,25

Fonte: Autores (2022).

Considerações Finais

Os processos de sedimentação no rio Una se caracterizam como pouca inserção de matérias. É notório que os múltiplos tipos de uso da terra, incluindo a construção de moradias e a criação de animais, são agentes atuantes na dinâmica fluvial. A presença de neossolos quartizarênicos, ou seja, solos pouco desenvolvidos e com alto teor de suscetibilidade a processos erosivos lineares, tendem a explicar a quantidade de sedimentos em suspensão nos cursos de drenagem.

Os dados sobre a composição granulométrica dos sedimentos de fundo e concentração de sedimentos em suspensão no rio Una mostraram maior descarga sólida em suspensão na 4ª seção, onde predominantemente notou-se um intenso processo de modificação da paisagem por agentes antrópicos.

Apesar de ser um rio com alta taxa de visitação anual por turista, o rio Una apresenta baixo teor de fragilidade ambiental no que se refere aos sedimentos encontrados nas quatro seções analisadas.

Quanto a análise granulométrica dos sedimentos de fundo, as quatro seções analisadas apresentaram uma predominância de areia, com um alto teor de areia fina. Na 1ª seção, a areia fina correspondeu a 18,96 mg, caracterizando um total de 94,80% do sedimento analisado. As demais seções mantiveram esse alto percentual da areia fina, sendo a 2ª seção 93,45%; a 3ª seção 97,75%; e a 4ª seção 96,50%.

Agradecimentos

A monitora do LABGEO Gilberlene Serra Lisboa, pelo acompanhamento durante as análises.

Referências

CARVALHO, T. M. Avaliação do transporte de carga sedimentar no médio rio Araguaia. Revista Geosul. v. 24, n. 47, p. 1-14. 2009. Apud: SOUZA, Célia Alves de; LEANDRO, Gustavo Roberto dos Santos; SOUSA, Juberto Babilonia de; CUNHA, Sandra Baptista; GARCIA, Patrícia Helena Mirandola. Aporte de sedimentos dos afluentes da margem direita do rio Paraguai, Pantanal Superior – Mato Grosso – Brasil. Ciência Geográfica – Bauru. Vol. XXI - (1). P. 18 – 31. Janeiro/Dezembro. 2017.

CORRÊA, Elna Lucília Santos. Indicadores de qualidade da água superficial como subsídio à gestão de recursos hídricos: o caso da sub-bacia do rio Una, Maranhão. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Natureza e Dinâmica do Espaço, Universidade Estadual do Maranhão. São Luís. 2022. 131p. de métodos de análises de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p. EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual

EMBRAPA. Neossolos quartizarênicos. Disponível em: https://www.embrapa.br/solos/sibcs/classificacao-de- solos/ordens/neossolos/subordens. Acesso em: 11 de out. 2022.

Medeiros PR, Knoppers B, de Souza WF, Oliveira EN. Aporte de sedimentos em suspensão no baixo rio São Francisco (SE/AL), em diferentes condições hidrológicas. Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology. 2011 Jul;15(1):42-53,

SOUZA, C. A.; VENDRAMINI, W. J.; SOUZA, M. A. Assoreamento na baía do Sadao no rio Paraguai – Cáceres – Mato Grosso. Cadernos de Geociências. v. 9, n. 2, p. 85-93. 2012. Apud: SOUZA, Célia Alves de; LEANDRO, Gustavo Roberto dos Santos; SOUSA, Juberto Babilonia de; CUNHA, Sandra Baptista; GARCIA, Patrícia Helena Mirandola. Aporte de sedimentos dos afluentes da margem direita do rio Paraguai, Pantanal Superior – Mato Grosso – Brasil. Ciência Geográfica – Bauru. Vol. XXI - (1). P. 18 – 31. Janeiro/Dezembro. 2017.

SOUZA, Célia Alves de; LEANDRO, Gustavo Roberto dos Santos; SOUSA, Juberto Babilonia de; CUNHA, Sandra Baptista; GARCIA, Patrícia Helena Mirandola. Aporte de sedimentos dos afluentes da margem direita do rio Paraguai, Pantanal Superior – Mato Grosso – Brasil. Ciência Geográfica – Bauru. Vol. XXI - (1). P. 18 – 31. Janeiro/Dezembro. 2017

WATANABE, M. O Uso da Terra e o aporte sedimentar em suspensão se Bacias Pareadas na Amazônia: sub-bacias do rio Mutum-Paraná/RO. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2015. 115 p.

Brejos de Altitude - Áreas de Exceção da Paisagem Semiárida: Esboços de um trabalho de campo

Altitude Brejos - Areas of Exception in the Semi-Arid Landscape: Outlines of afieldwork

Elioenai Gomes Freire Silva
Universidade de Pernambuco, *Campus* Petrolina
0000-0002-9246-5336
elioenai.gomes@outlook.com.br

Werica Karen De Souza Alcantara
Universidade de Pernambuco, *Campus* Petrolina
0000-0002-5174-9519
werica.karen@upe.br

Resumo: Os brejos de altitude são importantes feições da paisagem semiárida. Áreas de exceção, estas unidades geomorfológicas vem sendo objeto de pesquisa na área da biogeografia, geomorfologia e ecologia. As suas condições singulares são um atrativo para a ocupação antrópica, o que ressalva orisco de desequilíbrio ambiental, tendo em vista que são ecossistemas frágeis com espécimes endêmicos e correndo risco de extinção. A importância desse espaço é associada aos processos morfogenéticos que originaram unidades como a Chapada do Araripe que têm relevância internacional reconhecida como GeoPark Mundial UNESCO. Portanto, para exemplificar as características que definem um brejo de altitude, realizamos um levantamento bibliográfico e compilamos com um acervo de imagens provenientes de um trabalho de campo na Serra da Baixa Verde em Triunfo-PE. Ressaltamos a importância econômica para as comunidades sem isentar do risco ambiental.

Palavras-chave: Brejos de Altitude; Semiárido; Paisagem.

Abstract: Altitude swamps are important features of the semi-arid landscape. Areas of exception, these geomorphological units have been the subject of research in the area of biogeography, geomorphology and ecology. Its unique conditions are an attraction for human occupation, which saves the risk of environmental imbalance, considering that they are fragile ecosystems with endemic specimens and at risk of extinction. The importance of this space is associated with the morphogenetic processes that originated units such as Chapada do Araripe, which have international relevance recognized as a UNESCO World GeoPark. Therefore, to exemplify the characteristics that define an altitude swamp, we carried out a bibliographic survey and compiled it with a collection of images from field work in Serra da Baixa Verde in Triunfo-PE. We emphasize the economic importance for the communities without exempting from the environmental risk.

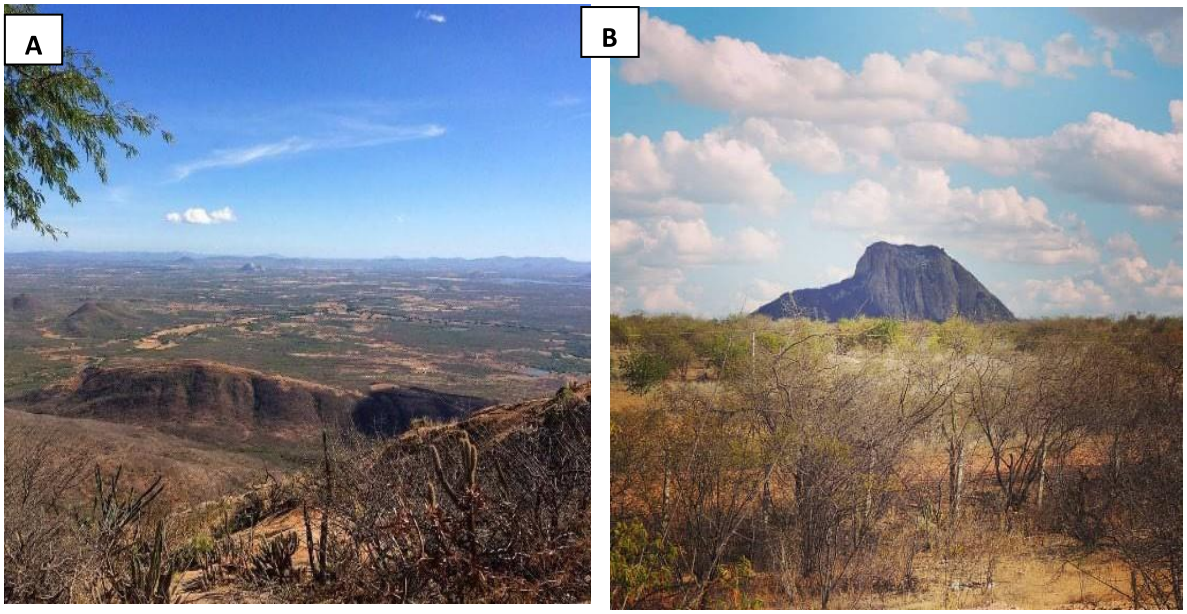
Keywords: Heaths of Altitude; semiarid; Landscape.

Introdução

A região semiárida brasileira corresponde em área aproximada de 969.589,4 km² no do território nacional, abrigando cerca de 1.262 municípios das regiões nordestes e sudeste (SUDENE, 2017). A sua paisagem constitui uma diversidade elementos e formas; naturais e antrópicas. As formas e feições naturais, são produtos de uma complexa interação entre os componentes estruturais e morfoclimáticos que a tornam em um espaço singular. Desde a sua compartimentação geomorfológica classificados entre depressões, planícies e planaltos (Figura 1); somado ao bioma Caatinga adaptado à severidade climática do semiárido, à exemplo da irregularidade

chuvas ao decorrer do ano, concentrando seu regime pluviométrico na estação do verão (dezembro, janeiro, fevereiro e março) que varia entre os 600mm e 800mm ao ano e amplitudes térmicas consideráveis. Todavia, estes componentes ambientais nãosão homogêneos na região semiárida, a diversidade geológico-geomorfológica resultado de distintos processos morfogenéticos, abre espaço para a propagação e diferenciação biogeográfica, denominadas de áreas de exceção e/ou brejos de altitude.

Figura 1 - Feições da paisagem semiárida. NE do Brasil



Legenda: (**A**) Imagem panorâmica da depressão sertaneja vista da escarpa do planalto da Borborema, por @jubsvellasquez; (**B**) Inselberg em São Mamede-PB, por @geomorphotos.

Conforme a nomenclatura expressa, estes “enclaves” na paisagem semiárida (AB’SÁBER, 2003), comportam um ecossistema a parte do todo, que permite uma diferenciação fitofisionômica de uma Caatinga Xerófita para florestas subúmidas, proporcionado por uma compartimentação de relevo com altimetria superior aos 600m de altitude e elementos climáticos (massas e correntes de ar).

Neste contexto, os brejos vêm sendo objetos de estudos da ciência geográfica e biológica, no âmbito da biogeografia, geomorfologia e ecologia, tendo vista os condicionantes específicos para a sua formação. Portanto, este trabalho desenvolvido na disciplina de Geografia do Semiárido. pretende apresentar um pequeno retrospecto dos principais estudos

e pesquisas, abordando a gênese destas áreas de exceção, compilado à uma aula de campo na Serra da Baixa Verde, localizada no município de Triunfo, Estado de Pernambuco.

METODOLOGIA

Consistiu em uma pesquisa de abordagem exploratória através de levantamento bibliográficos dos mais recentes trabalhos nos últimos 5 anos no Portal de Periódicos da Capes, com a combinação das palavras chaves: “brejo de altitude”; “área de exceção”. Ademais, consultou-se o acervo físico da Biblioteca da CPTSA, fazendo o uso das mesmas palavras anteriormente citadas.

Em sequência, os dados coletados na etapa de levantamento bibliográfico, foram apresentados de modo didático em seminário da disciplina e destacando um estudo de casona Serra da Baixa Verde, Trinfo-PE.

RESULTADOS

Distribuição dos Brejos de Altitude

A percepção da paisagem semiárida ocorre a conclusão da ocorrência das secas, escassez hídrica, solos rasos e pedregosos, abarcados pela contínua depressão sertaneja, delineada pelo bioma Caatinga, contendo espécies florísticas e faunísticas adaptadas à severidade ambiental. No entanto, há “manchas que reclamam uma caracterização geográfica sistemática”, como escreve Andrade e Lins (1964) nos primeiros estudos de tentativa de classificação dos brejos de altitude de Pernambuco (Figura 2).

Figura 2- Carta de distribuição de regimes de chuvas e dos brejos em Pernambuco

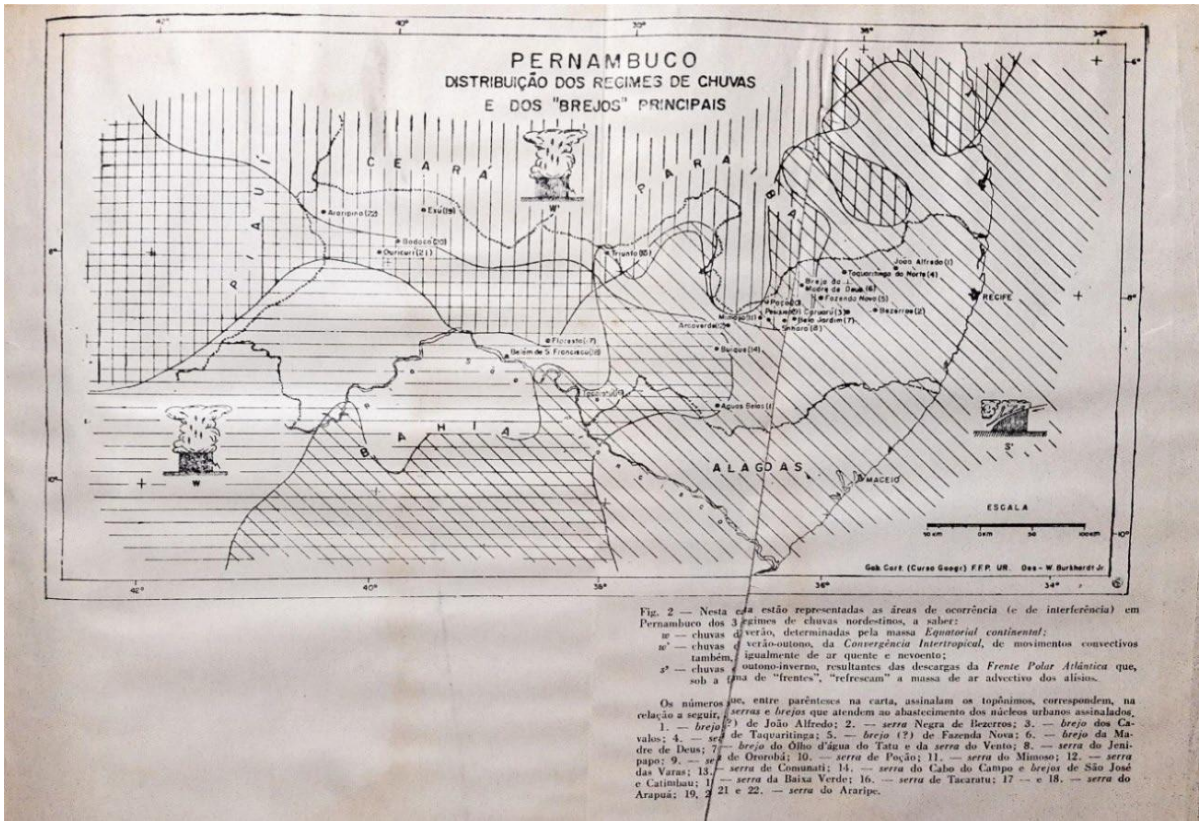


Fig. 2 — Nesta carta estão representadas as áreas de ocorrência (e de interferência) em Pernambuco dos 3 regimes de chuvas nordestinos, a saber:
1º — chuvas de verão, determinadas pela massa *Equatorial continental*;
2º — chuvas de verão-outono, da *Convergência Intertropical*, de movimentos convectivos também, igualmente de ar quente e úmido;
3º — chuvas de outono-inverno, resultantes das descargas da *Frente Polar Atlântica* que, sob a forma de "frentes", "refrescam" a massa de ar advectivo dos alísios.

Os números que, entre parênteses na carta, assinalam os topônimos, correspondem, na relação a seguir, a *serras e brejos* que atendem ao abastecimento dos núcleos urbanos assinalados. 1. — *brejo* (?) de João Alfredo; 2. — *serra* Negra de Bezerros; 3. — *brejo* dos Cavalos; 4. — *serra* de Taquaritinga; 5. — *brejo* (?) de Fazenda Nova; 6. — *brejo* da Madre de Deus; 7 — *brejo* do Ôlho d'água do Tatu e da *serra* do Vento; 8. — *serra* do Jenipapo; 9. — *serra* de Ororobá; 10. — *serra* de Poção; 11. — *serra* do Mimoso; 12. — *serra* das Varas; 13. — *serra* de Conunati; 14. — *serra* do Cabo do Campo e *brejos* de São José e Catimbau; 15 — *serra* da Baixa Verde; 16. — *serra* de Tacaratu; 17 — e 18. — *serra* do Araripe; 19, 20, 21 e 22. — *serra* do Araripe.

Legenda: Documento extraído de - Introdução ao Estudo dos “Brejos” Pernambucanos (ANDRADE; LINS, 1964).

À primeira vista, geograficamente nota-se duas áreas de concentração da ocorrência de brejos:

1. A faixa de transição entre o litoral e o sertão;
2. Núcleos encravados no cristalino.

Anteriormente aos seus estudos, resumia-se que as áreas de exceção eram projeçõesda *zona da mata,* isto é, a existência dos brejos estavam delimitas ao maior limite da extensão atual desta vegetação, no entanto as variações climáticas do quaternário agravaram a irregularidade e a distribuição das chuvas, resultando na redução desta vegetação adaptada ao clima de maior umidade e regularidade de precipitação. Tendo em vista as unidades de maior altitude, resultaram em disjunções da vegetação úmida, contudo a topografia não é determinista para a existência e manutenção ecológica.

Clima

A circulação atmosférica insere-se com produtor de elementos climáticos que propiciam a ocorrências dos brejos, tendo em vista que o fator altitude não é determinante, portanto, os autores notaram uma correlação nos regimes de chuvas ao longo do ano e atuação das massas de ar: as chuvas de verão (*Equatorial continental*); verão-outono (*Convergência Intertropical*); outono-inverno (*Frente Polar Atlântica*).

Neste estudo, concluiu-se que não há ocorrência de brejos nas áreas em que o regime pluviométrico é determinado pela Equatorial continental, visto que esta massa atua em um período específico de ano (verão), enquanto ao longo do ano predomina a estiagem inviabilizando a manutenção de ecossistemas típicos dos brejos.

Logo, o regime pluviométrico é um dos fatores que compõe essas áreas de exceção do semiárido brasileiro, Silva; Silvino; Silva (2016) aponta que está é uma característica peculiar aos brejos; todavia, resulta em um agravante à ocupação antrópica, que busca esses espaços com maior disponibilidade hídrica para cultivo agrícola, criação pecuária, interferindo no equilíbrio desta unidade biogeográfica, provocando um aumento na perda das florestas naturais, que está diretamente relacionado com este avanço agrícola, que embora em sua maioria sejam comunidade tradicionais de subsistência, há presença de atores que buscam maior produtividade, percolando em manejos inadequados (TENÓRIO*, et al*., 2020).

Geologia, Geomorfologia e Vegetação

Ademais, os brejos têm em comum o fator de altitude (aproximadamente 600m à 1200m nível do mar) e a ocorrência de “florestas úmidas, subúmidas e/ou serranas”, associadas aos componentes ambientais climáticos pedológicos que em definições recentes, áreas de exceção climato-edáfico-ecológicas (GOIS; CORREA; MONTEIRO, 2019), distintos à paisagem semiárida: precipitação acima de 800mm, maior umidade relativa, menores temperaturas médias; solos profundos; vegetação arbórea e entre outros.

Os autores demonstram uma correlação entre a fisionomia da paisagem a sua morfogênese entre 10 brejos do nordeste brasileiro e compartimentam em duas unidades de geológicas (cristalinas e sedimentares) e dois tipos de solos classificados (Argissolos e Latossolos). A interação entre a hipsometria; clima; geologia, edafologia e geomorfologia, resulta em uma diferenciação entre os brejos. Os maciços cristalinos são todos superiores á cota de 1000m, formados ao longo do ciclo brasiliano < 500Ma ao longo do Neoproterozóico, atuando nos processos de dissecação do relevo, resultando em feições residuais, exemplo Serra da Baixa Verde, Trinfo-PE (Figura 3), uma unidade residual da Província da Borborema, encravado no cristalino da depressão sertaneja, e apresenta uma floresta caducifólia, que perde as folhas em tempos de pouca chuva e solos classificado com argissolos.

Figura 3 - Paisagem da depressão sertaneja vista do Pico do Papagaio, Serra da Baixa - PE

Legenda: a imagem apresenta a vista panorâmica do Pico do Papagaio, ponto mais alto de Pernambuco (1260m), a fundo podemos observar “nebulosidade” abaixo da Serra, este é umindicativo das altas taxas de evapotranspiração do semiárido, que incide nas chuvas convectivas que controlam o seu regime pluviométrico. Elioenai Silva, 2022.

Enquanto as estruturas sedimentares, que pouco ultrapassam os 1000m, são geologicamente recentes, produtos das intensas atividades tectônicas do Cretáceo Superior que marcaram o rifteamento do Gondwana (200Ma – 100Ma), formando as Bacias Interioresno Nordeste brasileiro, exemplificando o Araripe que ao longo do albiano (final do cretáceo) sofreram reativação tectônica resultando no soerguimento após o abortamento *rifte-valley* (ASSINE, 2007).

A Chapada do Araripe (Figura 4) caracterizada como um brejo de altitude, também encravada na depressão sertaneja, contudo devido a sua morfogênese apresenta uma floresta úmida, perene ao longo do ano, que abriga uma diversidade de espécimes endêmicas, com a predominância de latossolos e argissolos.

Figura 4 - Chapada do Araripe, CE

Legenda: a imagem apresenta a vista panorâmica da Chapada do Araripe. Jeniffer Silva, 2023.

O regime pluviométrico do Araripe é produto da inclinação barlavento que retém a umidade das massas de ar provenientes do litoral cearense, enquanto a Serra da Baixa Verdepredomina as chuvas convectivas em razão da alta taxa de evapotranspiração do semiárido (ANDRADE; LINS, 1964), influenciando na fisionomia da vegetação.

Atividade econômicas

Conforme supracitado, as condições peculiares dos brejos é um atrativo para as intervenções antrópicas na paisagem, (ANDRADE; LINS, 1964; SILVA; SILVINO; SILVA, 2016), portanto para exemplificar as atividades econômicas nos brejos de altitude, realizou-se um trabalho de campo na cidade de Triunfo em Pernambuco, situado no compartimento geomorfológico da Serra da Baixa Verde em outubro de 2022.

A cidade de Triunfo (Figura 4), está localizada 7°50'58.9"S e 38°07'43.3", no extremo entre Pernambuco e Paraíba, encravada no sertão nordestino. Contudo de acordo com os dados climatológicos da Empresa de Pesquisas Agronômicas de Pernambuco (IPA, 2021) a precipitação média anual é de 1150mm e a temperatura média de 28 C° podendo atingir mínimas de abaixo de 19° C, diferenciando-se das características do clima semiárido.

Figura 5 - Cidade de Triunfo em Pernambuco

Legenda: Vista panorâmica do centro da cidade Triunfo-PE em destaque o Theatro CinemaGuarany Elioenai Silva, 2022.

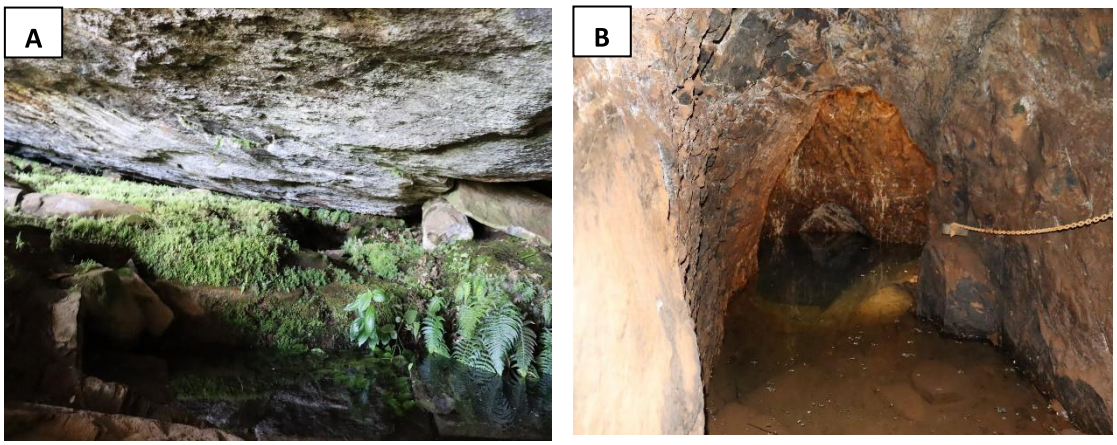
O clima ameno da cidade produto da interrelação entre os seus componentes ambientais, proporciona o desenvolvimento da agricultura cafeeira em consórcio com as bananeiras (Figura 6). Este manejo possibilita um melhor aproveitamento do solo e das encostas, mitigando os efeitos da erosão linear provocadas pela ação hídrica, especialmente intensificada pela retirada da cobertura vegetal nativa, permitindo ainda dois cultivos, melhorando a produtividade e rentabilidade dos moradores.

Figura 6 - Atividades Antrópicas em Triunfo - PE

Legenda: (A) Consórcio de Bananeiras e Café em encosta na Serra da Baixa Verde; (B) Comércio local com venda de subprodutos do café; (C) Turismo no Pico do Papagaio. ElioenaiSilva, 2022.

A agricultura intensiva e o crescimento das cidades nos brejos são possibilitados pela riqueza hidrogeológica, uma vez que são áreas de recarga e armazenamento de água subterrânea associada aos índices pluviométricos. Tendo em vista a vegetação densa que compõe os brejos, que contribui para a infiltração de água no solo e para a abastecimento dos aquíferos. Além disso, a presença de formações rochosas porosas, como arenitos e calcários, facilita a percolação de água através do solo e em aquíferos subterrâneos. Em Triunfo, tendo vista sua estrutura cristalina o armazenamento de água se dá pelas fraturas nas rochas e nascentes de pequenos cursos fluviais (Figura 7).

Figura 7 - Atividades Antrópicas em Triunfo-PE



Legenda: (A) Furnas dos holandeses, Serra da Baixa Verde-PE; (B) Cacimba do João Neco

em Triunfo-PE. Elioenai Silva, 2022.

Outra atividade desenvolvida na cidade é o turismo (Figura 6), tendo em vista que em Triunfo está localizada o ponto mais alto de Pernambuco, o Pico do Papagaio (1260m). Além disto, o clima é um refúgio para as pessoas que querem “fugir” das altas temperaturas, fortalecendo o setor hoteleiro da cidade entre os meses de inverno, em experenciam temperaturas mínimas de 15°C.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde os primeiros estudos de Gregório Osório de Andrade e Rachel Caldas Lins (1964) abordando os brejos, destacam a importância destas formações geomorfológicas queocorrem em áreas serranas e de clima mais frio e úmido. Essas áreas abrigam uma grandediversidade de espécies de fauna e flora, algumas das quais são endêmicas e estãoameaçadas de extinção. Além disso, os brejos de altitude têm um papel fundamental naregulação dos ciclos hidrológicos, uma vez que são responsáveis pela captação,armazenamento e liberação de água, o que contribui para o abastecimento de rios e aquíferos. Ademais, a conservação dos brejos de altitude é fundamental para garantir a preservação da geodiversidade e a continuidade dos processos geológicos e geomorfológicosque moldaram essas áreas ao longo do tempo. Além disso, a preservação desses ecossistemas também é importante para garantir a manutenção da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos que eles fornecem, como a regulação do clima, a manutenção da qualidade da água e a proteção contra desastres naturais.

Referências

AB’SABER, A. N. Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. SãoPaulo: Ateliê Editorial, 2003. 159p.

ANDRADE, G. O.; LINS, R. C. Introdução ao Estudo dos “Brejos” Pernambucanos. Arquivos do Instituto Ciência da Terra. n. 2, p. 21-36, 1964.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE PERNAMBUCO. Clima e Tempo - Triunfo. In: IPA - Clima e Tempo. Disponível em: http://www.ipa.br/clima/triunfo/ . Acesso em: 30 abr. 2023.

GOIS, L. S. S.; CORRÊA, A. C. B.; MONTEIRO, K. A. Análise Integrada dos Brejos de Altitude do Nordeste do Brasil a partir de Atributos Fisiográficos / Integrated Analysis of Highland Humid Brejos in Northeast Brazil Based on Physiographic Attributes. Espaço Aberto. n. 9. p.77-98, 2019. Disponível em: 10.36403/espacoaberto.2019.28357.

SILVA, M. C.; SILVINO, G. S.; SILVA, M. C. Da abundancia hídrica a escassez de água

residencial: as particularidades hidroterritoriais no. Revista Desenvolvimento Social, v.19, n.3, p.21-36, 2019. Disponível em: https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/rds/article/view/1897/2021

SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (SUDENE). Conselho Deliberativo. Resolução nº 115, e 23 de novembro de 2017. Aprova a Proposição nº 113/2017, que acrescenta municípios a relação aprovada pela Resolução CONDEL nº 107, e27 de julho de 2017. Brasílisa-DF: Conselho Deliberativo, 2017.

TENÓRIO, J. C. S.; et al. Ação antrópica na produção de alimentos em áreas de Brejos de Altitude no semiárido do Nordeste, Brasil. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais. n. 5, v. 11, p. 578-593, 2020. DOI: http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0052.

A Abordagem Sistêmica na Geomorfologia e sua importância para a Geografia - Fisiologia da Paisagem, Geossistemas, Ecodinâmica e Geoecologia da Paisagem

The Systemic Approach to Geomorphology and its Importance to Geography - Landscape Physiology, Geosystems, Ecodynamics and Landscape Geoecology

Werica Karen De Souza Alcantara
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
https://orcid.org/0000-0002-5174-9519
werica.karen@upe.br

Camila Barbosa Dos Santos
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
https://orcid.org/0000-0002-0102-9791
camila.barbosasantos@upe.br

Luan Ferreira Rodrigues
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
https://orcid.org/0009-0000-1831-8058
luan.rodrigues.geo@gmail.com

Lucas Emanuel Sckelemberg Evangelista Silva
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
https://orcid.org/0009-0009-1553-4682
lucassck.23@gmail.com

Maria Karina Silva Santos
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
https://orcid.org/0000-0002-1535-224X
mariakarina.santos@upe.br

Resumo: Objetivou-se com o presente trabalho analisar a abordagem sistêmica na Geomorfologia, e uma interconexão com fisiologia da paisagem, geossistemas, ecodinâmica e geoecologia da paisagem. Para tanto, foi realizada uma pesquisa bibliográfica de artigos e livros para o embasamento teórico-metodológico acerca dos temas trabalhados. Constatou-se que, a abordagem sistêmica está dentro de todos os processos paisagísticos em sua totalidade, ideia essa trabalhada desde o fim do século XVIII e princípio do século XIX por Alexander Von Humboldt e Karl Ritter com a criação da Teoria Geral dos Sistemas (TGS), a mesma foi reformulada pelo biólogo Ludwig von Bertalanffy (1937). Por fim, a referida corrobora para a importância da abordagem sistêmica na geografia em relação à paisagem.

Palavras-chave: Abordagem Sistêmica; Dinâmica; Inter-relação; Paisagem.

Abstract: The aim of this paper was to analyze the systemic approach in geomorphology, and an interconnection with landscape physiology, geosystems, ecodynamics and landscape geoecology. To this end, a bibliographic research of articles and books for the theoretical methodological basis about the themes worked was performed. It was found that the systemic approach is within all landscape processes in its entirety, an idea worked since the late eighteenth century and early nineteenth century by Alexander Von Humboldt and Karl Ritter with the creation of General Systems Theory (TGS), it was reformulated by the biologist Ludwig von Bertalanffy (1937). Finally, this analysis corroborates the importance of the systemic approach in geography in relation to landscape.

Keywords: Systemic approach; Dynamics; Interrelationship; Landscape.

Introdução

É de conhecimento geral que, o homem seja o principal responsável pela modificação da dinâmica ambiental e essa remodelagem está relacionada ao fator econômico, sendo assim, o aspecto mais preponderante para os processos fisiológicos da natureza. A organização da Geomorfologia consiste na estruturação ampliada no conhecimento geográfico, e de acordo Piérri Monbeig (1957) afirmou: “A Geografia não é uma ciência de fatos isolados simples, passíveis de serem conhecidos por si em si... é erro comum e persistente pretender tomar e ensinar fatos geográficos isolados e atomizados...” (apud TROPPMAIR & GALINA, 2006, p. 79).

Após o marco da revolução industrial 1760-1840, houve a expansão da sociedade, queimadas desordenadas e emissões de gases na atmosfera, levando a modificações no clima (VICENTE FILHO, 2003). Também houve retirada das árvores localizadas às margens de rios para ocupações ribeirinhas, sendo fatores responsáveis pela transformação da ecodinâmica. Com a expansão populacional nos centros urbanos, e a desenfreada retirada de recursos da natureza, pode-se afirmar que ainda existe uma carência para soluções dos problemas cometidos pelos fatores econômicos na área ambiental. Ademais, ainda podemos citar as interferências humanas para com o uso de tecnologias que buscam diminuir problemas futuros.

Procedimentos Metodológicos

Os pressupostos metodológicos utilizados para o desenvolvimento do trabalho foram: levantamento de materiais bibliográficos publicados em periódicos nacionais e internacionais, além de livros, para a construção da revisão bibliografia como forma de fundamentar-se teórico e conceitualmente. Buscando apoiar-se nos conteúdos: da abordagem sistêmica na Geomorfologia, fisiologia da paisagem, geossistemas, ecodinâmica e geoecologia da paisagem. E para isto, foram utilizados os bancos de dados da Science direct, da CAPES e consultas avulsas fora dos bancos apontados e foram selecionados 17 artigos e 3 livros.

Os materiais foram analisados e selecionados levando em consideração o objetivo do presente trabalho e que as produções discutissem os diferentes conceitos e as diferentes discursões sobre a temática esplanada no presente trabalho.

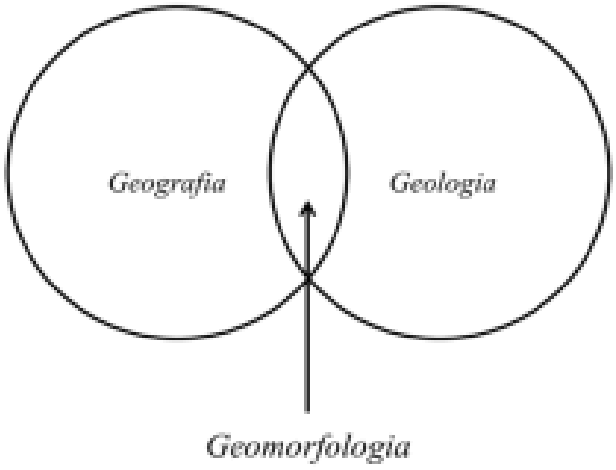
Desenvolvimento Textual

A Geomorfologia tem por alvo de estudo o relevo. Nesse contexto, o relevo é um produto da interação verificada entre fenômenos ocorridos sob e sobre a epigeoesfera. Existem agentes que atuam na formação do relevo, com os fatores endógenos (causa o soerguimento ou subsidência do relevo). Além do relevo terrestre a Geomorfologia estuda os

seus aspectos genéticos, cronológicos, morfológicos, morfométricos e dinâmicos. Ela procura descrever e explicar o relevo terrestre (tanto o continental quanto o marinho). A mesma sofreu fortes influências da Escola Russa de Geografia, pois ela propõe a subdividida da Geomorfologia em três grandes ramos: Geomorfologia Geral (analisa as formas de relevo originadas pelos processos endógenos e exógenos), Geomorfologia Regional (investiga a disposição das grandes formas de relevo numa determinada região, busca compreender a história evolutiva) e a Geomorfologia Aplicada (alveja à aplicação dos conhecimentos geomorfológicos para solução de problemas socioeconômicos relacionados ao relevo terrestre) (JATOBÁ & LINS, 2008).

Segundo Hubp (1989), “a Geomorfologia seria uma interação entre a ciência geográfica e geológica (figura 1), que estuda o relevo terrestre, sua estrutura, origem, história do desenvolvimento e dinâmica atual” (apud Jatobá e Lins, 2008, p. 13).

Figura 1 – Imagem destacando a Geomorfologia como ponto de intersecção entre Geografia e Geologia.



Adaptado: JATOBÁ & LINS, (2008). **Elaborado:** pelos autores (2023).

A Geomorfologia tem essas conexões com a Geologia e a Geografia Física, percebe-se que a relação dessas ciências parte das primícias relação homem e natureza. A esse respeito, é necessário colocar a abordagem sistêmica da paisagem como muito presente nessa relação, como afirmou Neto (2008, p. 69):

> Ciente da conveniência em se estudar as relações entre homem e natureza segundo uma perspectiva sistêmica, a presente comunicação toma por objetivo discutir alguns enfoques e possibilidades de estudos em Geografia Física, especialmente no âmbito da Geomorfologia, lançando mão da abordagem sistêmica como pressuposto teórico-metodológico (NETO, 2008, p. 69).

A Teoria Geral dos Sistemas motivou muitas áreas da ciência, uma delas foi a Geomorfologia, essa abordagem tem por berço a Escola Alemã de Alexander Von Humboldt, final do séc. XIX na busca de desvendar os fatores complexos que compõem a paisagem. O alemão Alexander Von Humboldt era uma naturalista que por meio das suas viagens realizava descrições dos fenômenos que observava e tentava interpretá-los, sendo considerado um dos pais da Geografia juntamente com Karl Ritter onde atuaram na sistematização da Geografia como ciência. De acordo com Britto & Ferreira (2011), a concepção natural e integrada, presente em um espaço físico concreto, está presente nos trabalhos de Humboldt, Dokuchaev, Passarge e Berg, presente nos séculos XIX e nos primeiros anos do século XX.

A Teoria Geral dos Sistemas (TGS) foi aprimorada e apresentada com uma nova roupagem pelo biólogo Ludwig von Bertalanffy no ano de 1937 em um seminário filosófico em Chicago com o objetivo de se preencher algumas lacunas na pesquisa e na Teoria Biológica e com aplicações na termodinâmica. O autor consolida a abordagem sistêmica mostrando que:

> É necessário estudar não somente partes e processos isoladamente, mas também resolver os decisivos problemas encontrados na organização e na ordem que os unifica, resultante da interação dinâmica das partes, tornando o comportamento das partes diferentes quando estudado isoladamente e quando tratado no todo (BERTALANFFY, 1973; p. 53 apud NETO, 2008, p. 70).

De acordo com Neto (2008), Bertalanffy (1973) mostram sensibilidade em relação ao esgotamento e às limitações dos esquemas metodológicos da ciência clássica entendendo a necessidade do estudo integrado dos fenômenos em detrimento de uma óptica separativa e reducionista.

Bertalanffy (1973) relaciona alguns motivos que o levaram a formular a Teoria Geral dos Sistemas, que seriam:

> a) necessidade de generalização dos conceitos científicos e modelos; b) introdução de novas categorias no pensamento e na pesquisa científicas; c) os problemas da complexidade organizada, que são agora notados na ciência, exigem novos instrumentos conceituais; d) pelo fato de não existirem instrumentos conceituais apropriados que sirvam para a explicação e a previsão na biologia; e) introdução de novos modelos conceituais na ciência; f) interdisciplinaridade: daí resulta o isomorfismo dos modelos, dos princípios gerais e mesmo das leis especiais que aparecem em vários campos (apud LIMBERGER, 2006, p. 100).

Pela análise de Sotchava, nos anos 60 do século XX, usando por base os conceitos de Landschaft (paisagem natural) e considerando como sinônimo da percepção de geossistema e estreando a análise espacial articulada com a análise funcional. Nos trabalhos de Sotchava, é destaque nas interações entre os diversos componentes, projetando uma

abordagem sistêmica, enfatizando a utilidade que a Geografia Física possuía de analisar o Meio Natural incluindo as modificações antrópicas. Nesse sentido, a paisagem era considerada como uma formação sistêmica, formada por cinco atributos sistêmicos fundamentais: estrutura, funcionamento, dinâmica, evolução e informação (BRITTO & FERREIRA, 2011). O mesmo foi estudado por Rodriguez e Da Silva (2002), onde detalharam mais acerca do conceito de Landschaft trabalhado por Sotchava:

> Victor Sotchava, especialista siberiano, pela primeira vez tentou elaborar a Teoria dos Geossistemas. Realmente, ele utilizou toda a teoria sobre paisagens (Landschaft) elaborada pela Escola Russa. Ele interpretou essa herança sob uma visão da Teoria Geral de Sistemas. Isso significava que o conceito de (paisagem natural) foi considerado como sinônimo Landschaft da noção de geossistema. Assim, a paisagem era considerada como uma formação sistêmica, formada por cinco atributos sistêmicos fundamentais: estrutura, funcionamento, dinâmica, evolução e informação. Pela primeira vez, a análise espacial (própria da Geografia Física) articulava-se com a análise funcional (próprio da Ecológica Biológica) (RODRIGUEZ & DA SILVA, 2002, p. 96).

Para Rodriguez e Da Silva (2002, p. 97), “a estrutura dos geossistemas é uma poliestrutura, incluindo geoestrutura morfolitogênica, hidroclimatogênica e biopedogênica. Ou seja, o geossistema abrange a articulação hierárquica de vários níveis e ordens, começando pelas fácies e os geótopos”.

A classificação dos geossitemas surge no ano de 1970 por Bertrand, onde ele dividiu em seis níveis espaço-temporais as paisagens naturais, conforme foi citado por Britto & Ferreira, (2011, p. 4):

> Na década de 1970, a classificação dos geossistemas estabelecida por Bertrand, classificava as paisagens naturais em seis níveis espaço- temporais: zona, domínio, região (denominadas unidades superiores) e geossistema, geofácies e geótopos (denominadas unidades inferiores). Dessa maneira, Bertrand leva em consideração, além do sistema de evolução, o estágio atingindo em relação ao clímax e o sentido geral da dinâmica (estável, progressivo ou regressivo), podendo ser considerado como Geossistema em biostasia (relativamente estável) ou Geossistema em resistasia (marcada por alterações no potencial ecológico), denominados de acordo com os processos geomorgenéticos (BERTRAND, 2004, p. 141-152 apud BRITTO & FERREIRA, 2011, p. 4).

Um sistema possui uma grande variedade de definições, sendo assim, torna-se interessante mostrarmos essas diferentes opiniões sobre o sistema. Para Biancolino (2017), define-se sistema como um conjunto de partes diferenciadas em inter-relação umas com as outras, formando um todo organizado que possui uma finalidade, um objetivo constante. Segundo Bertalanffy (1973 apud BIANCOLINO, 2017, p. 3), “sistema é um conjunto de

unidades reciprocamente relacionadas, decorrem dois conceitos o de propósito (ou objeto) e o de globalismo (ou totalidade)". Esses dois conceitos retratam duas características básicas em um sistema. Paralelamente temos a definição de Hall & Fagen (1956), que sistema é um conjunto dos elementos e das relações entre eles e entre os seus atributos. Já para Christofoletti (1979), além de ser composto por matéria, energia e estrutura, um sistema é caracterizado por:

> seus elementos ou unidades; b) suas relações – os elementos dependem um dos outros, através de ligações que denunciam os fluxos; c) seus atributos – são as qualidades atribuídas a um sistema para que se possa dar lhe características, tais como comprimento, área, volume, composição ou densidade dos fenômenos observados; d) entrada (input); e) saída (output) (CHRISTOFOLETTI, 1979 apud LIMBERGER, 2006, p. 99).

Uma das primeiras definições sobre geosistemas foi criada por Viktor Sotchava em 1962 entre os muros da Escova Soviética e publicado anos depois, para ele o termo geossistema corresponde ao termo biogeocenose, ou área homogênea elementar, cujo estabelecimento é o primeiro procedimento para a sua classificação:

> As áreas homogêneas similares unem-se na fácies, ainda também segundo o princípio da homogeneidade. Daí para as generalizações às classes superiores vão se superpondo (grupos e classes de fácies, geomas, etc.) até formarem em sua totalidade a classificação da fileira dos geômeros (SOTCHAVA, 1978, p. 06 apud NETO, 2008, p. 75).

De acordo com Sotchava (1978), toda categoria dimensional de geossistema (topológica, regional, planetária, intermediária) possui escalas próprias e princípios organizativos peculiares (apud NETO 2008, p. 75). Outrossim, a Sotchava (1978), Troppmair (2004) conceitua o geossistema como um sistema natural complexo que sofre exploração biológica, ação está onde se inscreve o papel antrópico (apud NETO 2008, p. 76). Tal entendimento é assim justificado:

> O Geossistema, que é um **SISTEMA NATURAL** mantém suas características **NATURAIS FUNDAMENTAIS** como: horas de insolação, oscilação térmica reduzida pela influência da maritimidade, elevado teor de umidade do ar, alta pluviosidade, embasamento geológico, mosaico de solos, água do solo com grande excesso anual e proximidade da superfície, hidrografia meândrica, formações vegetais típicas como mangue, jundu, restinga ou mata tropical, mesmo que estas formações sejam apenas alguns restos ou testemunhos (TROPPMAIR, 2004, p. 05. grifo do autor apud NETO, 2008, p. 76).

Além disto, para Troppmair um geossistema, sendo um "sistema espacial natural, aberto e homogêneo", será marcado por sua morfologia, ou seja, o arranjo da disposição dos

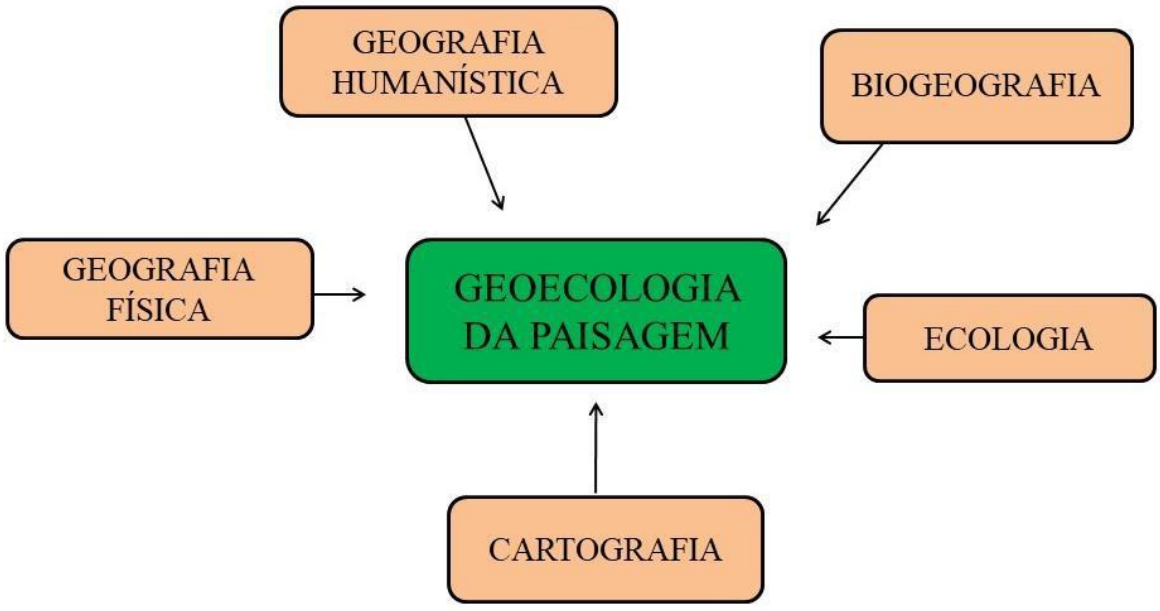
elementos e da consequente estrutura espacial; pela sua dinâmica, ou o fluxo de energia e matéria que passa pelo sistema e que variam no espaço e no tempo; pela inter-relação de seus elementos; e pela exploração biológica da flora, fauna e humana (TROPPMAIR, 2004, p.102 apud LIMBERGER, 2006, p. 102).

Já para Marciel e Lima (2011) a abordagem geossistêmica:

> procura entender as variações paisagísticas como produto histórico dos fluxos de matéria e energia, abarcando a ação do homem. Embora o geossistema seja um fenômeno natural, todos os fatores econômicos e sociais influenciam na sua estrutura, consistindo assim, além dos fatores naturais, os fatores ligados a ação antrópica também são levados em consideração durante o seu curso e suas descrições verbais ou temáticas (MARCIEL & LIMA, 2011, p. 166).

A abordagem sistêmica na Geomorfologia ligada à Geografia e a Geologia é muito relevante para alguns outros processos que ocorrem, como a Geoecologia da Paisagem onde se localiza na interface de outras ciências, conforme apresentado na figura 2:

Figura 2 – Imagem destacando várias áreas do conhecimento associada à Geoecologia da Paisagem.



Fonte: Os autores (2023).

A Geoecologia da Paisagem tem por objeto de estudo as paisagens naturais e artificiais e suas complexidades, processos de formação e as suas dimensões. Por se constituir na interface de várias ciências a Geoecologia da Paisagem acaba se tornando algo

inteiramente interdisciplinar, visando planejamento ambiental do território. Dessa maneira, vemos uma inteira relação com os geossitemas na perspectiva da paisagem e uma interação com a natureza e a sociedade. Nesse âmbito, se busca por uma visão totalitária da natureza e sociedade desde o fim do século XVII e início do século XIX com Humboldt e Ritter.

> A análise das interações da Natureza com a Sociedade foram empreendidas dentro do contexto da Geografia e tiveram como consequência o surgimento de duas formas de analisar a configuração do planeta Terra: uma visão voltada para a Natureza (com as concepções principalmente de Humboldt, e posteriormente do sábio russo Dokuchaev), firmando as bases para a Geografia Física e a Ecológica Biológica, e uma visão centrada no Homem e na Sociedade, que foi a concepção da Geografia Humana ou a Antropogeografia de Karl Ritter. (RODRIGUEZ & DA SILVA, 2002, p. 96).

Ainda no século XIX, surge a Ecologia como matéria ligada à Biologia, a qual modela uma nova interpretação acerca da natureza. Conforme citado por Rodriguez e Da Silva (2002), a primeira vez que aparece o conceito de ecossistema foi ano de 1935, que centralizava a análise da relação organismo-meio, baseada na concepção da Teoria Geral de Sistemas.

Há que considerar, também dentro da abordagem sistêmica a Ecodinâmica, qual foi construída por Tricart (1977), onde usou a metodologia baseada na análise da dinâmica dos ecótopos, o qual ele define como ecodinâmica. No ecossistema a dinâmica do meio ambiente é inteiramente relevante para a conservação e o desenvolvimento dos recursos ecológicos, e nas próprias dinâmicas das biocenoses. A dinâmica se estabelece no relacionamento desses dois aspectos entre si dentro do ecossistema, um exemplo seria um campo de duas vidas (onde só podem ser formados por materiais arenosos) esse material tem a mesma unidade litológica que ofereceu condições edáficas bem específicas para o ecossistema. Tendo por agente de transporte o vento, paralelamente, temos uma retroação positiva (pois a ação do vento que movimenta o material arenoso melhora a sua classificação granulométrica) ao decorrer do tempo a areia movimentada se torna gradativamente mais homométrica.

Para Tricart (1997) o exemplo analisado é bem limitado, mas uma unidade ecodinâmica se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente que tem repercussões mais ou menos imperativas sobre as biocenoses. De todo modo, ele coloca a morfodinâmica como sendo geralmente o elemento determinante como no exemplo citado acima. Mas a morfodinâmica interage com o clima, com a topografia e com o material rochoso, ou seja, não é um fator isolado dependendo da interação de outros parâmetros. Para ele os conceitos de unidade ecodinâmica e de ecossistema estão diretamente ligados, tendo por base um instrumento lógico de sistema, produzido por relações mútuas vindo de diversos componentes da dinâmica e os fluxos de energia/matéria no meio ambiente. Jean Tricart elaborou uma

classificação ecodinâmica, onde trata sobre elementos da paisagem, dividindo-as em estáveis, intergrades e instáveis.

Desde os primórdios, a existência humana tem percepções e relações com o meio, de fato, os seres humanos dependiam desta relação harmônica entre homem e natureza para sua sobrevivência. Contudo, ao passar dos séculos o homem tem desenvolvido conceitos e compreensões que foram induzidos por pintores, poetas e artistas tanto do Ocidente, quanto do Oriente. Na Alemanha, surgem as primeiras ideias em relação à Paisagem sob um ponto de vista científico. Com estudos sistêmicos iniciados por Alexandre Von Humboldt, resultou em compreensões sobre a paisagem que correspondem a um conjunto de relações entre elementos humanos e naturais. Humboldt tinha uma perspectiva sobre a paisagem que exprimia ainda a iniciativa de uma aproximação entre razão e sensibilidade.

> Tudo quanto dá caráter individual à paisagem: o contorno das montanhas que limitam o horizonte num longínquo indeciso, a escuridão dos bosques de pinheiros, a corrente que se escapa de entre as selvas e bate com estrépito nas rochas suspensas, cada uma destas coisas tem existido, em todos os tempos, em misteriosas relações com a vida íntima do homem. (HUMBOLDT, 1952, p. 212).

Discípulo de Humboldt, Ferdinand Von Richtofen obtém notoriedade em suas obras no século XX, na qual, estas apresentam um ponto de vista da superfície terrestre como intersecção de diferentes esferas: litosfera, atmosfera, hidrosfera e biosfera. A evolução dos estudos sobre Paisagem tem na antiga União Soviética um progresso revolucionário. A ciência da paisagem tem início no fim do século XX, conhecida como Geografia Física Complexa. Ela tem paridade na Escola Alemã, sendo de essencial influência para a contribuição do edafólogo russo Dokoutchaev. A partir da década de 1960, a concepção sistêmica do estudo da paisagem é adotada nos países latinos e na França.

> A Paisagem adquiriu vários significados ao longo do tempo, passando da simples análise dos componentes físicos que a compõem à inserção do homem como parte integrante e modificadora da sua realidade. Seu conceito hoje é muito utilizado dentro da Ecologia da Paisagem, que representa uma via para a compreensão da realidade ambiental de forma científica, pois recorre a uma ampla variedade de métodos e técnicas dos mais diversos campos de estudo (MOURA & SIMÕES, 2010, p. 185).

A concepção de paisagem não alude somente ao que é contemplável pois o estudo dos fenômenos e processos menos visíveis são indispensáveis para se interpretá-la por completo. A Paisagem apresenta uma compreensão sintetizada de forma mais completa, contrário no que se diz a de região, território, espaço e lugar, categorias que inclusive são

extensivamente estudadas pelos geógrafos. Analisar e construir uma crítica da paisagem contemporânea a partir da análise do espaço implica em olhar as paisagens como especificações de uma totalidade da qual fazem parte “através de uma articulação que é ao mesmo tempo funcional e espacial” ou, em outras palavras, realizações de “um processo geral, universal, em um quadro territorial menor, onde se combinam o geral (...) e o particular” (CORRÊA, 1986, p. 46).

Em nossa contemporaneidade, diversos estudiosos em vários campos do saber fizeram distinções e conceitos sobre a paisagem. Alguns conceitos de paisagem podem ser observados na tabela 1.

Tabela 1 – Diferentes Conceitos de Paisagem.

Autores	Conceitos sobre Paisagem
PIERRE GEORGE (1966)	Pierre George em seu livro *Sociologie et Géographia* deixa transparecer seu conceito de paisagem quando afirma: “Toda coletividade humana projeta-se sobe uma porção de espaço terrestre a qual, sob diversas formas, serve de suporte às suas atividades. Essa parcela do espaço comporta, de facto, uma estratificação de vários espaços, qualificados segundo a natureza de suas relações com as atividades e formas de existência dos grupos considerados” (GEORGE, 1966, traduzido).
BERTRAND (1972)	Bertrand (1972, p. 1), geógrafo francês, considerou que paisagem seria “um termo pouco usado e impreciso” e, por isso mesmo, ultizado as vezes sem critério. Para este autor, não seria a simples junção de elementos geográficos que resultaria em uma paisagem, mas a combinação dinâmica, instável, dos elementos físicos, biológicos e antrópicos, porque a paisagem não é apenas natural, mas é total, com todas as implicações da participação humana.
DELPOUX (1972)	Em 1972, Marcel Delpoux, da Universidade de Toulouse, daria um tratamento metodológico específico ao estudo da paisagem, assinalando que as mesmas seriam uma entidade biofísica complexa, formada por dois constituintes: suporte, ou seja, as características geológicas no sentido lato (orogênese, estratigrafia e litologia) e cobertura, que seriam os parâmetros climáticos, biogeográficos e antrópicos (DELPOUX, 1972).
SOCHAVA (1978)	Na sua obra de 1978, o mais significativo é tratar de incorporar de um jeito integral a abordagem sistêmica no estudo das

	paisagens como unidades espaciais, como entidades totais, considerando que a organização sistêmica é algo inerente à natureza e à superfície do globo.
LEMOS (1989)	Lemos (1989), em sua dissertação de Mestrado sobro uso e manejo de Cambissolos, considera a paisagem como o resultado da interação entre os fatores de formação do solo, e que, portanto, deve ser considerada a posição do solo na paisagem.
ROUGIE E BEROUTCHATCHVILI (1991)	Rougie e Beroutchatchvili (1991, p. 10), declararam considerar que a paisagem é simplesmente a “estrutura do ecossistema”.
MILTON SANTOS (1997)	“A paisagem nada tem de fixo, de imóvel. Cada vez que a sociedade passa por um processo de mudança, a economia, as relações socias e políticas também mudam, em ritmos e intensidades variados. A mesma coisa acontece em relação ao espaço e à paisagem que se adaptar às novas necessidades da sociedade” (SANTOS, 1997, p. 37).
SAUER (1998)	Sauer (1998), considera que região e área são, em certo sentido termos equivalentes a paisagem.
JOSÉ BUENO CONTI (2001)	Assim como o clima, a paisagem é produto de uma convergência de processos atmosféricos, geomorfológicos, hidrológicos e antrópicos.
AZIZ NACIB AB’SABER (2003)	“As paisagens têm sempre a caráter de herança de processos (fisiográficos e biológicos), de atuação antiga, remodelados e modificação por processos de atuação recente. Assim sendo, as paisagens são uma herança, um patrimônio coletivo dos povos que, historicamente os modificaram ao longo do tempo e do espaço” (AB’SABER, 2003, p. 9).
BALDIN (2021)	“A paisagem conjuga o passado, o presente e nos aponta o futuro, em uma convivência de diferentes temporalidades que faz de cada uma delas única. Entendida como um produto social e his-tórico, ela retrata as sociedades que a construíram e a constroem. Portanto, ela não é estática, está em constante transformação” (BALDIN, 2021, p. 8).

Fonte: Os autores (2023).

O debate acerca do caráter polissêmico da categoria de paisagem advém das múltiplas correntes téorico-metodológicos que sustentam as análises geográficas, recentemente Loureiro e Guerra (2022), sistematizaram o amplo entendimento da paisagem, a partir das múltiplas formas sociais e físicas do meio ambiente, modificadas no tempo presente e passado.

Portanto, as múltiplas maneiras em estudar a paisagem de acordo com a abordagem sistêmica requer a compreensão dos múltiplos componentes antrópicos e naturais, exigindo um entendimento da dinâmica evolutiva no tempo e funcional na escala dos processos geomorfológicos, requer ir além da síntese do espaço, pressupõe verificar a importância de cada elemento no geossistema, caso contrário, é inerentemente uma descrição físico-ambiental, sem dimensionamento espaço-temporal dos fenômenos.

Considerações Finais

Os geossistemas são unidades de estudo geográficas, compostas por elementos de uma determinada paisagem se relacionando dentro do meio natural e social. Na perspectiva geográfica o meio natural não é visto apenas por seus componentes biológicos, para a geografia ele deve ser definido por suas dimensões e extensão.

Portanto, a Geomorfologia tem grande importância no estudo dos geossistemas, por se tratar do estudo do relevo, que é um dos fatores modificantes da dinâmica da paisagem. Entretanto a Geomorfologia estabelece conexões com outras ciências, como a Geologia e a Geografia-física, ambas estudam a relação homem e natureza.

Na Escola Alemã de Alexander Von Humboldt, ocorreu o princípio da Teoria Geral dos Sistemas, sua abordagem surgiu no século XIX, e tem sido estudada e adaptada por diversos pesquisadores, entre eles Vitor Sotchava, no século XX, que enfatizou a interação entre diversos componentes resultando em uma abordagem sistêmica.

Para Rodriguez e Da Silva (2002), a paisagem era considerada uma abordagem sistêmica, no qual seus atributos fundamentais eram estrutura, funcionamento, dinâmica, evolução e informação. Entretanto a classificação dos geossistemas surge em 1970 por Bertrand, assim classificando as paisagens naturais em seis níveis, a zona, o domínio, a região e os geossistemas, os geofácies e os geótopos, porém na concepção de Sotchava, a uma necessidade de áreas homogêneas similar, para que esses sistemas se unam com maior facilidade, enfatizando o princípio da homogeneidade.

Referências

AB'SÁBER, A. N. – Paisagens e problemas rurais da região de Santa Isabel. São Paulo, Associação dos Geógrafos Brasileiros. Boletim Paulista de Geografia nº 10, p. 45-70, março de 1952. In: CONTI, José Bueno. Geografia e Paisagem. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 3, p. 240, 2014.

BALDIN, Rafael. Sobre o conceito de paisagem geográfica. **Paisagem e Ambiente**, v. 32, n. 47, p. e180223-e180223, 2021.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 8, p. 141, 2004.

BIANCOLINO, C. A. **Teoria Geral dos Sistemas**. In: BERTALANFFY, Ludwig von. Teoria Geral dos Sistemas. Tradução de Francisco M. Guimarães. Petrópolis: Vozes, 1973. Revista FEAUSP, São Paulo, p.3, 2017.

BIANCOLINO, C. A. **Teoria Geral dos Sistemas**. Revista FEAUSP, São Paulo, p.2, 2017.

CONTI, J. B. – Resgatando a "Fisiologia da Paisagem". São Paulo, Universidade de São Paulo, Revista do Departamento de Geografia 14, p. 59-68, 2001. In: CONTI, José Bueno. Geografia e Paisagem. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 3, p. 241, 2014.

CORRÊA, Roberto Lobato. Região e organização espacial. São Paulo: Ática, 1986. In: SERPA, Angelo. Milton Santos e a paisagem: parâmetros para a construção de uma crítica da paisagem contemporânea. **Paisagem e Ambiente**, n. 27, p. 131-138, 2010.

DE BRITTO, Monique Cristine; FERREIRA, Cássia de Castro Martins. Paisagem e as diferentes abordagens geográficas. In: BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através do território e das temporalidade**s. Maringá: Massoni, p. 141-152, 2004. **Revista de Geografia-PPGEO- UFJF**, v. 1, n. 2, 2011.

DE BRITTO, Monique Cristine; FERREIRA, Cássia de Castro Martins. Paisagem e as diferentes abordagens geográficas. **Revista de Geografia-PPGEO-UFJF**, v. 1, n. 2, 2011.

DELPOUX, M. – Ecosystème et paysages. Revue Géographique des Pyrenées et du SudOuest, 43 (2), p. 157-174, 1972. In: CONTI, José Bueno. Geografia e Paisagem. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 3, p. 241, 2014.

GALINA, Maria Helena. **GEOSSISTEMAS. Mercator - Revista de Geografia da UFC**, [S. l.], ano 05, n. 10, p. 80-88, 2006.

GEORGE, P. – Sociologie et Géographie. Paris, Presses Universitaires de France, 1966, 215 p. 1966. In: CONTI, José Bueno. Geografia e Paisagem. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 3, p. 240, 2014.

GUERRA, J. T.; LOUREIRO, H. A. Grandes Temas e Conceitos da Paisagem Geomorfológica à Luz do Século XII. In: GUERRA, J. T.; LOUREIRO, H. A. S. **Paisagens da geomorfologia: temas e conceitos no século XXI**. Ed. 1. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2022. 375p.

HALL&FAGEN, Definition of systems, General Systems, Yearbook, 1:18-26, 1956.

HUBP, J.L. **Diccionário Geomorfologico**. México: UNAM, Instituto de Geografia, 1989. – Recife: Bagaço, p. 13, 2008.

JATOBÁ, L. & LINS R. C. **Introdução à geomorfologia**. 5aedição revista e ampliada. In: LEMOS, M. do S. dá S. Cambissolos desenvolvidos de calcário da Chapada do Apodi (RN):

caracterização, uso e manejo. Lavras, 1989. Dissertação (Mestrado) − Escola Superior de Agricultura de Lavras.

LIMBERGER, Leila. Abordagem sistêmica e complexidade na geografia. In: TROPPMAIR, Helmut. **Biogeografia e Meio Ambiente**. 6ª edição. Rio Claro: Divisa, 2004. **Geografia**, v. 15, n. 2, p. 102, 2006.

LIMBERGER, Leila. Abordagem sistêmica e complexidade na geografia. In: CHRISTOFOLETTI, Antonio. Análise de Sistemas em Geografia. São Paulo: Hucitec, 1979. **Geografia**, v. 15, n. 2, p. 99, 2006.

LIMBERGER, Leila. Abordagem sistêmica e complexidade na geografia. **Geografia**, v. 15, n. 2, p. 95-109, 2006.

MACIEL, Ana Beatriz Câmara; LIMA, Zuleide Maria Carvalho. O conceito de paisagem: diversidade de olhares. **Sociedade e Território**, p. 159-177, 2011.

MATEO, José; DA SILVA, Edson Vicente; VICENS, Raúl Sánchez. O legado de Sochava. **GEOgraphia**, v. 17, n. 33, p. 226, 2015.

MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 8, 2004.

MOURA, Danieli Veleda; SIMÕES, Christian da Silva. A evolução histórica do conceito de paisagem. 2010.

NETO, Roberto Marques. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. In: BERTALANFFY, L. v. **Teoria Geral dos Sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1973. Geografia (Londrina), v. 17, n. 2, p. 70, 2008.

NETO, Roberto Marques. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. In: SOTCHAVA, V. B. O estudo dos geossistemas. **Métodos em Questão**. São Paulo, n. 6, 1977. p. 50. **Geografia (Londrina)**, v. 17, n. 2, p. 75, 2008.

NETO, Roberto Marques. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. In: TROPPMAIR, H. **Sistemas/ Geossistemas/ Geossistemas Paulistas/ Ecologia da Paisagem.** Edição do autor. Rio Claro, 2004. P. 130. **Geografia (Londrina)**, v. 17, n. 2, p. 76, 2008.

NETO, Roberto Marques. A abordagem sistêmica e os estudos geomorfológicos: algumas interpretações e possibilidades de aplicação. In: SOTCHAVA, V. B. Por uma teoria de classificação dos geossistemas de vida terrestre. **Biogeografia**. São Paulo, n. 14, 1978. p. 24. **Geografia (Londrina)**, v. 17, n. 2, p. 75, 2008.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; DA SILVA, Edson Vicente. A classificação das paisagens a partir de uma visão geossistêmica. **Mercator**, v. 1, n. 1, 2002.

ROUGERIE, G.; BEROUTCHACHVILI, N. Geosystèmes et paysages: bilan e méthodes. Paris: Armand Colin Éditeur, 1991. In: MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 8, p. 86-87, 2004.

SANTOS, Milton. Pensando o espaço do homem. 4. ed. São Paulo: Hucitec, 1997. In: SERPA, Angelo. Milton Santos e a paisagem: parâmetros para a construção de uma crítica da paisagem contemporânea. **Paisagem e Ambiente**, n. 27, p. 131-138, 2010.

SAUER, C. O. A morfologia da paisagem. In: CORRÊA, R. L.; ROSENDAHL, Z. (Org.). Paisagem, tempo e cultura. Rio de Janeiro: EDUERJ, 1998. In: MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 8, p. 87, 2004.

SERPA, Angelo. Milton Santos e a paisagem: parâmetros para a construção de uma crítica da paisagem contemporânea. **Paisagem e Ambiente**, n. 27, p. 131-138, 2010.

SILVEIRA, Roberison Wittgenstein Dias. **A PAISAGEM EM HUMBOLDT: da instrumentalização do olhar a percepção do Cosmos.** [201-?]. 4-5 p.

TRICART, Jean. ecodinâmica. In: **Série recursos naturais e meio ambiente.** SUPREN/IBGE, 1977.

VICENTE, Luiz Eduardo et al. **ABORDAGEM SISTÊMICA E GEOGRAFIA**. GEOGRAFIA, Rio Claro, v. 28, n. 3, set./dez. 2003. p. 323-344.

Caracterização Geoambiental da Praia de Areia Preta em Natal/RN

Geoenvironmental Characterization of the Areia Preta Beach in Natal/RN

Vandetania Xavier Nascimento
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Instituição de Ensino Superior em Natal/RN, Brasil
https://orcid.org/0000-0003-4140-5832
taniaxn02@gmail.com

Zuleide Maria Carvalho Lima
Departamento de Geografia/ Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte/RN, Brasil,
https://orcid.org/0000-0002-6971-9801
Zuleide.lima@ufrn.edu.br

João Correia Saraiva Junior
Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte: Natal, RN, BR
https://orcid.org/0000-0001-9100-1241
joão.correia@ifrn.edu.br

Moacir Paulo Sousa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Instituição de Ensino Superior em Natal/RN, Brasil
https://orcid.orcid.org/0000-0001-7449-4945
moanatalrn@gmail.com

Joanderson Fernandes Simões
Universidade Federal do Rio Grande do Norte - Instituição de Ensino Superior em Natal/RN, Brasil
https://orcid.orcid.org/0000-0003-2008-4283
joanderson.fernandes.086@ufrn.edu.br

Resumo: A zona costeira é um espaço de grande valor ambiental, e representa um papel socioeconômico essencial como fonte de recursos. Contudo, é uma área muito sensível e frágil pelo seu caráter de interface terra-mar (MUEHE, 2006). O objetivo desse trabalho é caracterizar os aspectos geoambientais da praia de Areia Preta localizada no litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte em um período compreendido entre fevereiro de 2022 a fevereiro de 2023. A metodologia utilizada para contemplar esse objetivo foi a caracterização ambiental, levantamento topográfico, coleta de dados hidrodinâmicos, coleta de sedimentos e registros fotográficos. Os resultados mostraram que praia apresenta alterações topográficas relacionadas a sazonalidade e que a mesma está susceptível a mudanças ambientais, ocasionadas tanto pela dinâmica natural da praia, quanto pelas ações antropogênicas sobre esse espaço. Essa pesquisa traz dados que pode servir para orientar os gestores sobre a tomadas de decisões atreladas ao monitoramento costeiro.

Palavras-chave: Geoambiental; Levantamento topográfico, Areia Preta; Monitoramento costeiro.

Abstract: The coastal zone is an area of great environmental value, and plays an essential socioeconomic role as a source of resources. However, it is a very sensitive and fragile area due to its land-sea interface character (MUEHE, 2006). The objective of this work is to characterize the geoenvironmental aspects of Areia Preta beach located on the eastern coast of the state of Rio Grande do Norte in a period between February 2022 and February 2023. The methodology used to contemplate this objective was the environmental characterization, topographic survey, hydrodynamic data collection, sediment collection and photographic records. The results showed that the beach presents topographic changes related to seasonality and that it is susceptible to environmental changes, caused both by the natural dynamics of the beach and by anthropogenic actions on this space. This research brings data that can serve to guide managers on decision-making linked to coastal monitoring.

Keywords: Geoenvironmental; Topographic survey, Areia Preta; coastal monitoring

Introdução

A zona costeira é um espaço de grande valor ambiental, e representa um papel socioeconômico essencial como fonte de recursos. Contudo, é uma área muito sensível e frágil pelo seu caráter de interface terra-mar (MUEHE, 2006). Estas áreas correspondem 1,6% da superfície terrestre emersas abrigando aproximadamente 70% da população mundial (CPRH, 2013).

A zona costeira é um espaço onde ocorre uma forte dinâmica natural, dominada por diversos agentes modeladores, como vento, ondas, marés, correntes litorâneas e variações do nível do mar, além de obstáculos que retém sedimentos. Devido seu valor ambiental, assim como sua dinâmica morfológica e sedimentar, responsável pela diminuição da energia hidráulica e a importância socioeconômica que as praias arenosas representam, tem atraído muitos pesquisadores em busca de uma melhor compreensão, utilização e preservação destes ambientes.

Como integrante da zona costeira, destaca-se o ambiente praial, que para Coutinho, et al. (1997), compreende as praias, mas não se resumem a elas. Na verdade, este ambiente é maior do que o termo praia. Estende-se de pontos submersos, situados além da zona de arrebentação, onde as ondas de maior altura já não selecionam nem mobilizam, até a faixa de dunas e/ou escarpas que ficam à retaguarda do ambiente.

Entende-se por praia “um conjunto de sedimentos depositados ao longo do litoral, que está em movimento continuo”. (CRISTOFOLETTI. 1980, p.133). O ambiente praial para Suguio (2003), equivale à área próxima de um corpo aquoso, orientado por ondas e formado por material granular inconsolidado que obtém influências relevantes do sistema costeiro.

As características morfodinâmica das praias arenosas são definidas através das relações existentes entre os materiais que as formam e a energia hidrodinâmica incidente (Wright & Short, 1984). É um ambiente bastante dinâmico que pode sofrer erosão, sedimentação e equilíbrio a curto prazo, através de forças das ondas, correntes, marés e dos ventos, e a longo prazo, em consequência das flutuações do nível relativo do mar (MUEHE, 2006).

A erosão costeira é um problema global, é definida pelo recuo da linha de costa em direção ao continente e resultante do balanço sedimentar negativo. Afeta quase todos os países com litoral, em alguns casos pode atingir estágios muito elevados. A urbanização, que ocorre cada vez mais próximo a linha de costa, bloqueia o balanço sedimentar de retirada e reposição de sedimentos, deste modo, quanto mais o litoral for ocupado mais acentuadas são os problemas, que cresce em magnitude e importância, devido ao aumento do valor econômico das zonas costeiras e à forma que assume o desenvolvimento (CUNHA, 2004).

O estudo da caracterização morfodinâmica se justifica, pela finalidade de entender as modificações na sua morfogênese, possibilitando a análise do comportamento da praia, se a mesma se encontra em estado erosivo, com progradação ou se a praia se encontra estável.

Sobre isto, Muehe (2006), destaca que é necessário fazer um diagnóstico especifico para cada situação, cujo objetivo seja apontar as causas, para que possam ser tomadas medidas mitigadoras e de gerenciamento costeiro. Pois conforme Nascimento. D.R (2020), a proteção da zona costeira, o seu uso adequado assim como o respeito aos monitoramentos deve estar na consciência dos especialistas, políticos e dos seus moradores e visitantes. Nota-se que, a falta de sensibilidade, fiscalização e apropriação inadequada ao ambiente costeiro comprometem o equilíbrio do mesmo, causando impactos que podem ser irreversíveis (BAPTISTA, M, & BERNARDES, D. 2021).

Neste sentido foram realizados em Natal/RN alguns trabalhos, destacando-se os trabalhos de Lima (2004), Diniz (2002), Cunha (2004), Araújo (2006), Nunes (2008), Nunes (2011), Nunes (2012), Chacon (2013), Medeiros (2015) e Maciel et al. (2016), Nascimento, 2023 (dentre outros).

Este trabalho tem como objetivo caracterizar os aspectos geoambientais da praia de Areia Preta localizada no litoral oriental do estado Norte-rio-grandense em um período compreendido entre fevereiro de 2022 a fevereiro de 2023, cujos campos aconteceram nos meses de fevereiro, junho e outubro de 2022 e fevereiro de 2033. Este trabalho é importante por gerar dados que poderão ser utilizados em trabalhos futuros em ações de gerenciamento e proteção costeira.

A zona costeira de Natal/RN apresenta vulnerabilidade associadas segundo Lima (2013), às mudanças ambientais motivadas pelos fatores naturais e antropogênicos. Deste modo, comparando os dados coletados em fevereiro, junho e outubro de 2022 e fevereiro de 2023, foi possível fazer uma análise geoambiental da praia de Areia Preta.

Caracterização da área de estudo

A área da pesquisa localiza-se no litoral oriental do estado do Rio Grande do Norte e compreende a praia de Areia Preta, área urbana, localizada entre as coordenadas 5º 47’28,54 de latitude Sul e 35º 11’10.95’’ de longitude Oeste na zona leste da cidade do Natal, (fig. 01).

Figura 01. Mapa de localização da área

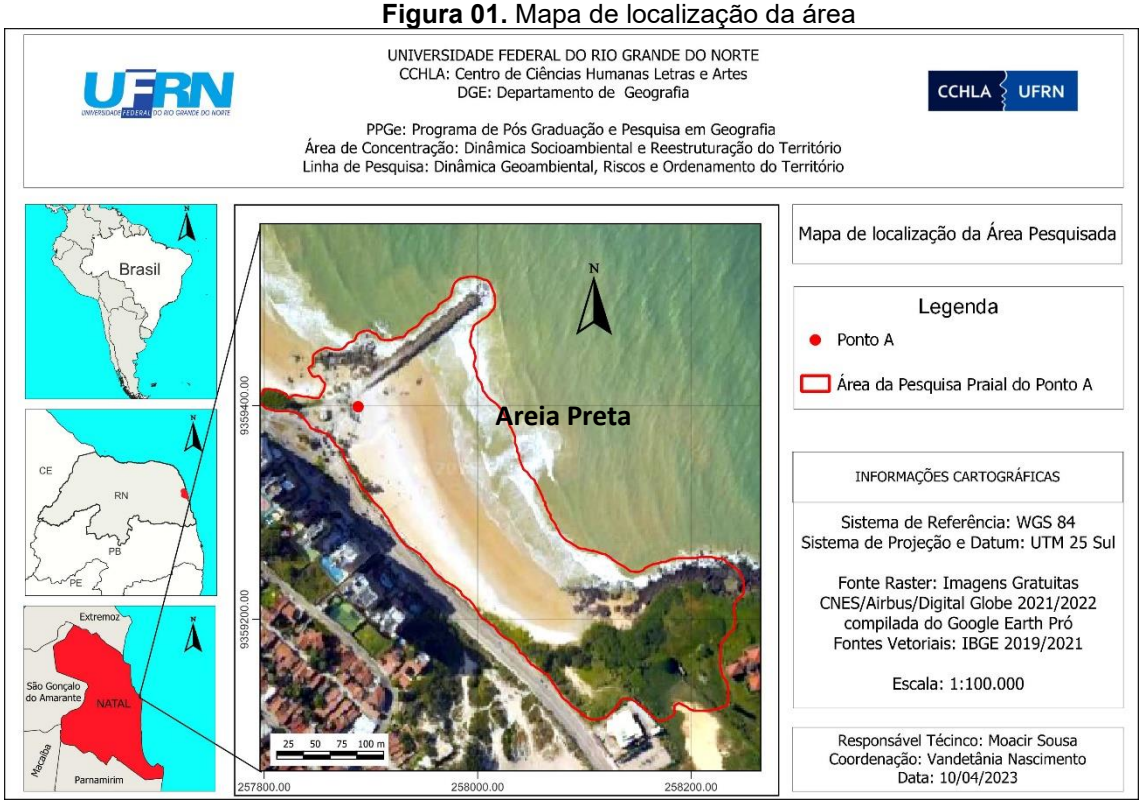


Figura 01. Fonte Raster: IBGE 2019/2021.

O clima da área é o Tropical quente úmido e semi-úmido, com temperatura média anual acima de 26°C e de baixa amplitude anual (NIMER, 1989), o índice de precipitação entre 700 mm e 1500 mm (EMPARN, 2017), na estação chuvosa referente aos meses de maio e junho e seca intensa entre setembro e dezembro influenciada pelo deslocamento da ZCIT (Zona de Convergência Intertropical). Segundo Vital et al (2006) e Amaro et al (2021), neste setor da costa brasileira as modificações na linha de costa são dominadas pelas ondas e modificadas por marés, originando praia refletivas e intermediarias. Os ventos predominantes na área de estudo têm a direção sudeste em grande parte do ano, seguido pelos ventos de leste (Cunha, 2004).

A geologia da área caracteriza-se por depósitos Tércio-quaternário da Formação Barreiras, Arenitos ferruginosos, Arenitos de praia, Sedimentos eólicos e marinhos. Os depósitos Tércio-quaternário da Formação Barreiras é constituída, conforme Cunha (2004), por camadas de depósitos clásticos, com granulometria diversificada entre seixos quartzosos e areias consolidadas com cores variadas. Sobre as unidades morfológicas que existem na área de estudo se destacam: dunas, tabuleiros costeiros, recifes praias, planícies praiais e falésias modeladas no promontório sustentado por arenitos ferruginosos, como mostra o mapa 02.

Figura 02. Mapa de geomorfologia da área de pesquisa

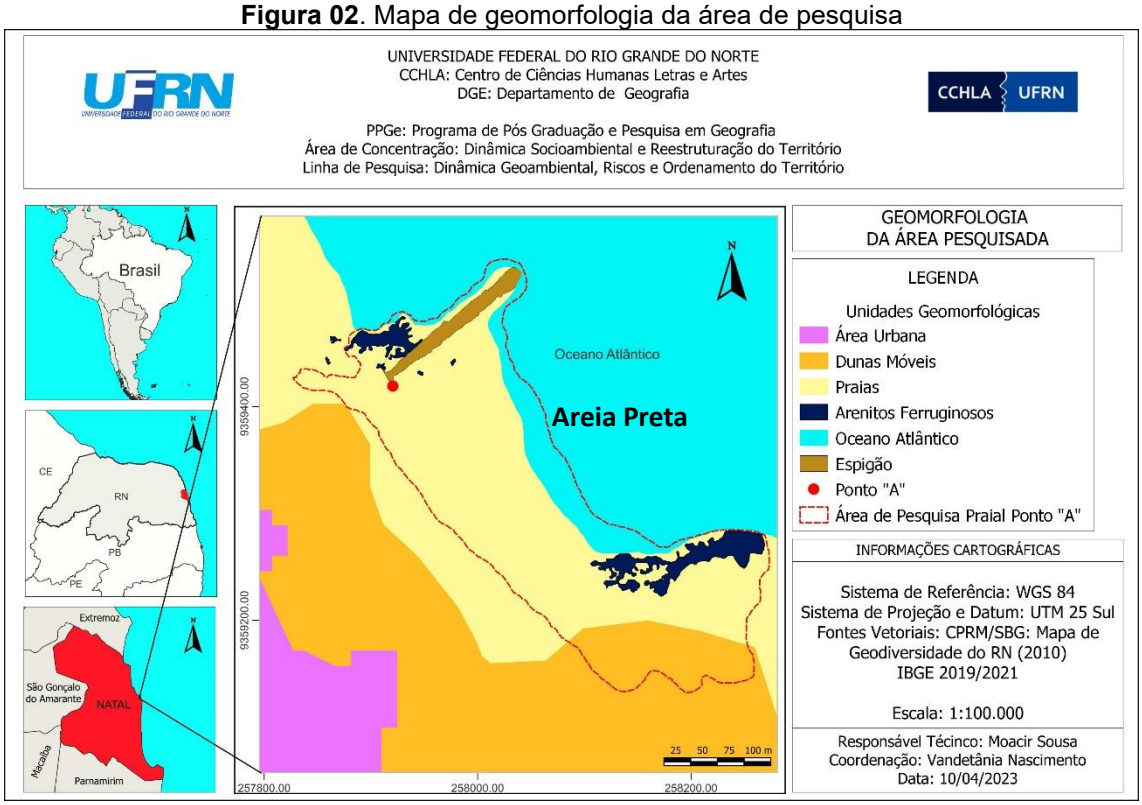


Figura 02. Fonte: CPRM/SBG- IBGE 2019/2021.

A vegetação do litoral de Natal segundo Cunha (2004 Apud Nunes, 2011), é composta por 3 estratos: espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas. Pode ser dito que estas formações são do tipo secundária já que a vegetação original foi destruída pelo homem. Atualmente, a vegetação é composta por plantas cultivadas combinadas com pequena regeneração da vegetação natural (NASCIMENTO, 2023).

Na área de estudo compreende uma vegetação rasteira como (salsa de praia) ***Ipomea pescaprae***, (capim de areia) ***Panicum racemosum***, (pirrixiu) ***Iresine portucaloides*****,** além de (coqueiros) ***Cocos nucifera* L** e (castanhola) ***Terminalia catappa.***

Materiais e métodos

Para o desenvolvimento desse trabalho foi utilizada as seguintes etapas: trabalho de gabinete, campo e produção textual, a qual constitui a elaboração do trabalho final do estudo (Figura 03):

Figura 03. Organograma dos Procedimentos Metodológicos.

Fonte: Nascimento (agosto/2023).

No primeiro momento da pesquisa - trabalho de gabinete, foi feito uma revisão bibliográfica em livros, teses, dissertações e artigos de periódicos com autores que discutem os conceitos dessa pesquisa. Nessa etapa ainda foram confeccionados os mapas referentes a área de estudo. No segundo momento foi realizado os campos onde foi realizado a caracterização ambiental, perfis topográficos, medida de inclinação do estirâncio, coleta de sedimentos e dados hidrodinâmicos. Já no terceiro momento realizou-se a caracterização e análise dos dados.

Os campos ocorreram nos meses de fevereiro, junho e outubro/2022 e fevereiro de 2023. Estes foram realizados durante a lua nova (maré de sizígia). Os primeiros dados coletados foram a caracterização ambiental, perfis topográficos transversais à praia compreendendo os três compartimentos da praia, através da Métodologia da “Stádia” Birkemeier (1981), medida da inclinação da zona de estirâncio, coleta de sedimentos (apenas cinco centímetros a partir da superfície referente ao pós-praia, estirâncio e ante-praia. Esses dados foram colhidos durante a maré de vazante mais baixa. Já os dados hidrodinâmicos tais como, altura e período das ondas, velocidade e direção da corrente litorânea, e direção dos ventos foram obtidos durante a preamar, conforme a tábua de maré confeccionada para o Porto de Natal/RN.

Para a análise dos dados dos resultados dos perfis foi utilizado as diferenças de nível entre os pontos que foram medidos através de leituras em visadas horizontais com um nível topográfico e uma régua, depois esses dados foram processados no software Excel, calculadas as cotas dos pontos visados e confeccionados os gráficos.

Para medir a altura de onda foi usado o teorema de Tales a partir da semelhança de triângulos. Foram feitas a medição de 12 ondas consecutivas, eliminou-se as duas ondas mais discrepantes e a média aritmética dos valores restantes foi obtida. Já para medição do período de onda foi utilizado um cronômetro e duas balizas. Um observador mira as duas balizas e conta 10 períodos de 11 ondas, em seguida elimina-se o maior e o menor valor do

período e faz a média aritmética dos valores restantes. Para a realização dos cálculos da velocidade da corrente litorânea usou-se a formula de Bonjorno e Ramos (1992), $\Delta V=\Delta S/\Delta T$, onde, ΔV corresponde à velocidade, ΔS é a variação do percurso e ΔT é a variação do tempo.

No terceiro momento foi realizado caracterização e análise dos dados. No laboratório foi realizado a análise granulométrica baseada na metodologia de Suguio (1973), onde cada coleta passou pelo processo de lavagem, secagem na placa aquecedora, pesagem (100g) e peneiramento seco num agitador de peneiras Rot-ap com 7 peneiras com diâmetros diferenciados. Em seguida pesou-se o material que ficou retido em cada peneira fez-se a tabulação no Excel e posteriormente os dados foram inseridos no SAG-Sistema de analise granulometria da universidade Federal Fluminense. Após a aquisição dos dados de todas as etapas anteriores concluídas, foi feita a análise das informações e geração de produtos finais.

Resultados e discussões

Percebemos que a érea de estudo, é bem urbanizada, com grandes empreendimentos imobiliário de alto valor, construídos em campo de dunas, como mostra a (fig. 04). Observamos também uma grande interferência antrópica decorrente da presença de banhistas, e comerciantes, além do promontório artifial (espigão) que interfere nos três compartimentos da praia, pós-praia, estirâncio e ante-praia. Este espigão foi implantado na praia no ano 2000 com o objetivo de reter sedimentos e conter a erosão. Sobre esse empreendimento Araújo (2006), Nunes (2011) e Diniz (2004), afirmam que o mesmo resolveu em parte o problema da erosão na praia de Areia Preta, no entanto, tem intensificado o problema nas praias adjacentes.

Figura 04. Empreendimento imobiliário de alto valor

Fotos: Nascimento, 2023

A vegetação da área caracteriza-se pela presença de gramíneas, capim de praia, coqueiros e outros. As ondas do tipo mergulhante, sendo a direção do vento S-SSE, com

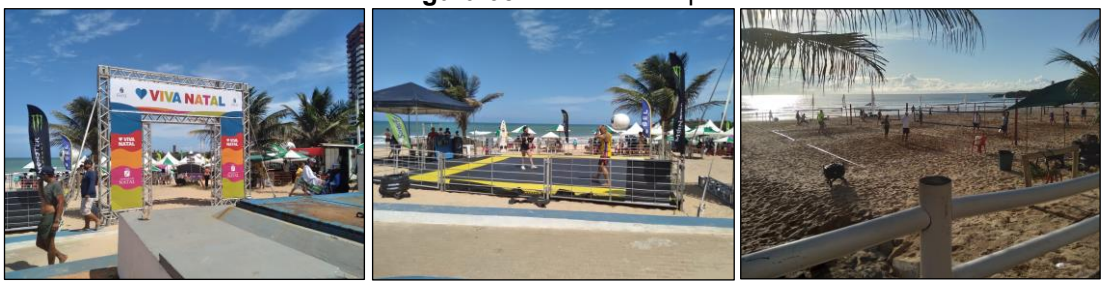
velocidade de 3.6 m/s, temperatura 24ºC e umidade de 85%, já a inclinação da praia variou de 3 a 5 graus.

Percebemos que a praia não tem corrente de retorno perpendicular à linha de costa, estando esta longitudinal, o que torna a praia própria para o banho. Observamos também a presença de arenitos da formação barreira, os quais possuem marmitas e estão em processo de formação de recifes de corais.

Em relação aos sedimentos visualizados foram de granulometria média, com presença de minerais pesados. Notou-se também a presença de lixeiras distribuídas ao longo da praia, mesmo assim, foi encontrado materiais poluentes como plástico, vidro e lixo orgânico. Percebeu-se que o compartimento do pós-praia é bastante reduzido, mesmo assim, foi visualizado a existência de muitas dinâmicas sociais (barracas, comércio, sinalização e também muito utilizada para atividades esportivas), como mostra a figura 05.

A mobilidade de pessoas, mesmo que em pequena escala causa uma elevada movimentação dos sedimentos em direção a ante praia, o que pode acarretar num soterramento da praia (LIMA et.al 2010).

Figura 05. Atividades esportivas



Fotos: acervo da autora: Nascimento/23

Análise topográfica

Verificamos que o perfil apresentou alterações topográficas significativas. No pós-praia vê-se que os meses junho/22, outubro/22 e fevereiro/23 houve um processo de erosão quando comparado com o mês de fevereiro/22, tido aqui como mês base. Já no compartimento do estirâncio os meses de junho/22 e fevereiro/23 mostrou tendência a deposição enquanto o mês de outubro/22 indicou uma erosão, quando comparados ao mês base (fev/22), como mostra o gráfico 01.

Gráfico 01. Perfil topográfico.

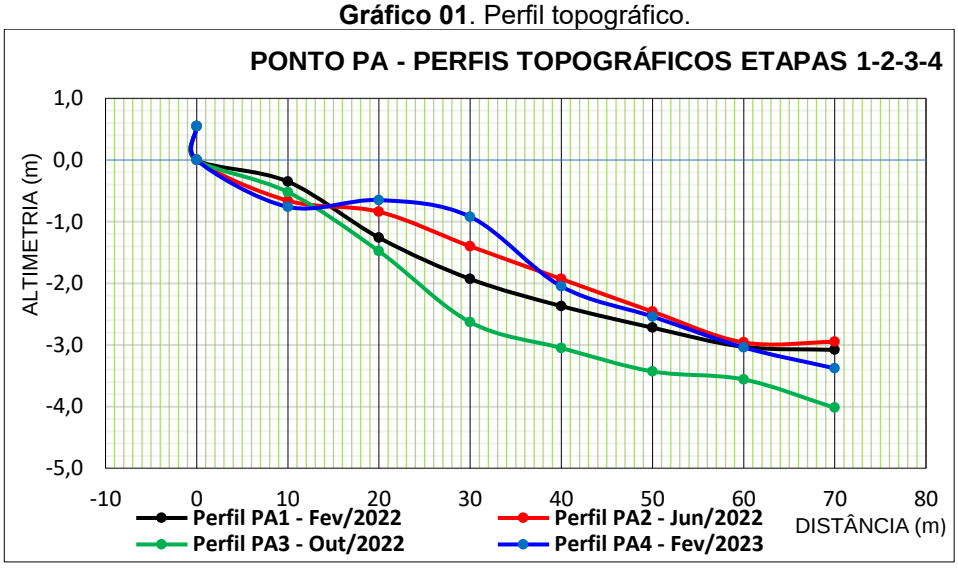


Foto: acervo da autora: Nascimento/2022

Quando se tenta fazer uma análise geral da topografia da praia de Areia Preta nota-se que em todos os meses houve uma homogeneidade nas distâncias dos perfis, todos com 70 m partindo do marco zero até a praia e uma retirada significativa de sedimentos referente ao mês de outubro, que deve estar relacionada com a velocidade da corrente que neste mês estava mais rápida evidenciando um maior transporte sedimentar como é visualizado na tabela 01 referente aos dados hidrodinâmicos.

Com relação ao volume de sedimentos transportados conforme equação estabelecida por Komar (1976), o maior volume de sedimentos transportados ocorreu no mês de outubro/22 e fevereiro/23 o que indica uma maior erosão em comparação com o volume transportado em fevereiro e junho de 2022 como mostra o gráfico 02. Conforme Muehe (1998), este perfil apresentou estágio dissipativo nos quatro meses de monitoramento. Isto mostra um perfil com baixo gradiente topográfico e estoque de sedimentos.

Gráfico 02. Volume de sedimentos transportados

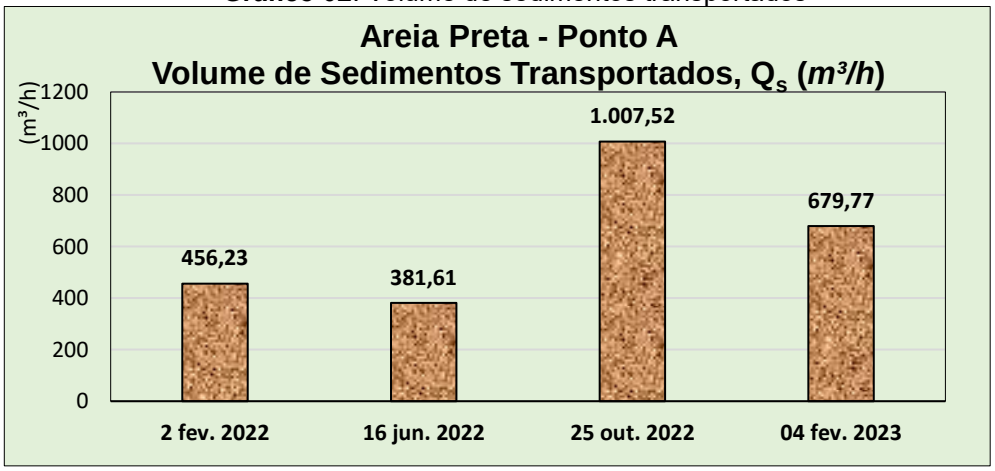


Foto: acervo da autora: Nascimento/2022 e 2023

Análise hidrodinâmica

Na análise hidrodinâmica levamos em consideração a altura de onda e a velocidade da corrente. Estes dados serão importantes para compreender as transformações ocorridas na área de estudo provocadas pelos agentes modeladores como as marés, ondas, correntes litorâneas e ventos.

Podemos observar uma variação na altura da onda. Nos meses de fevereiro e outubro a altura de onda apresentou valor em torno de 1,83 metros enquanto no mês de junho este valor mediu 1,13 m conforme mostra a tabela 01. Isto se deve a sazonalidade do regime de ventos litorâneos no RN, que no mês de fevereiro e outubro apresenta maior intensidade. (INMET, 2022).

Tabela 01. Altura de onda

Altura de onda em H (m)			
1,59	1,13	1,64	1,83
Fev/22	Jun/22	Out/22	Fev/23

Foto: Arquivo da autora. Nascimento/2022

A velocidade da corrente foi menor nos meses de fevereiro e junho, atingindo uma velocidade mínima de 0,2 m/s e 0,29 m/s, respectivamente, como mostra a tabela 02. Isto indica que nesses meses houve um menor transporte sedimentar, enquanto no mês de outubro a corrente estava mais rápida evidenciando um maior transporte sedimentar como é visualizado nos gráficos 01 e referente ao perfil topográfico e o gráfico 02 ao volume de sedimentos transportado.

Tabela 02. Velocidade da corrente

Velocidade da corrente em m/s			
0,29	0,2	0,66	0,29
Fev/	Jun/22	Out/22	Fev/23

Foto: Arquivo da autora. Nascimento/22

Análise sedimentológica

As análises estatísticas das amostras revelaram que os sedimentos variaram de grãos muito finos a cascalho, com uma predominância de sedimentos de granulometria média referente ao compartimento do estirâncio e ante-praia, como mostra o gráfico 03. Mas também apresenta uma quantidade significativa de sedimentos finos no ante-praia e no pós-praia, o

que condizem com a área que apresenta ondas com amplitudes de até 1,83 m, corretes mais rápidas e declividade suave o que favorece a dissipação da energia das ondas favorecendo no transporte de sedimentos mais finos.

Gráfico 03 - Classificação de frequência

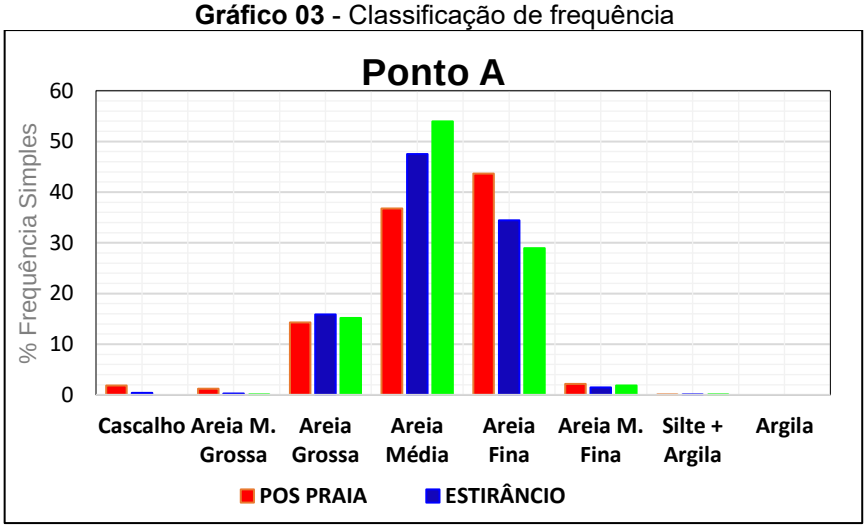


Foto: acervo da autora: Nascimento/2022

Considerações finais

O complexo de estudo das zonas costeiras é um desafio que persiste em todo o globo. Segundo Lima et. al (2010), há uma necessidade de compreender toda dinâmica litorânea envolvendo as mudanças do nível do mar, circulação oceânica, movimentos sedimentológicos assim como a configuração das praias que resulta da inter-relação entre todos os componentes que atuam para a formação das feições costeiras.

Na área de estudo, as características físicas, humanas e sociais observadas formam um espaço heterogêneo, dinâmico e vulnerável que vai se caracterizando de acordo com as ações humanas sobre as ambientais. Fazendo uma análise geral da praia de Areia Preta percebemos que é uma área com forte adensamento antrópico, sem esgotamento adequado e com grande interferência antrópica decorrente da presença de banhistas, comerciantes, além do promontório artificial que interfere nos três compartimentos da praia. Observamos também a ausência de corrente de retorno perpendicular à praia o que a torna própria para o banho, presença de arenitos da formação Barreiras em processo de formação de recifes e muitos materiais poluentes jogados na praia mesmo com a presença de lixeiras.

Com relação as alterações topográficas entendem-se que estão relacionadas com a sazonalidade, onde nos meses de maior precipitação o perfil apresentou um maior acumulo de sedimentos enquanto nos meses de menor precipitação houve uma maior retirada de sedimentos. Estes na análise estatística variaram de grãos muito finos a cascalho, com uma predominância de sedimentos de granulometria média. As variações dos dados

hidrodinâmicos estão relacionadas com a sazonalidade do regime de ventos litorâneos no RN, que no mês de fevereiro e outubro apresenta maior intensidade.

Conclui-se, portanto, que a praia de Areia Preta, esta susceptível a mudanças ambientais, ocasionadas tanto pela dinâmica natural da praia, quanto pelas ações antropogênicas sobre esse espaço, necessitando de um estudo mais detalhado sobre essa área envolvendo todos os agentes formadores da praia assim como aquele que ocasionam um efeito na zona costeira, pois é essencial comparar a dinâmica natural dos ambientes costeiros, com os conflitos decorrentes das interações socioeconômica e natural que são formadores das localidades costeiras, para que tenha uma gestão integrada desse ambiente, baseada no planejamento das ações e ordenamento do uso e ocupações desses espaços. Pois só assim é possível um desenvolvimento sustentável e um uso adequado dos mesmos.

Agradecimentos

Este trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

Referências

AMARO, Venerando Eustáquio *et al*. Estimativa do volume erodido e da taxa de retração em curto prazo na falésia marinha ativa da Barreira do Inferno: com o uso de laser scanner terrestre. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 22, n. 3, p. 1-26, 1 jul. 2021. Disponível em: https://rbgeomorfologia.org.br/rbg/about. Acesso em: 09 jan. 2023.

ARAÚJO, Tarik de Sousa. **Estudo da morfologia costeira da praia de Areia Preta em Natal-RN, frente aos processos de uso e ocupação do solo.** 2006. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, UFRN, Natal.

BAPTISTA, M., & Bernardes, D. **Os impactos dos fatores antrópicos nas praias da área de proteção ambiental (APA) Costa Brava em Balneário Camboriú, Santa Catarina, Brasil.** Metodologias E Aprendizado, 4, 2021 60–72. https://doi.org/10.21166/metapre.v4i.1643.

BIRKEMEIER, W.A. Fast Accurate Two-Person Beach Survey. Coastal Engineering Technical Act, 81-11. Army Engineer Waterways Experiment Station. Coastal Engineering Center: Vicksburg, Mississippi, 1981, 22p.

COUTINHO, P. N.; Lima, A. T. O.; Queiroz, C. M.; Freire, G. S. S.; Almeida, L. E. S. B.; Maia, L. P.; Manso, V. A. V.; Borba, A. L. S.; Martins, M. H. A.; Duarte, R. X., 1997. **Estudo da erosão marinha nas praias de Piedade e de Candeias e no estuário de Barra de Jangadas – município de Jaboatão dos Guararapes**. Recife, 154 p. (Relatório Técnico).

CUNHA, E. M. S. da., **Evolução atual do litoral de Natal – RN (Brasil) e suas aplicações a gestão integrada**. 2004. Tese (Doutorado em ciências do mar). Universidade de Barcelona, 385p.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. **Geomorfologia**. 2ª ed. São Paulo: Blucher, 1980.

CHACON, A. F. **Monitoramento e análise ambiental da praia de Ponta Negra, Natal/RN**. Disertação. (Mestrado em geografia) – UFRN, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Natal/RN, 2013.

CPRH - **Agência Estadual De Meio Ambiente E Recursos Hídricos**. Áreas estuarinas. 2013.Disponível em:< http://www.cprh.pe.gov.br/perfis_ambientais/areas_estuarinas/39751%3B33012 %3B1802%3B0%3B0.asp Acesso em: 27 de abril de 2023.

DINIZ, R. F. A **Erosão costeira ao longo do litoral oriental do Rio Grande do Norte: causas, consequências e influência nos processos de uso e ocupação da região costeira**. Tese (Doutorado em geociências) – UFB, Salvador, 2002.

EMPARN. **Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande Norte**. Monitoramento Pluviométrico, 2017. Disponível em: http://187.61.173.26 /monitoramento/monitoramento.php>

KOMAR, P. D. **Beach processes and sedimentation**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1976. 429 p.

MUEHE, D. O **litoral brasileiro e sua compartimentação**. In: Geomorfologia do Brasil Antônio Guerra e S.B Cunha (org.), São Paulo, Ed. Bertrand Brasil, 1998.

LIMA, Zuleide Maria Carvalho**. Caracterização da dinâmica ambiental da região costeira do município de Galinhos, litoral setentrional do rio Grande do Norte**. **Tese** (doutorado em geodinâmica). Programa de pós-graduação e geofisica da UFRN, Natal/RN, 2004.

LIMA, Janny Suenia Dias de. **Monitoramento Praial em Genipabu: Extremoz/RN, Brasil**. VI SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA II SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA UNIVERSIDADE DE COIMBRA, Maio/ 2010.

MACIEL, A. B. C.; SILVA, R. V. MELO; LIMA, Z. M. C. **Processo erosivo e gestão costeira: estudo de caso da praia de Ponta Negra, Natal/RN.** OKARA: Geografia em debate, v. 10, n. 3, p. 429-452, 2016.

MEDEIROS, C. S. **Estudo morfodinâmico da praia de Ponta Negra, Natal/RN**. 123f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2015.

MUEHE, D. **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasilia: MMA, 2006. 476p.

NASCIMENTO, Daniela Rodrigues. **Dinâmica de sistemas praia-duna do litoral de Almada.** Dissertação (mestrado) - Universidade de Lisboa Faculdade de Ciências Departamento de Geologia, 2020.

NASCIMENTO, Vandetania Xavier; LIMA, Zuleide Maria Carvalho. **Análise da hidrodinâmica costeira e ambiental da praia de Areia Preta em Natal/RN**: 7. ed. Vitória da Conquista: Revista Geopauta, 2023. 17 p.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1989, 421p.

NUNES, L. D. S. **Monitoramento geoambiental da praia de Areia Preta, Natal/RN.** Monografia (Bacharelado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 123p., Natal - RN, Brasil. 2008.

NUNES, L. D. S. E**volução morfodinâmica da Praia de Areia Preta/RN entre 2006 e 2008**. Sociedade e Território, 24(2), 148-166, 2012.

NUNES, L. D. S. **Dinâmica costeira entre as praias de Areia Preta e do Forte, Natal/RN**. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 132p., Natal - RN, Brasil. 2011.

SUGUIO, Kenitiro. **Geologia sedimentar**. 1. Ed. São Paulo: Edgar Bluncher, 2003.

SUGUIO, Kenitiro. **Introdução à sedimentologia**. 1ª ed. São Paulo: Edgar Bluncher, 1973.

VITAL, H.; Silveira, I.M.; Amaro, V.E.; Melo, F.T.L.; Souza, F.E.S.; Chaves, M.S.; Lima, Z.M.C.; Frazão, E.P.; Tabosa, W.F.; Araújo, A.B.; Souto, M.V.S. Rio Grande do Norte. In: MUEHE, D. (Org.). **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. MMA, p. 155-172, 2006a

WRIGHT, L. D. & Short, A. D. **Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis.** Marine Geology, 56, 1984, 93-118.

Práticas de Campo em Geomorfologia Climática: Caracterização Geomorfológica do Sítio São José dos Pilotos no Município de Santa Cruz da Baixa Verde, Sertão Pernambucano

Field Practices in Climatic Geomorphology: Geomorphological Characterization of the São José dos Pilotos Site in the Municipality of Santa Cruz da Baixa Verde, Sertão Pernambucano

Yohanna Victória Souza Leão de Siqueira
Universidade Federal de Pernambuco
0009-0007-8199-3559
yohanna.leao@ufpe.br

Carlos Alberto de Assis Júnior
Universidade Federal de Pernambuco
0009-0003-9028-603X
carlos.assisjunior@ufpe.br

Henrique Mendonça dos Santos
Universidade Federal de Pernambuco
0009-0001-9042-4258
henrique.mendonca@ufpe.br

Leonardo Cristiano da Silva Freitas
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-6385-7058
leonardogeografiaufpe@gmail.com

Nina Karla Silva Salles
Universidade Federal de Pernambuco
0009-0007-7099-0950
nina.salles@ufpe.br

Bianca Ariane Barbosa Andrade
Universidade Federal de Pernambuco
0009-0006-6923-726X
bianca.ariane@ufpe.br

Resumo: Os estudos ligados à geomorfologia climática são de fundamental importância para a formação do geógrafo, pois permite entender o papel do clima na configuração da paisagem em escala global, regional e local ao longo de milhares de anos. Por sua vez, o mapeamento geomorfológico de detalhe é uma ferramenta chave para o entendimento das unidades e subunidades da paisagem. Diante disso, o presente trabalho é produto das práticas de campo realizadas no âmbito da disciplina da geomorfologia climática e teve como objetivo a caracterização geomorfológica de detalhe de uma parcela no sítio São José dos Pilotos no município de Santa Cruz da Baixa Verde, Sertão Pernambucano. Os procedimentos metodológicos se dividiram nas seguintes etapas: i) trabalhos de campo; ii) processamento e análise dos dados e; iii) confecção dos mapas temáticos. Com os resultados foi identificado que a área é constituída por relevos deposicionais de rampas de colúvio e cambissolos com intensos processos erosivos e presença de solo exposto, ravinas e voçorocas. o principal uso da terra está ligado a pecuária extensiva de bovinos com pastagem plantada.

Palavras-chave: Geomorfologia climática, Colúvio, Práticas de campo, Mapeamento geomorfológico.

Abstract: Studies related to climatic geomorphology are of fundamental importance for the training of geographers, as they allow understanding the role of climate in shaping the landscape on a global, regional and local scale over thousands of years. In turn, detailed geomorphological mapping is a key tool for understanding landscape units and subunits. In view of this, the present work is the product of

field practices carried out within the scope of the discipline of climatic geomorphology and aimed at the geomorphological characterization of a detail of a plot at the São José dos Pilotos site in the municipality of Santa Cruz da Baixa Verde, Sertão Pernambucano. The methodological procedures were divided into the following steps: i) field work; ii) data processing and analysis and; iii) preparation of thematic maps. With the results, it was identified that the area consists of depositional reliefs of colluvium slopes and cambisols with intense erosion processes and the presence of exposed soil, ravines and gullies. the main land use is linked to extensive cattle raising with planted pasture.

Keywords: Climatic geomorphology, Colluvium, Field practices, Geomorphological mapping.

Introdução

As atividades de campo no curso de geografia são de fundamental importância para formação dos profissionais geógrafos, pois permitem que os estudantes relacionem a teoria vista em sala de aula com a prática. Permitindo assim, que os discentes realizem uma leitura e análise integrada dos elementos constituintes da paisagem, pois é a partir das aulas práticas de campo que surgem arcabouços profissionais para os alunos compreenderem a realização das atividades aplicadas (PERUZZI, 2021; FOFONKA,2021).

Dentre as várias áreas que integram a geografia física, a geomorfologia se destaca por despertar o interesse dos discentes sobre como as diversas formas de relevos constituídos por diferentes materiais evoluíram ao longo do tempo. Para Corrêa et al., (2023) O ensino de geomorfologia requer ferramentas e instrumentos que auxiliem os estudantes na identificação e interpretação dos fatos geomorfológicos. Não obstante, as experiências de campo são extremamente necessárias para o entendimento da geomorfologia.

O trabalho de campo em geomorfologia é fundamental para a formação do geógrafo, pois permite o estudo das diferentes formas da superfície terrestre, além de fornecer insights valiosos para o entendimento da evolução do relevo, e sua influência nas atividades antrópicas e a previsão de possíveis efeitos, como as deslizamentos e inundações. Dessa forma, o trabalho de campo de geomorfologia vai além da identificação de formas de relevo, ele é na prática um treinamento do olhar geográfico para a integração dos elementos que constituem o relevo e, por extensão, a paisagem (CORRÊA et al 2023).

Diante do exposto, o presente trabalho é fruto das práticas de campo da disciplina de geomorfologia climática do departamento de ciências geográficas da universidade federal de Pernambuco. E tem como objetivo principal a caracterização geomorfológica de uma parcela do Sítio São José dos Pilotos no Município de Santa Cruz da Baixa Verde, Sertão Pernambucano. Especificamente objetivou-se a realização de um mapeamento geomorfológico de detalhe levando em consideração os atributos do terreno identificados em campo como altitude, declividade, tipo de relevo, solo, cicatrizes erosivas e uso e cobertura da terra.

No âmbito da área de estudo observa-se o cenário geológico do Planalto da Borborema, uma notável região localizada no nordeste brasileiro, que emerge do intrigante

batólito de Triunfo, um elemento geológico de grande relevância, sobre o batólito encontrado na área de barlaventos, caracterizado por sua topografia escarpada e pela marcante dissecação do terreno (CORREA, 1997; FILHO, 2020). Uma das peculiaridades vistas abordadas é sua dissecação, que pode ser tanto homogênea quanto diferencial aguçada, dando origem a um mosaico de formas de relevo que revelam a complexidade do processo geológico ao longo de milênios.

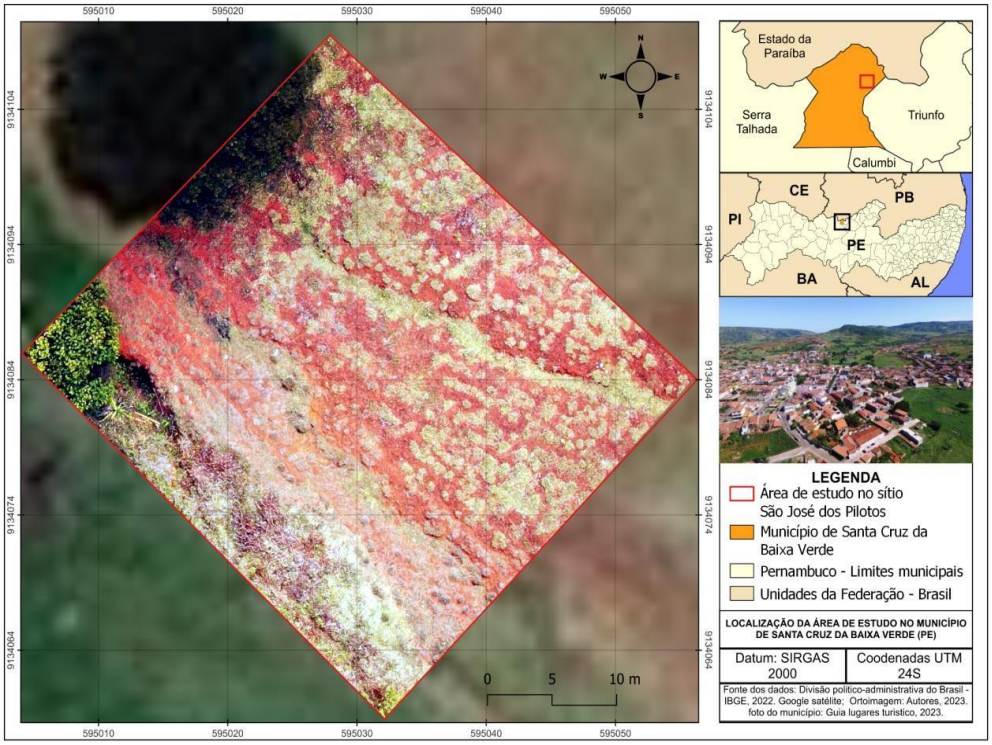
Adentrando na composição geológica do batólito de Triunfo dominada pela rocha ígnea sienito, observa-se seu importante papel na configuração da paisagem e na evolução geológica da região (CORREA, 2001). A presença desse sienito confere características distintivas à área, influenciando não apenas o relevo, mas também aspectos como o clima, o solo e a vegetação que se desenvolvem.

Materiais e métodos

Área de estudo

A área de estudo, como observado na figura 1, está localizada no sítio São José dos Pilotos, município de Santa Cruz da Baixa Verde, situado na mesorregião do sertão Pernambucano e microrregião do sertão do Pajeú. O município está a uma altitude média de 900 m e distante 410 km da capital Recife, e conta com uma população de aproximadamente 11.500 habitantes com uma densidade demográfica de 100 hab/km² (IBGE, 2022).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Os autores (2023).

Santa Cruz da Baixa Verde é conhecida regionalmente como a Capital da rapadura, e ganhou relevância no cenário cultural com a feira da rapadura que teve sua primeira edição no ano de 1996, onde são comercializados vários derivados da cana-de-açúcar. O município atrai anualmente grande número de turistas e sua economia gira 80% em torno da rapadura, podendo ser considerada a região maior produtora de rapadura do mundo (JORNAL DO SERTÃO, 2021).

Por sua vez, o sítio São José dos Pilotos está inserido na zona rural, especificamente na porção nordeste do município de Santa Cruz da Baixa Verde, nas coordenadas geográficas 7°49'58"S e 38°8'16"O. Atualmente o sítio é usado predominantemente para pecuária extensiva de bovinos, sendo composto por pastagens plantadas ou vegetação natural secundária. O entorno da propriedade é constituído por pequenas propriedades com uso misto voltado para agricultura familiar, pecuária e áreas de cobertura vegetal secundária.

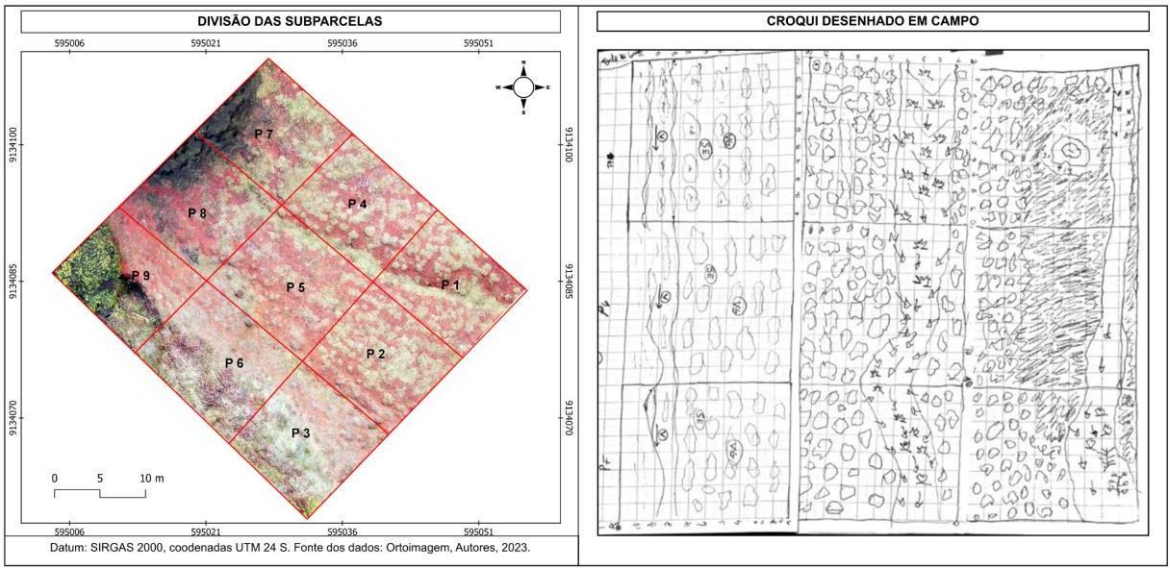
Procedimentos metodológicos

O presente trabalho teve origem durante as atividades práticas de campo realizadas no âmbito da disciplina de geomorfologia climática vinculada ao curso de bacharelado em geografia do Departamento de Ciências Geográficas (DCG) da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE).

Para execução do trabalho foram adotados os seguintes procedimentos: i) trabalhos de campo para análise das características geomorfológicas e uso da terra; ii) processamento dos dados, análise e interpretação em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) e iii) confecção dos mapas temáticos.

Em campo, inicialmente foi definido uma parcela principal de 900 m² que foi dividida em 9 subparcelas com 100 m² cada, visando obter maior detalhamento das características geomorfológicas da área. Após a divisão das parcelas foi desenhado um croqui para cada subparcelas detalhando as informações observadas no terreno como cicatrizes de erosão, solo exposto, vegetação, declividade, altitude, dentre outras características (Figura 2).

Figura 2 - Mapa e croqui das subparcelas.



Fonte: Os autores (2023).

Para os processamentos dos dados e elaboração dos mapas temáticos foram utilizado o ambiente SIG livre QGIS 3.28 LTR, onde foram acessadas diferentes ferramentas de geoprocessamento como o plugin Semi-Automatic Classification (SCP) usado para classificação supervisionada do uso da terra da área e o GDAL que é uma ferramenta de análise de dados raster usada para extração do sombreamento do relevo e da declividade através do Modelo Digital do Relevo (MDT).

Os dados de MDT e a Ortofoto utilizados para o mapeamento geomorfológico de detalhe, declividade, hipsometria e na classificação do uso e cobertura da terra, foram disponibilizados pelo Grupo de Estudos do Quaternário do Nordeste Brasileiro (GEQUA), com resolução espacial de aproximadamente 20 cm. Diante disso, os resultados extraídos dos dados matriciais, foram os valores espaciais de hipsometria, declividade e uso e ocupação da terra.

Resultados e discussão

A região em que está inserido o sítio São José dos Pilotos se enquadra no contexto do Planalto da Borborema, mais especificamente nas serras ocidentais do Planalto da Borborema (Figura 3). Essa unidade geomorfológica se caracteriza por suas formações talhadas compostas por uma escarpa que se estende do município de Santana até o município de Triunfo (BDIA, 2023). Geologicamente, a área se encontra no Batólito de Triunfo, que se define por um imenso corpo ígneo em área de barlavento com dissecação homogênea ou diferencial aguçado. Também conhecido como Plúton de Triunfo, esse grupo geológico é

formado por materiais como feldspato potássico, clinopiroxênio, sienitos peralcalinos etc. (MEDEIROS, 1995).

Figura 3: Vista aérea da área de estudo.

Fonte: Mutzenberg, 2023.

O terreno em que se encontra o Sítio São José dos Pilotos é considerado como uma área de encosta caracterizada como rampa de colúvio que se liga diretamente a morfogênese do local em que se encontra, pois os materiais coluviais se deslocam do topo da encosta em decorrência da influência gravitacional e se alojam em um ambiente deposicional localizado na base da encosta por meio de fluxo de lama formando o relevo coluvial (PAISANI et al, 2017).

Os depósitos coluviais (Figura 4) geralmente estão associados a mudanças climáticas que ocorreram no passado e culminaram em processos erosivos ocasionando a acumulação de sedimentos, no entanto, esses processos relacionados à formação do então relevo coluvial podem não estar mais ocorrendo devido a diferenciação climática atual (CORRÊA et al, 2023).

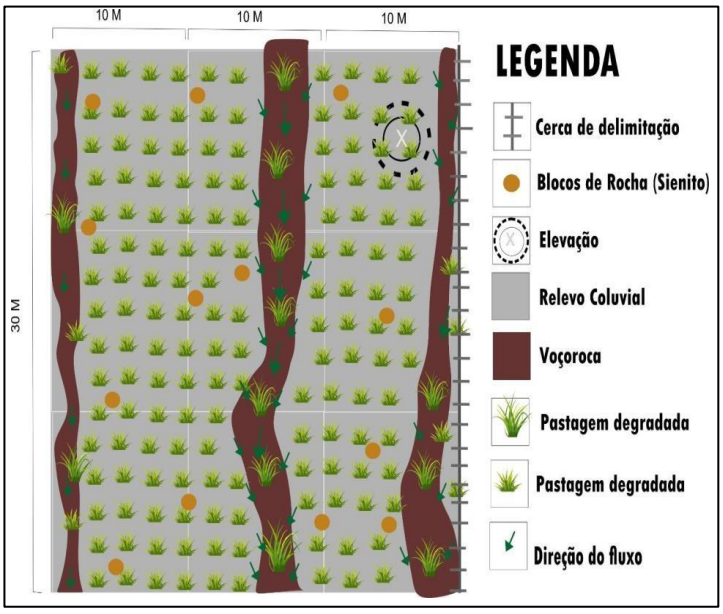
Figura 4: Aspectos do coluvial na área.

Fonte: Autores, 2023.

Uso e cobertura da terra

A área no entorno da parcela selecionada para aprofundamento da caracterização geomorfológica, é constituída por uma vegetação de baixo porte composta basicamente por gramíneas e Fragmentos de vegetação arbóreas e arbustivas, diferentemente da região da parcela que só detinha a presença de gramíneas, como representado na figura 5.

Figura 5: Representação da área das parcelas.

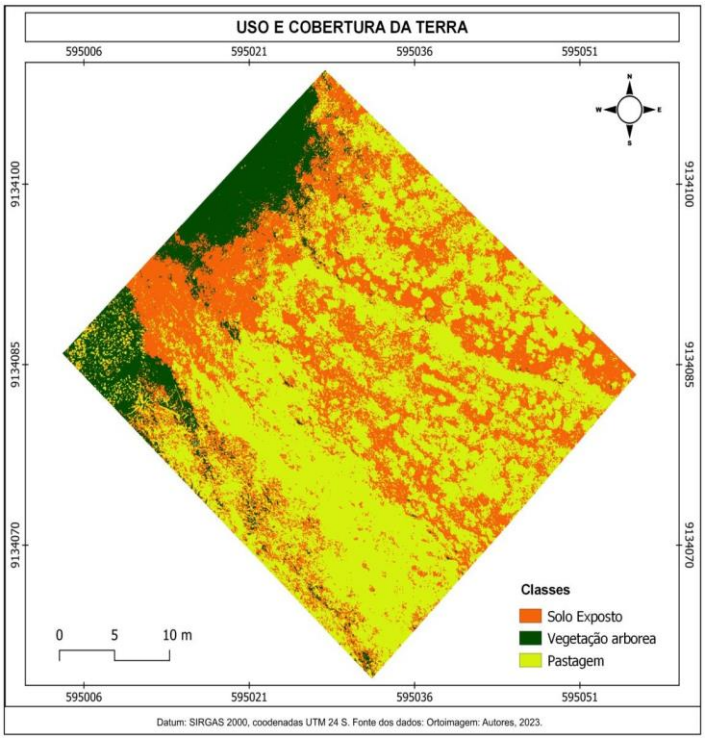


Fonte: Os autores (2023).

A partir da análise de campo, constatou-se que na área específica do estudo, as parcelas, apresentava uma vegetação espaçada denominada de pastagem degradada e que dificilmente variava de tamanho, pois a região é composta basicamente cambissolos háplicos que geralmente estão associados a relevos com declividade representativa e possuem uma fertilidade natural limitada, no mais, os cambissolos háplicos tem seu uso restringido por conta de sua baixa profundidade, pois além de apresentar altos declives a região possui um clima semiárido o que implica em pouca precipitação resultando em um baixo desenvolvimento dos horizontes deste solo (EMBRAPA, 2021). Ademais, notou-se a presença de três voçorocas de diferentes tamanhos, uma elevação e pedregosidade significativa.

No que se trata do uso e ocupação da terra, pode-se citar que as parcelas apresentaram três classes significativas em sua extensão, sendo elas a de solo exposto, vegetação arbórea e pastagem (Figura 6). O uso antrópico da área para pecuária extensiva de bovino impossibilita o crescimento variado de plantas nativa da região, por isso é composta basicamente por extratos herbáceos como gramíneas que são utilizados, principalmente, na alimentação dos animais. A criação de gado no sítio agrava ainda mais a degradação do solo com a compactação dificultando ainda mais o crescimento de outras plantas. Além disso, foi identificado na área indícios de queimadas e corte de vegetação secundaria em estágio inicial de regeneração.

Figura 6: Mapa de uso e cobertura da terra.



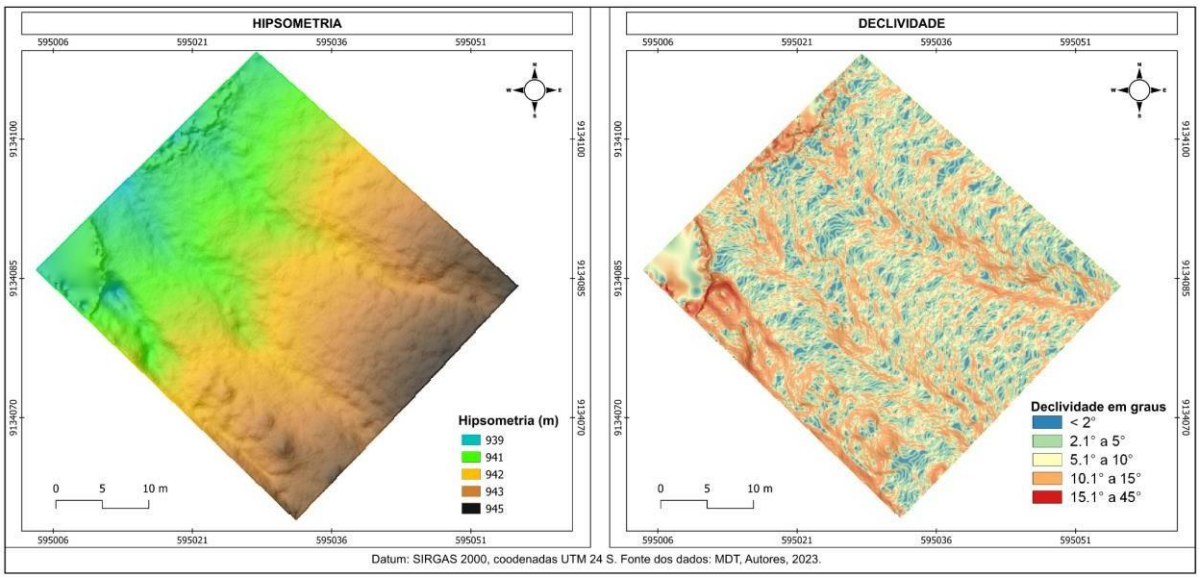
Fonte: Os autores (2023).

Em relação ao uso e cobertura da terra no entorno da propriedade, é possível destacar a presenta de mosaicos de agricultura familiar com culturas de ciclo curto, pastagem e fragmentos de vegetação nativa em regeneração, além da presença de moradias pertencentes aos sítios e chácaras do local.

Geomorfologia de detalhe

Por se tratar de um ambiente coluvial, mais especificamente localizado em uma rampa de colúvio, uma parte do terreno apresenta uma grande inclinação apesar de a área das parcelas não apresentar declividade elevada em sua grande maioria, exceto por uma pequena porção de relevo elevado que se destaca do restante da extensão das parcelas. Em relação a altitude ou hipsometria, a área de estudo está situada a aproximadamente 930 m de elevação ao nível do mar. As maiores declividades da área estão diretamente ligadas as voçorocas e sulcos e ravinas presentes no terreno, onde foram observadas voçorocas com aproximadamente 3 metros de largura por 2 m de profundidade (Figura 7).

Figura 7: Mapas de hipsometria e declividade.

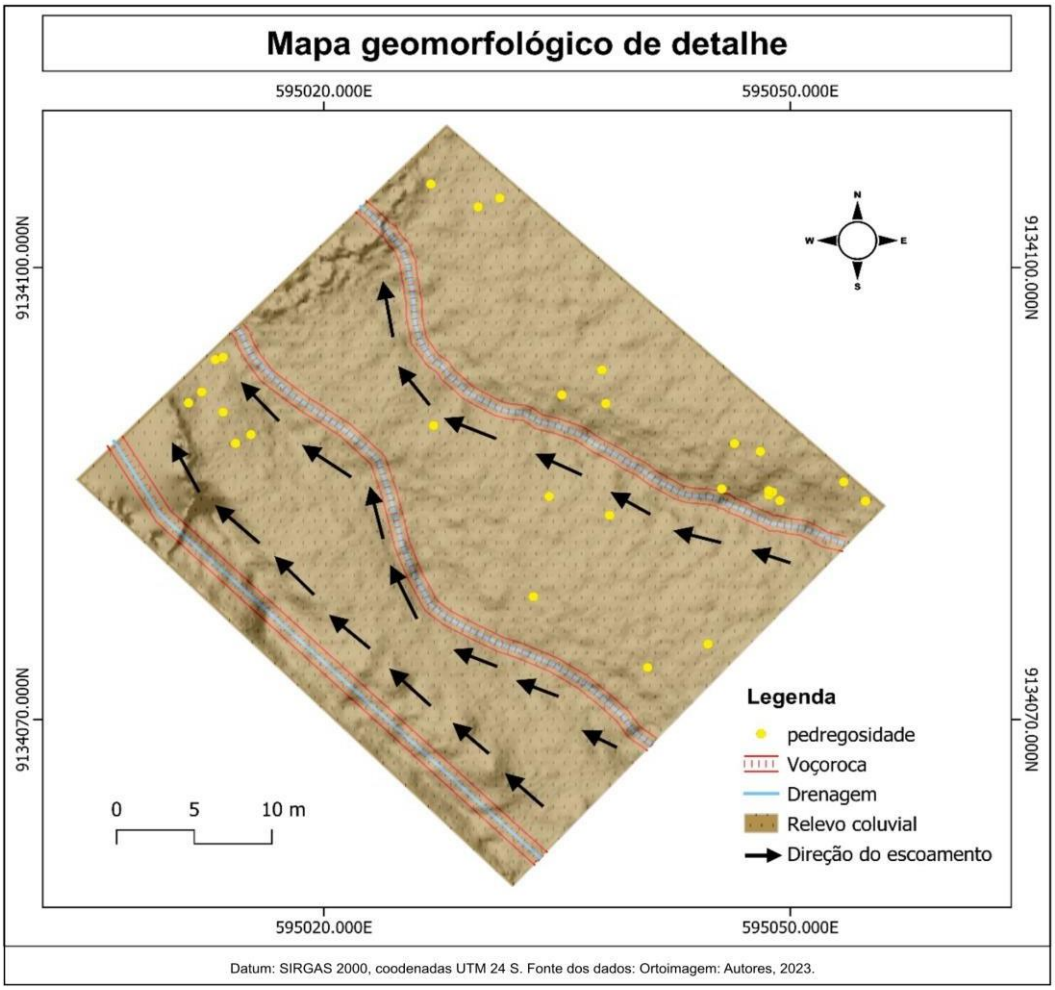


Fonte: Os autores (2023).

Por meio da observação feita em campo foi possível elaborar um esquema geomorfológico de detalhe descrevendo algumas das principais classes geomorfológicas encontradas na área das parcelas. No mapa da figura 8 é possível observa que a área é composta por um relevo coluvial, com a presença de voçorocas e sulcos resultantes do processo de erosão ao longo do tempo. Além disso, é observado também a forte presença de

blocos de rochas de tamanhos variados característicos do material coluvial transportado e depositado na área.

Figura 8: Mapa de detalhe geomorfológico.



Fonte: Os autores (2023).

A vegetação degradada da região é fator culminante na modelação do relevo pois, a partir do momento em que uma área não possui cobertura vegetal, sofrerá diretamente com os impactos das chuvas. Além do fator gravitacional influenciar na caída e deposição dos detritos coluvionares, ainda influenciará na direção do escoamento superficial da água proveniente das chuvas, esse escoamento superficial, após um longo período de exposição da área a chuvas, irá se converter em erosão laminar seguido da erosão em sulcos ocasionando que evoluirá para formação de ravinas e com o aprofundamento desse processo a feição pode vir a se tornar uma voçoroca (CARDOSO; PIRES, 2010).

Na área das parcelas foram encontradas três voçorocas formadas a partir de processos superficiais de erosão laminar, splash e apresentavam sulcos. Além disso,

apresentavam tamanhos diferentes, ou seja, se formaram em períodos distintos. Por fim, não foi encontrada nenhuma quebra de horizonte nas parcelas, exceto nas bordas das voçorocas.

Considerações Finais

As atividades de campo no curso de geografia, em especial na disciplina geomorfologia climática, são indispensáveis para que os discentes possam relacionar a teoria trabalhada em sala de aula com a prática, percebendo as principais relações entre os diferentes elementos físicos constituintes da paisagem e sua dinâmica.

Dessa forma, a caracterização geomorfológica é uma atividade precursora de experimentação e prática de técnicas fundamentais para ciências geográficas, estas voltadas para observação de uma área determinada, infere-se que seu uso se estende além das revisões sobre uma determinada superfície e confirmação de dados espaciais previamente coletados. Ao compilar diferentes níveis de dados em um mapa ou projeto, com o uso de plataformas relativamente acessíveis para o público-alvo deste experimento (como o QGIS, por exemplo), são produzidas análises mais complexas sobre áreas previamente conhecidas ou ainda pouco estudadas.

O batólito de Santa Cruz da Baixa Verde é um elemento geológico de destaque no Planalto da Borborema, influenciando a paisagem através de sua composição litológica única, bem como através da interação entre processos geológicos e práticas humanas. A dissecação do terreno, a presença de colúvios, o evento do Fluxo de Lama e a atividade agropecuária são aspectos intrinsecamente ligados que delineiam a complexidade e a importância dessa região geológica.

Por fim, nota-se a relevância das geotecnologias para a coleta e análise de dados morfométricos para compreensão da paisagem, levando em consideração que o sensoriamento remoto vai resultar na obtenção de dados matriciais da área de estudo. As informações geradas por dados espaciais e ferramentas de geoprocessamento podem especializar as variáveis importantes para serem consideradas como parâmetros de classificação geomorfológica.

Referências

BARBOSA, M. E. F.; FURRIER, M. Caracterização Geomorfológica e Morfométrica para Averiguação de Atividade Tectônica. Mercator, Fortaleza, v. 14, n. 3, p. 123-149. 2015.

BDIA. BANCO DE DADOS DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS, 2022. Geomorfologia de Santa Cruz da Baixa Verde. Disponível em: <https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomorfologia>. Acesso em: 17 de ago. 2023.

CARDOSO, R. S. B.; PIRES, L. V. Voçorocas: processos de formação, prevenção e medidas corretivas. In: XIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA, 2009, Viçosa: 2009. p. 1-11.

CAVALCANTE, D. R.; BASTOS, F. H. Caracterização Geomorfológica da Bacia do Rio Coreaú, Nordeste do Ceará. Revista Casa da Geografia de Sobral, Sobral, v. 21, n. 2, p. 192-204, set. 2019.

CORRÊA, A. C. B.; LIRA, D. R. de; CAVALCANTI, L. C. S.; SANTOS, R. S.; OLIVEIRA, G. P. de. Proposta de Atividade de Campo em Geomorfologia para a Paisagem Semiárida do Nordeste Oriental do Brasil: um guia cognitivo-interpretativo a partir das geoformas. Espaço Aberto: PPGG - UFRJ, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 133-157, 2023.

CORRÊA, A. C. B; ESPÍNDOLA, C. R; MENDES, I. A. Avaliação da Dinâmica Geomorfológica dos Compartimentos Elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil, Com Base no Método da Datação da Luminescência Opticamente Estimulada (LOE). In: GERARDI, L. H. O; MENDES, I. A. (Orgs.). Do Natural, do Social e de suas interações: visões geográficas. Rio Claro: Programa de Pós-Graduação em Geografia - Unesp - Rio Claro-Sp e Associação de Geografia Teorética - Ageteo, 2002. p. 41-57.

DE BARROS CORRÊA, Antonio Carlos et al. Proposta de Atividade de Campo em Geomorfologia para a Paisagem Semiárida do Nordeste Oriental do Brasil: um Guia Cognitivo-Interpretativo a partir das Geoformas. Espaço Aberto, v. 13, n. 1, p. 133-160.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2021. Cambissolos

Háplicos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/sibcs/chave-do-sibcs/cambissolos/cambissolos-haplicos#:~:text=S%C3%A3o%20solos%20de%20fertilidade%20natural,pedras%20na%20massa%20do%20solo>. Acesso em: 18 de ago. 2023.

GIRÃO, O.; CORRÊA, A. C. B. A Contribuição da Geomorfologia para o Planejamento da Ocupação de Novas Áreas. Revista de Geografia, Recife, v. 21, n. 2, p. 36-58, 2004.

IBGE. Estimativa Populacional 2022. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). 2022

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2023. IBGE Cidades:

Santa Cruz da Baixa Verde. Disponível em:<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/santa-cruz-da-baixa-verde/historico>. Acesso em: 17 de ago. 2023.

MEDEIROS, V. C. Comparações geoquímicas entre granitóides do Domínio da zona transversal, Nordeste do Brasil. Brazilian Journal of Geology, v. 25, n. 4, p. 333-342, 1995.

PAISANI, J. C. et al. Dinâmica de rampa de colúvio na Superfície de Palmas/Água Doce durante o Quaternário Tardio–bases para compreender a evolução das encostas no Planalto das Araucárias. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 18, n. 4, 2017.

PASSO, D. P. et al. Caracterização Geomorfológica do Município de Barreiras, Oeste Baiano, Escala 1:100. Planaltina: Embrapa, 2010. 30 p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

PERUZZI, S. L.; FOFONKA, L. A Importância da Aula Prática para a Construção Significativa do Conhecimento: a visão dos professores das ciências da natureza. Revista Educação Ambiental em Ação, S.I, v. 21, n. 83, jun. 2023. Disponível em: https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1754. Acesso em: 17 ago. 2023.

SANTANA, Anderson. É do Sertão! Capital da Rapadura que une tradição e modernidade aos Engenhos do Pajeú. Jornal do Sertão. Pernambuco, 23/02/2021. Disponível em: https://jornaldosertaope.com.br/2021/02/23/e-do-sertao-capital-da-rapadura-que-une-tradicao-e- modernidade-aos-engenhos-do-pajeu/

SILVA FILHO, J. L. da. Caracterização Geomorfológica dos Procedimentos Sedimentares em Marmitas de Dissolução no Maciço da Serra da Baixa Verde PB/PE. 2020. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

SILVA, C. S. V. da. Caracterização geomorfológica do Assentamento Apasa. 2006. 93 f. TCC (Graduação em Geografia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

Distribuição Espacial e Caracterização Morfológica de Bacias de Dissolução no Maciço da Serra da Baixa Verde PB/PE

Spatial Distribution and Morphological Characterization of Dissolution Basins in the Serra Da Baixa Verde Massive PB/PE

Jeovanes Lisboa da Silva Filho
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Identificador Orcid: 0000-0002-1790-604X
jeovanelisboa@hotmail.com

Jonas Otaviano Praça de Souza
Universidade Federal da Paraíba - UFPB
Identificador Orcid: 0000-0002-1405-0944
jonas.souza@academico.ufpb.br

Resumo: O semiárido brasileiro dispõe de uma ampla diversidade de formas geológico-geomorfológicas distribuídas nos variados contextos litológicos e paisagísticos. Logo, considera-se relevante a realização de estudos que possam compreender os processos e formas dessas feições do relevo. O presente artigo tem como foco identificar a distribuição espacial de Bacias de Dissolução, cuja gênese está associada ao intemperismo químico atuante ao longo do tempo, sob condições de climas secos (semiárido). O recorte espacial centra-se na Serra da Baixa Verde PB-PE, especificamente nas encostas e patamares com altitudes superiores a 700 m, sob um contexto geológico de sienitos, granodioritos, granitos, etc. O primeiro passo para o desenvolvimento da pesquisa foi a identificação tanto por imagens de satélites quanto pelos trabalhos de campo. Na sequência foi realizado mapeamento e a caracterização morfológica com auxílio de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), bem como a classificação morfológica pautada em Gutiérrez (2005) e Silva, Correa e Amorim (2017). Os resultados apontaram que as Bacias de Dissolução apresentam diferentes formas e profundidades, variando de côncavas, circulares, ocelares, entre outras.

Palavras-chave: morfologia. feições de dissolução. ambiente súb-úmido.

ABSTRACT: The Brazilian semiarid region has a broad diversity of geological-geomorphological forms distributed in diverse contexts, lithologic and landscape. Therefore, it considers relevant the realization of research that may understand these processes and distributions of the landform aspects. This article identifies the particular distribution of wethering, whose genesis is associated with chemical weathering operating over time under dry climates conditions (semiarid). The local cutting is focused on Serra da Baixa Verde PB-PE, specifically in the slopes and levels with altitude over 700m, under a geological context of syenite, granodiorites, and granite geological context. The first stage of the searches' development was the identification through photos, satellites and fieldwork. Following was held the morphological mapping and morphological characterization with the aid of Unnamed Air Vehicle (UAV) as well as the morphological classification based on Gutiérrez (2005) and Silva, Correa and Amorim (2017). The results indicated that the wethering report different forms and depth, ranging from concave, circulars, and ocelares.

Key Words: Morphology. Dissolution Features. Sub-humid Environment

Introdução

A paisagem geomorfológica do semiárido brasileiro e o entendimento de sua evolução é um conteúdo de natureza complexa, haja vista que depende de uma série de fatores com

diferentes escalas espaço-temporais, gerando uma diversidade de resultados, os quais precisam ser analisados de forma sistêmica. As pesquisas que envolve o relevo, especialmente sobre as Bacias de Dissolução numa perspectiva morfológica ainda são escassos no semiárido brasileiro, sobretudo nos patamares elevados do Planalto da Borborema.

As Bacias de Dissolução têm sua gênese associada ao intemperismo sobre as rochas graníticas, principalmente, aquelas sujeitas a deformações rúpteis de origem endógena, tais como os elementos característicos às falhas, além do tipo de material litológico (TWIDALE, 1982). De uma maneira geral as Bacias de Dissolução são originadas por processos intempéricos e erosão diferencial, atuantes ao longo do tempo em função da ação de climas secos (CABRAL *et al.,* 2019; SILVA, CORREA e AMORIM, 2017).

Evidencias apontam que as Bacias de Dissolução também estejam associadas às flutuações climáticas do Quaternário superior, cujas pulsações de maior energia alcançaram até mesmo o Holoceno médio e superior, com repercussões notáveis sobre o registro sedimentar e arranjos paleoambientais da região (SILVA, 2013).

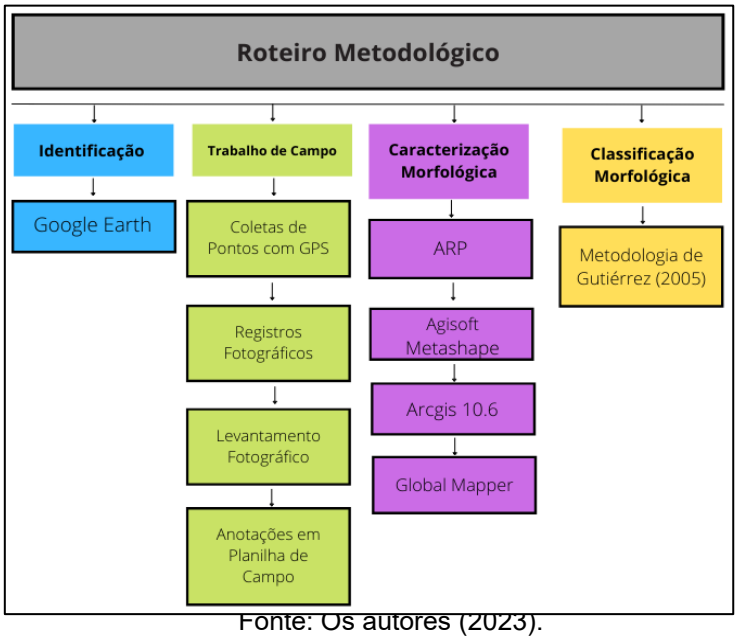
Desse modo, o objetivo central deste trabalho é a caracterização e a classificação morfológica que foram estabelecidas com o auxílio de Aeronave Remotamente Pilotada – ARP, tendo em vista que a fotogrametria com (ARP) é um dos métodos mais eficazes para captura de áreas de pequeno porte, bem como para caracterização de feições morfológicas em terrenos íngremes, que exige um modelo digital de elevação de qualidade e com parâmetros bem alinhados aos objetivos empregados (TRAJKOVSKI e PETROVIC, 2020). Compreender a geometria dessas unidades foi fundamental para realizar a classificar com base em sua seção transversal, seguindo a proposta metodológica de Gutiérrez (2005), também adotada por Silva, Correa e Amorim (2017).

Este trabalho se justifica pela implementação de novas metodologias de análise geomorfológica, como o mapeamento com (ARP), tendo em vista que são escassos os trabalhos nessa perspectiva na região Nordeste do Brasil, relacionados ao entendimento da dinâmica morfológica das feições de dissolução nos patamares elevados do Planalto da Borborema.

Metodologia

Na figura 01, observa-se o roteiro metodológico inerente a cada técnica adotada, quais sejam: **a)** Identificação; **b**) Trabalho de Campo; **c)** Caracterização Morfológica e **d)** Classificação Morfológica.

Figura1 – Roteiro Metodológico, 2023.



Fonte: Os autores (2023).

Identificação e Mapeamento das Bacias de Dissolução

Inicialmente foi realizada uma busca na área objeto de estudo por meio do Google Earth, tendo como base as imagens do dia 26/11/2011, haja vista que foram imagens com melhores resoluções para a visualização, busca e identificação das Bacias de Dissolução. Na sequência foi realizado um trabalho de campo exploratório, entre os dias 22 e 24 de abril de 2019, na perspectiva de um reconhecimento geral da área estudada, bem como identificar características específicas dos pontos visitados. (Planilha de Campo). Os pontos *in loco* foram identificados-marcados com o Sistema de Posicionamento Global (GPS) Garmin 64s, e as fotografias foram registradas com câmera fotográfica.

Em gabinete houve a sistematização dos dados coletados em campo. Os critérios de escolha desses pontos foram as diferenças entre as cotas altimétricas, declividade, vegetação, precipitação, formas e profundidades das Bacias de Dissolução, intervenções humanas (barramentos) e os respectivos usos. Ao final foram selecionados e mapeados seis pontos, localizados geograficamente no limite entre (PB-PE), sob o maciço residual da Serra da Baixa Verde, com contas altimétricas superiores a 700 metros de altitude.

Topografia com Aeronave Remotamente Pilotada – ARP

O levantamento fotogramétrico foi realizado com (ARP). As fotografias captadas foram adicionadas no Agisoft Metashape afim de fazer o processamento, com correção inicial para os pontos de controle. Após os modelos gerados no *Agisoft,* foi estabelecido as cores dos mapas no *Arcgis 10.6* para representar a variação topográfica. No *software* Global Mapper foi

gerado os perfis com os valores da profundidade, comprimento e largura, além de estabelecer a morfologia da base das Bacias de Dissolução

Com esses dados foi estabelecido a classificação morfológica, que teve como parâmetro a abordagem metodológica de Gutiérrez (2005), também adotada por Silva, Correa e Amorim (2017), que classificam as Bacias de Dissolução com base em sua seção transversal. O equipamento utilizado para a aquisição das imagens foi o VANT de modelo Phantom 4 advanced, com câmera de 12 megapixels. Os voos foram realizados no dia 19/10/2019, e as fotos captadas numa altitude de 60 metros.

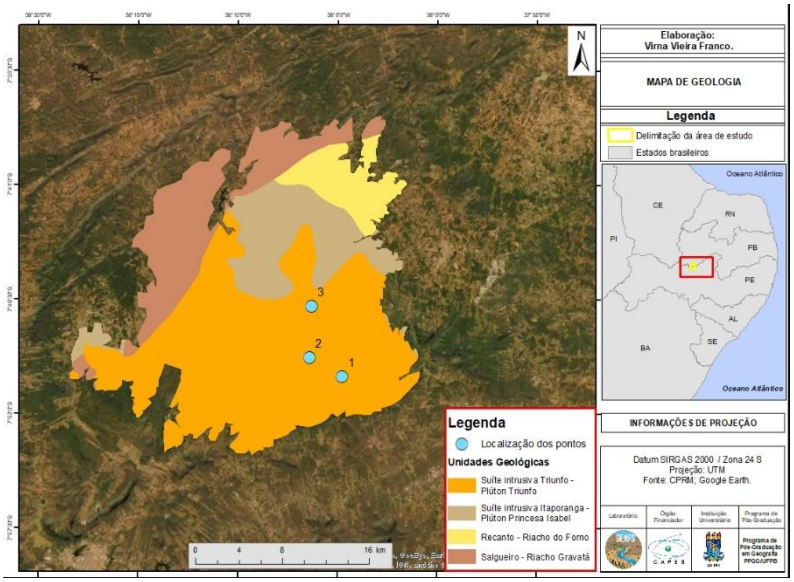
Caracterização da Área de Estudo

O Maciço da Serra da Baixa Verde é estruturado em um batólito sienítico, apresentando dois sistemas de prováveis grábens que se localizam no alto estrutural do Planalto da Borborema e são controlados por falhamentos.

Este setor da Borborema se encontra sob um contexto de cristas e maciços residuais, se porta também como um divisor hidrográfico, separando as Bacias do rio Piancó, ao norte, e do Pajeú, ao sul. O maciço está sobre os terrenos do embasamento cristalino e da Província Estrutural da Borborema, confinada pela chamada zona transversal ou “Median shear corridor”, de acordo com Brito Neves *et al.,* (2000, 2001) e Almeida *et al.,* (2000). Esta zona tem os seus limites ao norte, com o lineamento Patos e ao sul, com o lineamento Pernambuco e constitui corpos sieníticos de dimensões extensas e variadas, estruturando batólitos, *stocks* e diques, que se encontram, ora em concordância, ora em discordância, aos trends regionais (CORREA, 2001).

Perante esse contexto geológico no âmbito regional, e na perspectiva de uma compreensão sistêmica das características físicas da área, foram identificadas e mapeadas 04 Unidades Geológicas da área em estudo, figura 02, quais sejam: Recanto Riacho do Forno, Salgueiro – Riacho Gravatá, Suíte Intrusiva Triunfo – Plúton Triunfo, Suíte Intrusiva Itaporanga – Plúton Princesa Isabel.

Figura 02 - Mapa Geológico

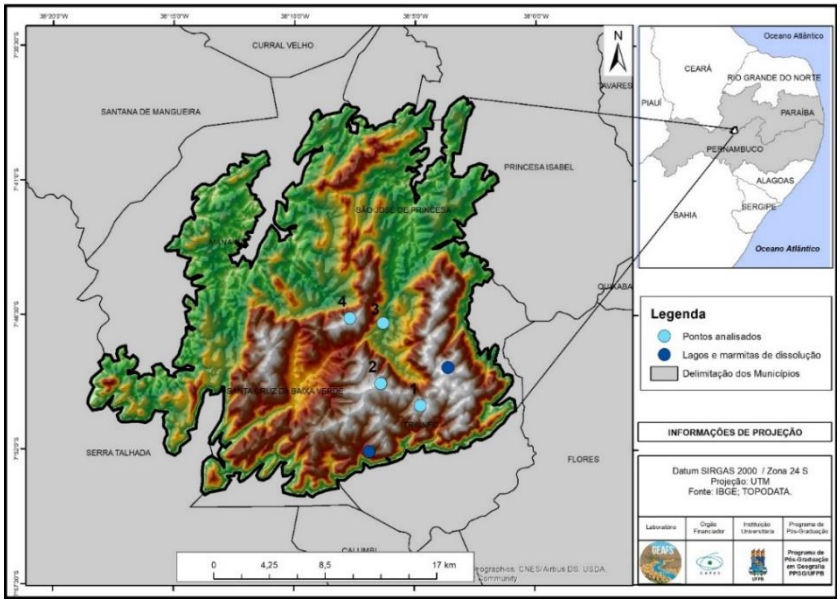


Distribuição Espacial de Bacias de Dissolução na Serra da Baixa Verde PB/PE

Foram identificados e mapeados seis pontos com a presença de Bacias de Dissolução. Os pontos estão localizados em distintas localidades como pode ser observado na figura 03. Os pontos 01, 02 e 03 foram identificados e visitados por ocasião dos trabalhos de campo exploratório, e os demais não foram visitados devido as condições das estradas/acesso.

Os pontos 01 e 02 estão centrados em Triunfo - PE, sob um relevo ondulado e forte ondulado, e o ponto 03 em São José de Princesa - PB, que em função de sua altitude apresenta menor nível de precipitação anual, em um relevo plano e leve-ondulado. Todos os pontos visitados possuem feições de dissolução com diferentes morfologias e distintas formas de uso.

Figura 3 - Localização da Área de Estudo



A seguir, na figura 04, encontra-se o mapeamento dos três pontos identificados, dois deles com altitudes superiores a 1000 metros, como pode ser visualizado na tabela 01.

Figura 04 - Mapa de localização dos pontos

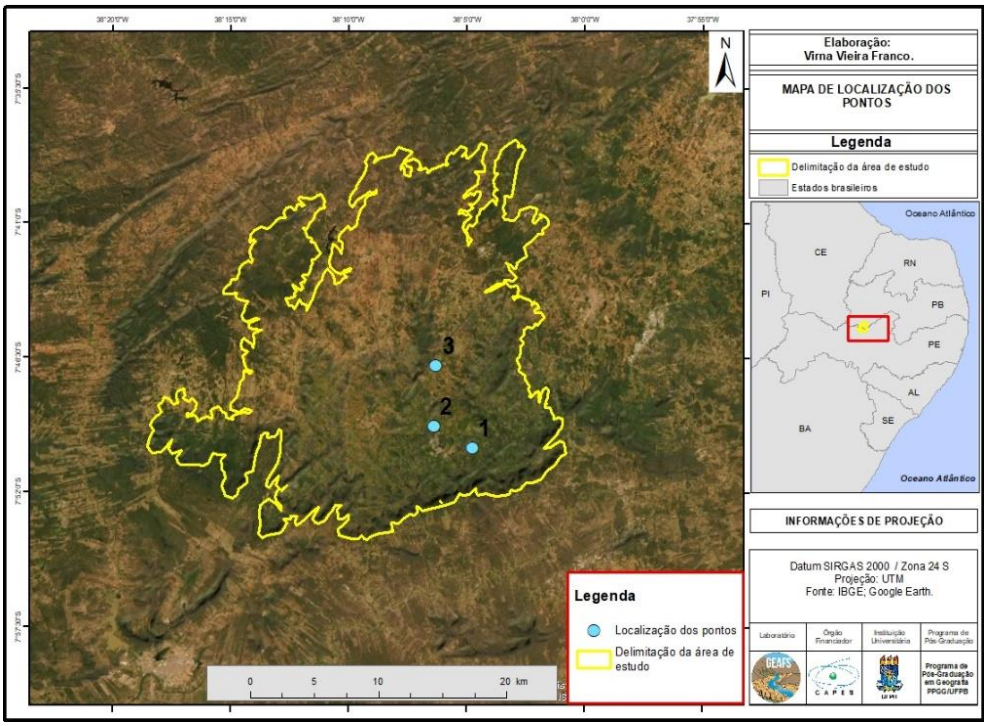


Tabela 1 - Localização Geográfica dos Pontos

Município	Pontos	Coordenadas	Altitude
Triunfo (PE)	Ponto 01	Lat.: 60153577 Long.:913410919	1100 m
Triunfo (PE)	Ponto 02	Lat.: 59613550 Long.:914013988	1111 m
São José de Princesa (PB)	Ponto 03	Lat.:59207849 Long.:913630138	770 m

Fonte: Os autores (2019).

A tabela 02 contém algumas características dos pontos mapeados. Todos estão centrados na mesma unidade geológica, denominada Suíte Intrusiva Triunfo - Pluton Triunfo, contendo as seguintes litologias: Álcali-feldspato sienitos e Álcali feldspato quartzo sienito equigranulares; de granulação média e grossa. A vegetação ao entorno dos pontos 01 e 02 encontra-se espaçada, já no ponto 03 apresenta-se densidade intermediária. As intervenções de um modo geral estão ligadas a agricultura, pecuária, irrigação e barramentos. Do ponto de

vista morfológico, os dados topográficos apresentaram uma variação quanto as formas e profundidades dos pontos.

Tabela 02 - Dados topográficos e informações sobre os pontos

Informações	Pontos 01	Ponto 02	Ponto 03
Características do Ponto	Sob um afloramento rochoso de origem granítica; apresentando marmitas com diferentes morfologias, sazonalmente alagada.	Sob um afloramento rochoso de origem granítica; apresentando marmitas com diferentes morfologias, sazonalmente alagada.	Marmita sazonalmente alagada sob rochas sieníticas
Profundidade	A: 0,5 m B: 2,0 m C: 0,8 m, D: 1,5 m	A: 3,5 m B: 4,0 m C: 1,0 m D: 7,0 m	A: 1,0 m B: 1,5 m C: 2,0 m D: 0,8 m
Número de áreas alagadas	Não apresenta áreas alagadas ao entorno;	Não apresenta áreas alagadas ao entorno;	Áreas alagadas ao entorno em períodos chuvosos (Fevereiro a Maio)
Usos e Intervenções	Barramentos; Irrigação; Atividades agropecuárias	Barramentos; Atividades agropecuárias	Atividades agropecuárias
Cobertura da Terra	Espaçada	Espaçada	Intermediária
Litologia	Álcali-feldspato sienitos e Álcali feldspato quartzo sienito equigranulares; e de granulação média grossa.	Álcali-feldspato sienitos e Álcali feldspato quartzo; sienito equigranulares; e de granulação média grossa.	Álcali-feldspato sienitos e Álcali feldspato quartzo; sienito equigranulares; e de granulação média grossa.
Mineralogia	Faldspato; Quartzo; Moscovita; Mica; Biotita.	Faldspato; Quartzo; Moscovita; Mica; Biotita.	Faldspato; Quartzo; Moscovita; Mica; Biotita.

Unidade Geológica	Suíte Intrusiva Triunfo – Pluton Triunfo	Suíte Intrusiva Triunfo – Pluton Triunfo	Suíte Intrusiva Triunfo – Pluton Triunfo

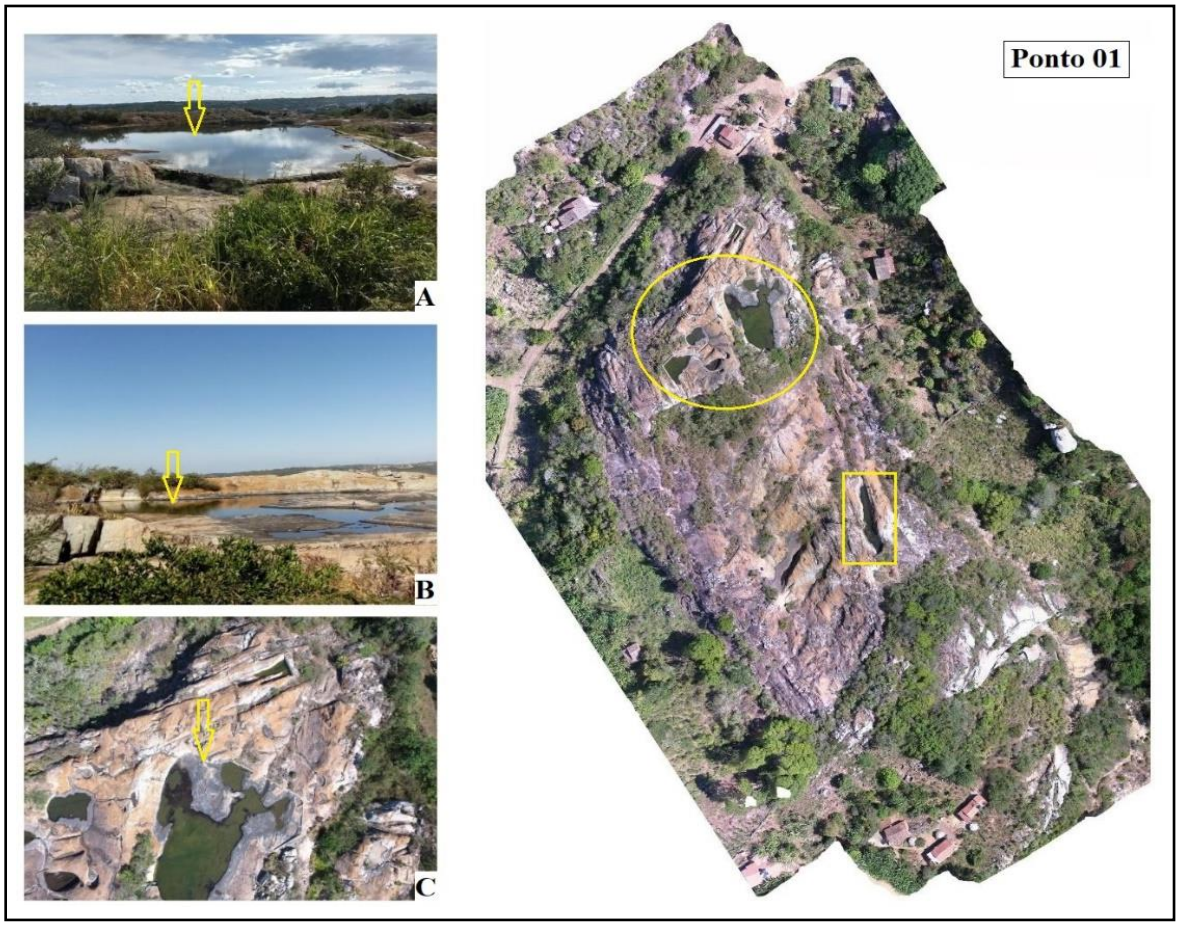
Fonte: Os autores (2020).

Caracterização e Classificação Morfológica – Ponto 01

Para o presente artigo, foi selecionado apenas o ponto 01 para caracterização e classificação morfológica, figura 06, o qual apresenta uma geometria irregular em função do intemperismo diferencial, com morfologia de *fundo côncavo ou panela.* O uso desta nomenclatura morfológica segue a proposta do trabalho de Gutiérrez (2005), que classifica as Bacias de Dissolução segundo a sua seção transversal, também adotada nos trabalhos de Silva (2011); Silva, Correa e Amorim (2017), no estudo sobre a caracterização morfológica e a dinâmica ambiental dos preenchimentos sedimentares das Bacias de Dissolução no Distrito de Fazenda Nova (PE).

Estudos recentes realizados por Shakesby *et al.,* (2006), apresentam outro fator que pode influenciar a localização e início de formação das Bacias de Dissolução, é a concentração de tensões em determinados pontos do maciço rochoso. Para os autores, as Bacias podem ser formadas a partir de processo de alteração de um maciço rochoso segundo seu sistema ortogonal de descontinuidade (SILVA, 2017). Evidencias também apontam que estejam associadas às flutuações climáticas do Quaternário superior, cujas pulsações de maior energia alcançaram até mesmo o Holoceno médio e superior, com repercussões notáveis sobre o registro sedimentar e arranjos paleoambientais da região (SILVA, 2013).

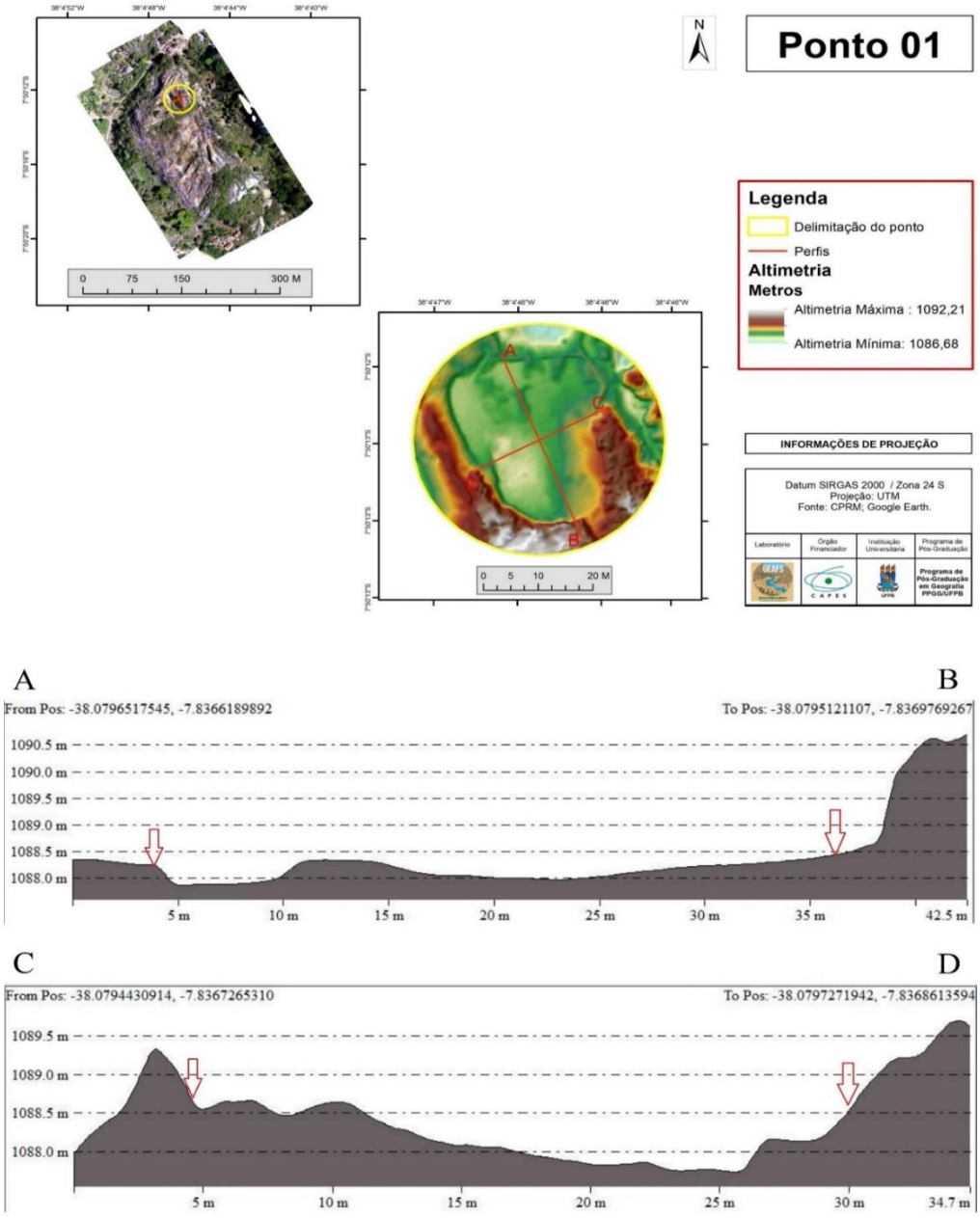
Figura 06 - Ortomosaico do ponto 01 e suas feições morfológicas nas figuras A, B e C. Fotos registradas em outubro e abril de 2019, respectivamente



Fonte: Os autores (2020).

No mapa da figura 07, verifica-se a altimetria do ponto 01, obtida através de imagens captadas por (ARP), fornecendo dados precisos quanto as formas das feições geomorfológicas identificadas e mapeadas. Quanto a profundidade, os perfis (A-B) variam entre 0,5 m e 2,0 m, respectivamente, da base até o topo. Já os perfis C-D registram 0,8 m e 1,5 m, respectivamente, com (42 m de comprimento x 30 m de largura). Observa-se algumas descontinuidades quanto a morfologia da base. As setas em vermelho indicam as áreas sazonalmente alagadas.

Figura 07 - Topografia do ponto 01 com os perfis A-B e C-D mostrando a variação altimétrica



A caracterização topográfica com o auxílio da Aeronave Remotamente Pilotada (ARP), permitiu compreender as diferentes geometrias das Bacias de Dissolução, as quais são resultados de processos de erosão diferencial da rocha, associada a maior presença de umidade nas zonas de fraqueza litoestrutural, que influencia no intemperismo químico, resultando em contornos irregulares. A literatura especializada indica que as Bacias de

Dissolução quando expostas na superfície podem evoluir para distintos tipos morfológicos, apresentando diferentes formas, tamanhos e profundidades, podendo variar entre: circulares, ovais, elípticas e poligonais, conforme encontram-se nos dados do presente trabalho.

Alguns estudos internacionais apontam que as grandes variedades dessas morfologias podem ser, em parte, devido à convergência de formas de relevo causadas por diferentes processos, tais como o clima, litologia, resistência ao intemperismo, tempo, entre outros. Alguns autores classificaram essas unidades pela sua geometria, são eles: Twidale e Corbin (1963); Twidale, (1982); Villar, (2006); Vidal Romanı e Twidale (1998). Todos são de comum acordo que quando a superfície inferior é quase plana, essas feições podem ser classificadas como bandejas, já quando a Marmitas possui um dos lados com inclinação superior ao outro, tem um desenvolvimento de Marmitas de poltrona. No decorrer a estação chuvosa é comum o acumulo de água da precipitação.

Considerações Finais

O mapeamento permitiu identificar a ocorrência de Marmitas de Dissolução no core da Serra da Baixa Verde, distribuídas nas cotas superiores a 700 metros de altitude, numa área que se configura como Brejo de Altitude, com condicionantes peculiares frente ao contexto regional, apresentando temperaturas mais amenas, precipitações mais elevadas, sob solos de maior profundidade, entre outros.

As informações obtidas por meio da caracterização topográfica com auxílio de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), permitiram compreender as diferentes geometrias das feições geomorfológicas identificadas e mapeadas. Esses dados foram importantes para estabelecer a classificação morfológica que variaram entre: *fundo côncavo e/ou panela; bordas suspensas e assimétricas, e bordas suaves,* confirmando as diferentes formas, profundidades, contornos irregulares e descontinuidades, que são resultados dos processos de erosão diferencial da rocha.

Referências

CHORLEY, R. J.; KENNEDY, B. A. Physical Geography: a system approach. Londres: Prenttice Hall Inc, 1971.

CORRÊA, A. C. B. *et al*. Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. Revista do Instituto Geológico, n. 31, p. 35-52, 2012.

CORREA, A. C. B. Dinamica geomorfologica dos compartimentos elevados do Planalto da Borborema, Nordeste do Brasil. 2001. 253 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2001.

GUTIÉRREZ, M. Climatic Geomorphology. Elsevier Science & Technology, 774p, 2005.

LEITE; Niedja Malaquias de Castro; ARAUJO, Rosa Maria Dias; AMADOR, Maria Betânia Moreira. A presença de caldeirões na paisagem e na agropecuária de Ibirajuba-PE. Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 12, n. 6, 2016.

LIMA, D. L. S.; BASTOS, F. H.; CORDEIRO, A. M. N.; MAIA, R. P. Geomorfologia Granitica do Maciço de Uruburetama, Ceará, Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 20, n. 2, 2019.

MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L. Relevos Graníticos do Nordeste Brasileiro. Revista Brasileira de Geomorfologia v. 19, n. 2, 2018.

SHAKESBY, R. A.; MATTHEWS, J. A. & OWEN, G. The Schmidt hammer as a relativeage dating tool and its potential for calibrated-age dating in Holocene glaciated environments. Quaternary Science Reviews, v. 25, 2846-2867. 2006.

SILVA, Danielle Gomes da; CORRÊA, Antonio Carlos de Barros; AMORIM, Rodrigo de Freitas. Caracterização morfológica e dinâmica ambiental das marmitas (weathering pit) no distrito de fazenda nova, Pernambuco - nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 18, n. 2, pp. 350-362, 2017.

SILVA, D. G. Reconstrução da dinâmica geomorfológica do semiárido brasileiro no Quaternário Superior a partir de uma abordagem multiproxy. 2013. 227 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2013.

SILVA, Y. J. A. B; NASCIMENTO, C. W. A; BIONDI, C. M. B; STRAATEN, P; SOUZA Jr; V. S. S; FERREIRA, T. O. Weathering rates and carbon storage along a climosequence of soils developed from contrasting granites in northeast Brazil. Geoderma, v, 289, p. 1-12, 2016.

SILVA, *et al*. Concentrations of major and trace elements in soil profiles developed over granites across a climosequence in northeastern Brazil. Catena, v. 193, 2020.

SOUZA, J. O. P.; CORREA, A. C. B.; Cenários Evolutivos da Conectividade da Paisagem em ambiente semiárido – bacia do riacho do Saco, Serra Talhada, Pernambuco. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 21, n. 01, 2020.

TWIDALE, C.R. Granite Landforms. Elsevier, Amsterdam, 1982.

TRAJKOVSKI, K. K; PETROVIC, D. G. D. Optimization of UAV Flight Missionsin Steep Terrain. Remote Sensing, p. 01-20, 2020.

TOOTH, S. Downstream changes in dryland river channels: the Northern Plains of arid central Australia. Geomorphology, p.33-54, 2000.

TOOTH, S. Process, form and change in dryland rivers: a review of recent research. Earth-Science Reviews, p.67-107, 2000.

THOMAS, M. F. Geomorphology in the Tropics: a study of weathering and denudation in low latitude. Chinchester: John Wiley Sons, 460p, 1994.

TUNDISI, Jose Galizia; ABE, Donato S.; STARLING, Fernando. Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. 2006.

VIDAL ROMANÍ, J. R.; TWIDALE, C.R. Formas y Paisajes Graníticos. A Coruña. Universidade da Coruña, 1998

VILLAR, David Domı´nguez. Formação inicial de gnammas (poços de intemperismo) em um recémárea de Torres del Paine, sul da Patagônia (Chile). Geomorphology, p. 137-147, 2006.

Proposta de Classificação Hierárquica das Geoformas Graníticas Presentes no Plúton do Bravo-PB

Proposed Hierarchical Classification of the Granitic Geoforms in the Plúton Bravo-PB

Rafael Oliveira de Araújo
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0005-5842-4230
rafael.oliveiraaraujo@ufpe.br

Bruno de Azevedo Cavalcanti Tavares
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0003-1823-3016
bruno.tavares@ufpe.br

Demétrio da Silva Mützenberg
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0002-7448-6539
demetrio.mutzenberg@ufpe.br

Resumo: A formação das geoformas graníticas ainda é bastante discutível. Os diferentes processos atuantes para a gênese dessas formas hoje dispostas em diferentes paisagens da superfície terrestre, configura a atuação de diferentes mecanismos, desde o alojamento do fluido magmático até sua exumação, quando os processos de intemperismo são mais incisivos promovendo a evolução das geoformas. A pesquisa apresenta uma proposta de classificação seguindo uma hierarquia em função da dimensão e disposição das geoformas no Plúton do Bravo, Paraíba. As feições estão distribuídas em diferentes compartimentos do relevo apresentando variações na sua textura mineralógica em função do processo de formação deste Plúton. A partir dessa dinâmica, as formas foram classificadas em primárias, secundárias e terciárias, onde cada classe é comandada por processos distintos em escalas temporais e espaciais.

Palavras-chave: PLÚTON DO BRAVO, GRANITO, INTEMPERISMO, GEOFORMAS.

Abstract: The formation of granitic geoforms is still quite debatable. The different active processes for the genesis of these forms today arranged in different landscapes of the terrestrial surface, configure the action of different mechanisms, from the housing of the magmatic fluid until its exhumation when the weathering processes are more incisive promoting the evolution of the geoforms. A classification proposal following a hierarchy according to the size and disposition of these geoforms present in the Bravo Pluton, Paraíba. These geoforms are distributed in different compartments of the relief showing variations in their mineralogical texture depending on the process of formation of this pluton. Based on this dynamic, the forms were classified as primary, secondary and tertiary, where each class is commanded by distinct processes on temporal and spatial scales.

Keywords: PLÚTON DO BRAVO, GRANITE, WEATHERING, GEOFORMS.

Introdução

O Nordeste do Brasil é composto por diferentes unidades de relevo que indicam um cenário complexo de sua formação. O relevo nordestino documenta importantes episódios relacionados a morfotectônica e condições climáticas pretéritas (MAIA et. al, 2010), os processos derivados desses sistemas estão registrados nos compartimentos de relevo. Essa Região apresenta terrenos antigos que vão desde o arqueano até a última orogênese

Brasiliana, com evidências dos ciclos de deposição intra e pericratônica que marcam os depósitos do Fanerozóico, e por fim uma cobertura delgada como resposta às dinâmicas paleoambientais do Quaternário. Nesse contexto, a construção de seu relevo está correlacionada aos processos de formação geológica e estrutural que condicionam o Nordeste, desde os pulsos magmáticos no proterozóico até a formação de lineamentos com orientação preferencial E–W e NE-SW. Os compartimentos encontram-se no contato com maciços cristalinos alinhados segundo diferentes zonas de cisalhamento e lineamentos estruturais que orientam a drenagem e consequentemente controlam a dissecação do relevo (MAIA et. al, 2010).

O Nordeste setentrional brasileiro está associado à Província Borborema, esta pode ser interpretada como uma amálgama de terrenos que se portam topograficamente de maneira mais elevada neste setor. Dentro do arcabouço geológico onde a Província Borborema faz parte, as morfoestruturas que as constituem apresentam uma tipologia hierárquica de formas, que compreendem desde conjuntos regionais de primeira ordem de grandeza (megamorfoestruturas) até as menores ordens (micro-morfoestruturas) (CORRÊA et. al, 2010). A Província Borborema apresenta compartimentação estrutural desenvolvida pelo evento orogênico Brasiliano/Pan-Africano (650-530 Ma) responsável pela acreção e amalgamação de blocos crustais durante o Neoproterozóico no Nordeste do Brasil (Almeida et al., 1981; Santos & Medeiros, 1999; Fetter et al., 2000; Brito Neves et al.,2000; 2014). Esse evento é responsável pela formação dos principais corpos graníticos e zonas de cisalhamento que representam mecanismos tectônicos de movimentação crustal e assim estão associados aos setores mais elevados do Planalto da Borborema.

Durante o Cenozóico após a quebra de Gondwana com a consolidação da formação do Oceano Atlântico, essas zonas de cisalhamento apresentaram reativações que dinamizaram a paisagem durante do Cenozóico no Nordeste brasileiro (BEZERRA; VITA FINZI, 2000). As reativações pós-rifte das zonas de cisalhamentos herdadas do Pré-Cambriano presentes na Região condicionam a evolução geomorfológica através das alterações dos níveis de base induzindo a dissecação e agradação (BEZERRA; VITA FINZI, 2000; MAIA et al., 2010; OLIVEIRA e MEDEIROS, 2012; GURGEL et al, 2013; TAVARES, 2015; FONSECA et al, 2020; OLIVEIRA et al, 2023). Essas zonas de cisalhamento serão responsáveis pela remobilização e soerguimento, produzindo deformações nas áreas de maior concentração de tensão (OLIVEIRA et al, 2023).

Dentro do cenário acima descrito, a presente pesquisa volta-se para a questão da evolução dos corpos graníticos dentro do contexto do Planalto da Borborema. Essa condição apresenta evidências de que os corpos plutônicos que ocorrem no nordeste setentrional estão

preferencialmente ajustados de acordo com as principais zonas de fraqueza da região (CORRÊA et al, 2010).

A área de interesse está dentro do contexto da Microrregião do Cariri Paraibano, se porta na paisagem como um conjunto de plútons graníticos que representam grandes extensões de áreas. O Plúton do Bravo está localizado entre os municípios de Cabaceiras e Boa Vista, no Estado da Paraíba. Esse corpo apresenta uma variedade de geoformas graníticas que se destacam no cenário nordestino, o Plúton do Bravo compreende formações peculiares e importantes tanto para sua geodiversidade quanto em sua atuação na dinâmica geomorfológica local (Figura 01 e Figura 02) (XAVIER et. al. 2017).

Figura 01 - Mapa de Localização do Plúton do Bravo, PB.

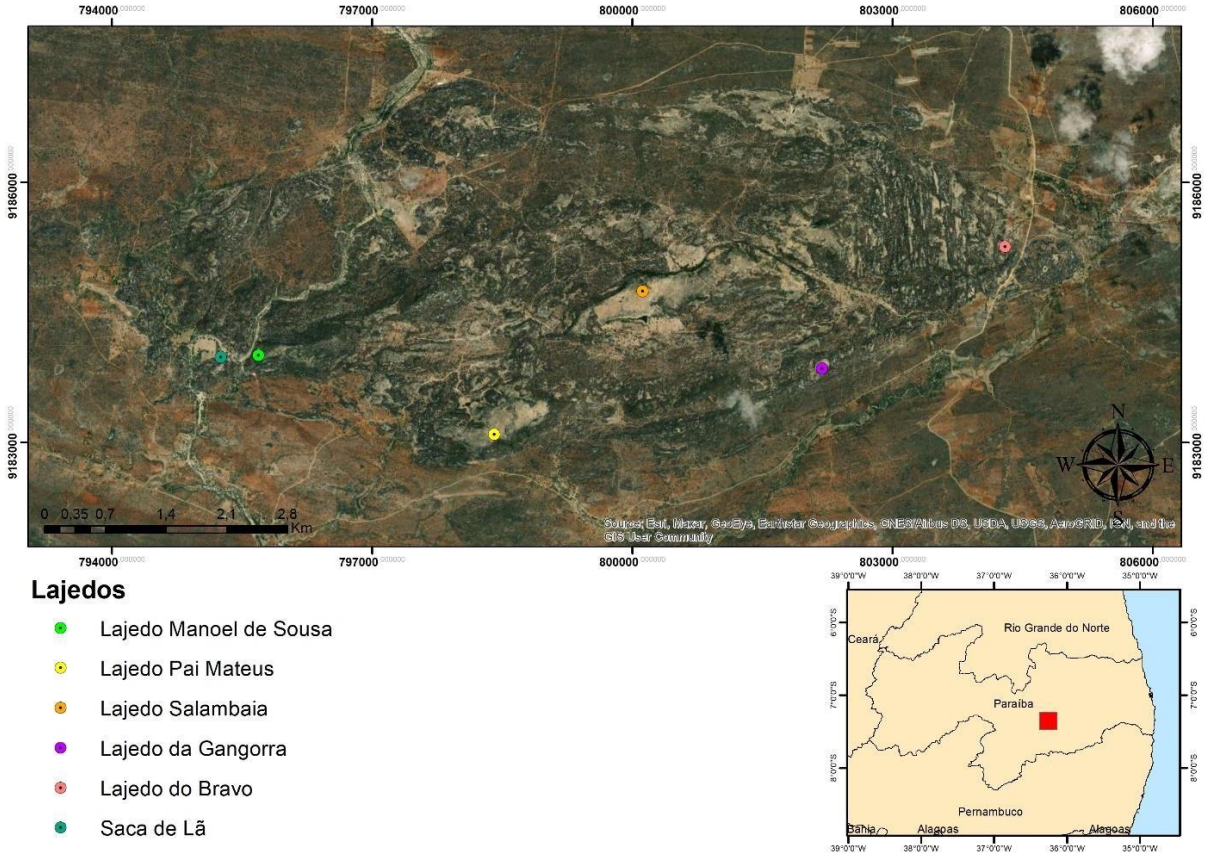


Figura 02 - Contexto geral do Plúton do Bravo. Destaque para as geoformas graníticas associadas à geologia local.

A gênese de construção das geoformas graníticas é uma conjunção de fatores que atuam na esculturação de formas específicas nesta litologia que estão associadas aos processos intempéricos, morfoestruturais e climáticos que atuam nesses corpos ainda em subsuperfície. Os corpos graníticos constituem elementos litológicos de grande relevância para a Geomorfologia, contendo morfologias diversificadas e distribuídas nos mais diversos domínios morfoclimáticos globais (MIGÓN, 2006). Para “Twidale” (2010) “um modelo de classificação para a morfologia granítica apresenta-se em discussão por causa da grande variação de formas, tamanhos, gênese e posição que ocupam na paisagem”. Este relevo é constituído por um conjunto de formas pontuais que ocorrem apenas em litologia granítica. Algumas formas apresentam uma gênese simples para sua construção, contudo outras formas são mais complexas e ainda não apresentam um modelo conceitual. Cabe destacar que a classificação taxonômica de relevos graníticos não constitui uma tarefa fácil, tendo em vista que não existe uma uniformidade taxonômica, mesmo em termos internacionais (MIGÓN, 2006a).

Para uma proposta de classificação do relevo granito, o ponto de partida será a classificação do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) que denomina o relevo granítico como de 5º ordem, as formas graníticas se encaixam na 5ª Ordem, que corresponde ao táxon das “Formas do Relevo Simbolizadas”, que são descritas como feições, que por sua dimensão espacial só podem ser representadas por símbolos lineares ou pontuais, a exemplo de cristas, Inselbergs entre outros (BRASIL, 2009).

Portanto, tendo em vista as terminologias atuais e internacionalmente reconhecidas para a identificação e descrição dos relevos graníticos, assim como seus padrões espaciais, morfológicos e evolutivos (MIGÓN, 2006a; TWIDALE, 1982, 1993; TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005, MAIA, 2016, HOLANDA, 2021), as terminologias têm um papel importante nas pesquisas geomorfológicas, assim como para a classificação/taxonomia do relevo tendo em vista seu melhor entendimento (LIMA, 2018). Classificar as formas graníticas ainda é um processo em franca construção.

Contudo para Maia e Holanda (2021) as formas graníticas podem ser classificadas em macro e microformas, utilizando conceitos/terminologias de amplitudes gerais que já são utilizadas internacionalmente, desenvolvendo uma subclassificação em função dos processos construtivos dessas formas. A proposta de abordagem deste trabalho é descrever e classificar as geoformas graníticas presentes no Plúton do Bravo, estado da Paraíba. Aplicar terminologias já conceituadas internacionalmente e discutir quanto aos processos construtivos, observando os mecanismos estruturais e o posicionamento destas geoformas no relevo (na paisagem). Classificar estas geoformas em função da hierarquia de suas dimensões e sua disposição na paisagem.

Contexto geológico da Província Borborema e Formação do Plúton do Bravo

A Província Borborema está delimitada a sul pelo cráton do São Francisco, a oeste pela bacia do Parnaíba e a norte e leste pelas bacias costeiras. Está dividida em três subprovíncias: Norte, central e sul, que tem seus limites definidos pelos principais lineamentos: Pernambuco e Patos, apresentando trends estruturais Leste-Oeste/NE.

A Província Borborema terá no Neoproterozóico seu clímax associado à Orogênese Brasiliano que configura um evento de expressivo volume magmático, responsável pela formação e consolidação de diferentes corpos plutônicos geralmente constituídos por litologia granítica. Este evento foi fundamental para a formação desses corpos graníticos que hoje representam formas estruturais bastante distintas.

Os granitos presentes no domínio central do Nordeste Brasileiro, que ocupa a área entre o Lineamento Patos e o Pernambuco e foi classificado por Almeida et. al., (1967) como Suíte Intrusiva Itaporanga, que designa os granitos Neoproterozóico do Nordeste, representam momentos sin/tardi e pós-colisional do amalgamento dos terrenos que formam a Região. Nesse sentido, a anisotropia dispostas nas fácies graníticas revelam diferentes comportamentos geotectônicos e estruturais, associados desde as fases colisionais/contracionais iniciais até os movimentos finais de extrusão em cerca de 550-520 Ma (Acari – Legrand et al., 1991 citado por Angelim et al. 2007; Pluton Marinho – Miranda, 2010; Hollanda et al., 2010).

Esses corpos ígneos apresentam idades variadas de 640 a 520 Ma, com a maior concentração de colocação de rochas no período entre 590-570 Ma. Sínteses recentes sobre as diferenças químicas, geocronológicas e isotópicas de acordo com o pulso magmático associado podem ser referenciadas em Guimarães et al. (2004) e Van Schmus et al. (2011).

O objeto de estudo em questão, o Plúton do Bravo, está associado ao período de estágio transicional a um estágio pós-colisional, O período pós-colisional de um ciclo orogenético compreende o intervalo de tempo entre o principal evento de colisão continental e o desenvolvimento de um ambiente intraplaca (Liégeois 1998). Guimarães et al. (2oo4) define o período de transição entre 595 e 576 milhões de anos, por causa de extensos granitóides cálcio-alcalinos com altos índices de K.

O Plúton estudado segundo “Lages” (2016) “apresenta datações com cerca de 580 milhões de anos”, o que insere o mesmo dentro de um estágio transicional, contudo o cenário pós-colisional da Orogênese Brasiliana (Tardi-Neoproterozoica) foi marcado pelo desenvolvimento de uma complexa rede de zonas de cisalhamento direcionais, associadas a um extenso magmatismo Ediacarano (Vauchez et al. 1995; Jardim de Sá 1994), neste sentido é possível que este Plúton tenha sofrido deformação por causa da modificação do campo tensões promovida pelo regime de transição, Tal transição marca a passagem de um regime de deformação compressional para dominantemente transcorrente (Van Schmus et al. 2011; Guimarães et al. 2004).

Sua geometria constitui um sto•ck elipsoidal formado por monzo/sienogranitos porfiríticos, enclaves dioritos e zonas híbridas (LAGES et. al. 2016). Esses corpos apresentam área superficial com menos de 100 km², o que pode ser apenas uma cúpula de corpo magmático maior e são discordantes das rochas encaixantes. Está localizado em uma zona de falhas transcorrentes, que podem ter atuado na reativação dessas zonas de fraqueza na ascensão do planalto da Borborema, no Cenozóico (OLIVEIRA e MEDEIROS, 2012; MORAIS NETO, 2009; JARDIM DE SÁ et al., 2005). Essas falhas formam um par conjugado em um formato de tesoura, promovendo um controle estrutural na parte mais oriental do Plúton. O arranjo cinemático desses cisalhamentos indica que o pluton foi posicionado em uma zona de dilatação associada ao regime tectônico transcorrente (LAGES et. al. 2016).

Petrografia do Plúton do Bravo

A litologia deste corpo ígneo é constituída por uma variação de granitóides e em suas bordas a presença de índices metamórficos como resposta a sua intrusão diapírica em um terreno de Gnaisses bandados migmatíticos, augen gnaisses, anfibolitos e rochas metamáficas, do Complexo Sertânia (CPRM, 2012). Sua composição varia de sienogranitos,

monzogranitos, monzodioritos, granitos e aplitos, sugerindo diferentes pulsos magmáticos e diferentes condições de cristalização.

Sua mineralogia pode ser descrita por três fácies: a leste sua textura é fanerítica porfiritica com cristais de k-feldspatos de até 7,0-8,0 mm de tamanho, e sem orientação preferencial dos minerais (foliação). No setor sul, sua mineralogia é composta predominantemente por cristais subédricos de anfibólio verde, além de uma pequena quantidade de biotita, opacos e titanita sempre associados aos anfibólios. A oeste, apresenta uma textura fanerítica média-grossa, inequigranular, e uma foliação milonítica bem-marcada pela orientação dos máficos contornando os feldspatos, os quais podem mostrar textura tipo-augen, e estiramento de cristais de quartzo (CPRM, 2012).

Esses grupos de fácies representam a possibilidade de formação de distintas formas graníticas por diferentes mecanismos, ou seja, a granulometria e petrografia dessas fácies pode ser um dos fatores preponderante para o desenvolvimento de geoformas específicas em função dos processos intempéricos e componentes estruturais que atuaram em um período pretérito que foram responsáveis por produzirem pontos de fraqueza neste corpo granítico.

O Plúton do Bravo é constituído por uma série de lajedos (macroforma) que hospedam diferentes microformas graníticas, classificadas segundo Holanda et. al., (2020) na subclasse de blocos graníticos, formas de dissolução e formas de fraturamento. O objeto de estudo é avaliar a distribuição das geoformas mais pontuais, analisando seus aspectos petrográficos, seus trends estruturais e como estão dispostas nas diferentes zonas (compartimentos do relevo) que competem a área do Plúton do Bravo classificando em óptica hierárquica. Este Plúton apresenta uma variedade de formas graníticas já conhecidas que podem ter relação com sua gênese de formação, assim como seus aspectos estruturais e mineralógicos.

A Geomorfologia do Plúton do Bravo

O Plúton do Bravo se destaca por apresentar um cenário complexo com a presença de distintos lajedos graníticos. A presença destes lajedos remonta a um passado caótico envolvido por processos geológicos, climáticos e geomorfológicos para esculpir formas que se destacam e são referência para os estudos em litologia granítica no cenário mundial.

Esses lajedos estão dispostos de forma heterogênea a em diferentes compartimentos do relevos. É possível observar lajedos com a estrutura de suas encostas mais suavizadas e sua base formada por materiais intemperizados formando camadas delgadas promovidos por longos processos de rebaixamento que pode está associado ao regime hidroclimático mais volumoso em termo pluviométricos, representando assim um contexto diferente dos índices atuais da Região. Já os setores de encostas podem estar

associadas a mecanismos morfoestruturais de controle na geometria. A morfogênese de seu relevo pode estar associada a processos que tiveram seu início no tempo geológico remoto, porém foram retrabalhados por processos pós-cretáceos. Classicamente, Ab' Sáber e Bigarella (1961), Bigarella (1994, 2003), Andrade e Lins (1965), Mabessone e Castro (1975), interpretaram essa morfologia como resultante de sucessivos ciclos de aplainamentos induzidos por rebaixamentos do nível de base, e estes por sua vez derivados de processos epirogenéticos pós-cretáceos (MAIA et al., 2010).

Contudo, em uma análise morfotectônica é possível verificar no compartimento leste do Plúton uma série de fraturamentos, com orientação preferencial de N-S, proveniente da proximidade com a zona de interseção das falhas geológicas que controlam o regime estrutural. O corpo foi posicionado em um diedro agudo formado pela junção de duas zonas de cisalha•mento direcionais conjugadas (LAGES et. al., 2016).

Na parte central do corpo encontram-se as áreas com as cotas altimétricas mais elevadas, que apresenta características de uma cúpula ainda pouco fragmenta por motivos de uma mineralogia mais compacta e resistente que foi pouco afetada pelo regime tectônico presente, resultando em poucos pontos de fraqueza onde o intemperismo pode atuar mais incisivamente diferentemente do setor leste.

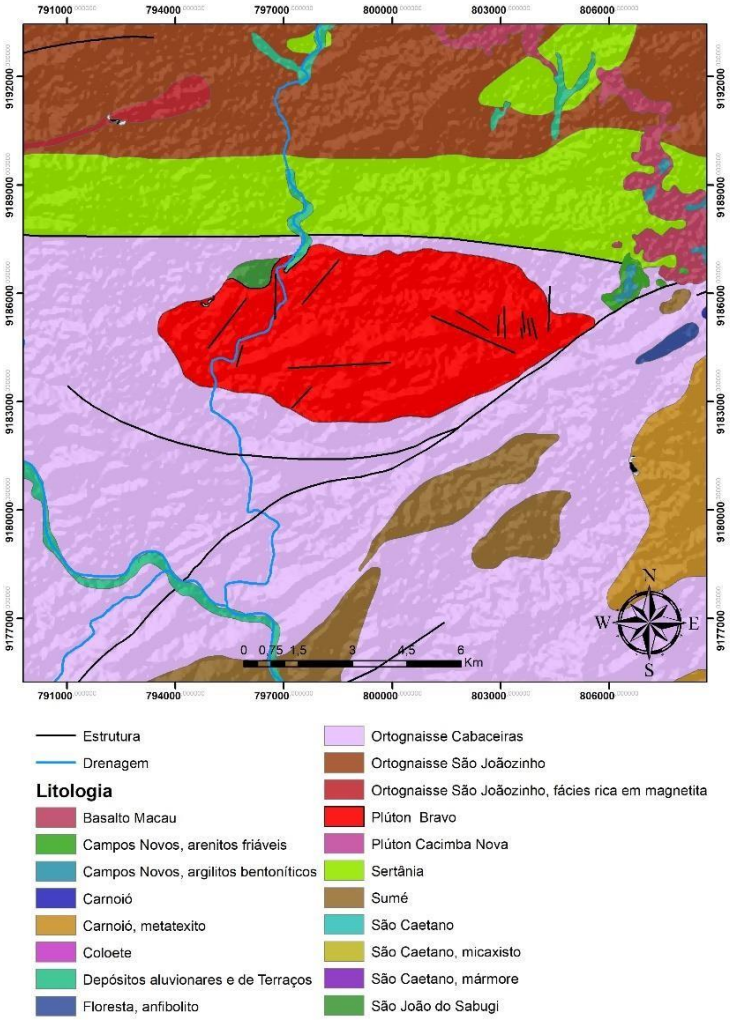
No setor oeste, é verificado áreas com cotas altimétricas mais baixas, relevo mais suavizado com áreas mais planas, contudo é possível observar pequenas áreas elevadas que caracterizam um regime contracional local (bastante pontual) proveniente de falhas presentes no próprio corpo ígneo, ao qual compete o regime estrutural local e essencialmente o controle dos eixos de drenagens presentes no Plúton.

Em seu contexto é possível observar um regime fluvial perene, pois o mesmo é cortado transversalmente pelo Rio Boa Vista que pertence a sub-bacia do Rio Paraíba. Contudo, é possível observar em seu relevo áreas rebaixadas que permitem o acúmulo de água por um espaço temporal maior após o período de chuvas na Região, como é o caso da Lagoa da Cunhã e algumas marmitas de dissolução espalhadas ao longo das superfícies dos lajedos.

Disposição e características dos compartimentos do Plúton do Bravo

O Plúton do Bravo é composto por seis lajedos: Lajedo do Bravo, Saca de Lã, Pai Mateus, Manoel de Sousa, Salambaia e Gangorra, esses lajedos estão localizados em diferentes compartimentos do relevo, assim como são formados por diferentes mineralogias graníticas (Figura 03).

Figura 03 - Geologia do Plúton do Bravo e das litologias encaixantes



Os lajedos são definidos por Holanda et. al., (2021) como macroformas que possivelmente apresentam diferentes microformas em sua superfície, os lajedos estão associados às limitações da ação pedogenética, seja pela declividade ou pelas condições climáticas agressivas, o que limita o desenvolvimento do solo e expõe a rocha matriz. São superfícies topograficamente mais elevadas em relação das circunvizinhas que podem ou não apresentar grau mais agudo em função de sua declividade, impossibilitando quase que exclusivamente assim um capeamento pedogênico.

Situado no setor L-NE do Plúton, o Lajedo do Bravo é composto essencialmente por uma mineralogia com cristais desenvolvidos de feldspato potássico com características de textura porfirítica, apresenta um fraturamento bastante orientado N-S, possivelmente pela proximidade com o par conjugado das zonas de cisalhamento Cabaceiras e São José dos Cordeiros, com cinemática dextral e sinistral. Sua declividade é acentuada representada por encostas mais íngremes com cortes abruptos, possivelmente formada morfoestruturalmente

por um regime de compressão e rotação promovido pela cinemática das zonas de cisalhamento que afetou mais incisivamente esta área do Plúton.

As microformas encontradas na superfície deste Lajedo variam desde geoformas por exumação: boulders e tours, geoformas de dissolução: tafoni, gnammas, karrens e flared slopes e geoformas por fraturamento, o split rock.

Os boulders nesse Lajedo são mais dispersos e apresentam baixa esfericidade, contudo existem pontos com maiores concentrações de blocos formando uma massa caótica com fraturas que ainda não foram consolidadas completamente e apresentam baixa esfoliação esferoidal. Contudo essa massa caótica de blocos pouco esféricos estão localizados nas áreas mais elevadas deste Lajedo, com alguns boulders dispersos nas áreas de maior inclinação.

O Lajedo Gangorra bordeja a margem sudeste do Plúton, com um relevo de encosta mais íngreme apresentando boulders com baixo grau de arredondamento e esfericidade, com fraturamentos ao longo de sua superfície, sugerindo que este setor sofreu com a cinemática das falhas transcorrente porém não foi tão afetado como o setor mais a Nordeste. Sua principal geoforma é uma massa caótica de blocos presente na sua meia encosta, estes blocos apresentam baixa esfericidade e alguns chegam a ter ângulos agudos porém ainda oblatos.

O Lajedo Salambaia está localizado no centro do Plúton, em um dos setores mais elevado, com uma encostas íngremes bastante arrasadas por diversas karrens (caneluras), que formam um conjunto de sulcos recortando o Lajedo com orientação N-S. A presença de inúmeras gnammas também se faz presente, algumas com tanta proximidade uma das outras que parece estruturas foveolares, contudo processos de tafonização também são visíveis no sopé da encosta. Sua mineralogia se diferencia dos lajedos situados na parte leste, agora a textura é mais fina, com grãos mais equigranulares e feldspatos não tão desenvolvidos envolvido por uma cimentação mais fina. Este Lajedo por situar- se no centro do Plúton não sofreu ou não apresenta evidências tão visíveis dos mecanismos geotectônicos promovido pelas falhas que circundam o Plúton quanto seus setores marginais.

Na parte mais ao sul do Plúton encontra-se o Lajedo do Pai Mateus. Este Lajedo diferente do Salambaia é composto por um imenso mar de bolas, mesmo com uma topografia íngreme de suas encostas marcando o nível de base local com a presença de boulders dispersos, contudo a maior concentração dos boulders está na sua cimeira plana, esses boulders apresentam boa esfericidade, processo de tafonização, formação de karrens em suas superfícies e estão dispersos por toda superfície da cimeira. Este Lajedo também apresenta karrens que formam sulcos em sua superfície, porém não tão incisivos quanto do

Salambaia. O processo de tafonização que ocorre nos boulders, formou a pedra do capacete uma das principais referências do Lajedo do Pai Mateus.

Situado no setor S-SW, o Lajedo Manoel de Sousa está em um compartimento topográfico mais baixo em relação aos outros lajedos, sua mineralogia também se distingue com tendências a classe de monzogranitos. Este Lajedo apresenta boulders com diferentes graus de esfericidade, representado pela pedra do sapo, embora alguns boulders sejam arredondados. Mecanismos de intemperismo químico são observados, processos como tafonização em boulders e formação de gnammas na superfície do Lajedo são os principais indícios desses mecanismos.

Localizado próximo ao Lajedo Manoel de Sousa, o Lajedo Saca de Lã está inserido no contexto do eixo de drenagem do rio Boa Vista, em uma zona com controles estruturais. Este setor apresenta falhas internas do Plúton, que controlam a dinâmica da drenagem, onde o Rio Boa Vista, principal eixo de drenagem que corta o Plúton de forma transversal. A presença de um Castle koppies é muito significativa, formando um edifício granítico bem marcado na margem direita do rio. O Lajedo recebe este nome em função desta geoforma bastante imponente na paisagem, caracterizando um empilhamento de blocos com arestas agudas diferente do processo de esfoliação esferoidal sofrido pelos granitos. Neste Lajedo a presença de significativas geoformas, gnammas, split rock são algumas delas.

E no setor noroeste situa-se a Lagoa do Cunhã, que pode ser descrito como um afloramento com um rebaixamento topográfico em seu centro, com a capacidade de reter água. Circundado por boulders nas áreas mais elevadas e algumas gnammas em superfícies mais suavizadas. A Lagoa do Cunhã representa, por assim dizer, um dos principais níveis de base do Plúton (Figura 04).

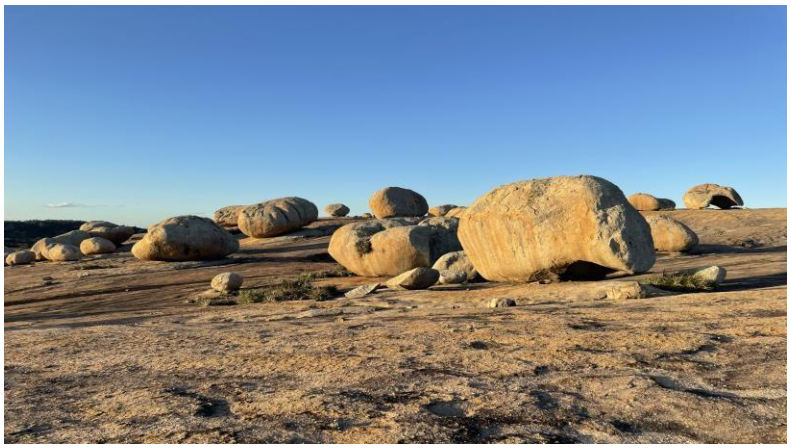
Figura 04 - A - Vista Geral do Lajedo do Bravo situado na porção leste do Plúton. B - Vista aérea do Lajedo Saca de Lã, localizado na porção sudoeste do Plúton.

Geoformas presentes no Plúton do Bravo

Proposta de classificação das formas surgem no momento em que os geomorfólogos procuram entender a gênese dessas formas, algumas geoformas não demonstram uma complexidade para sua formação, contudo existem algumas formas que ainda é rodeada de incógnitas e complexidade.

Este trabalho procurou classificar as geoformas graníticas de forma hierárquica em primária, secundária e terciária, observando as características: dimensionais (tamanho e forma), espaciais (setor onde se estabeleceu), mecanismos transformantes (intemperismo, isostasia, alívio de pressão, tectonismo, denudação). Essas características permitiram propor um modelo classificatório, numa tentativa de hierarquizar as geoformas (Figura 05).

Figura 05 - vista do Lajedo do Pai Mateus, nesta imagem verifica-se a formação de geoformas terciárias, processos de tafonização e formação de Karrens (Caneluras).



Geoformas primárias: são as formas que foram estruturadas e consolidadas no processo de alojamento e cristalização do fluido magmático, que mesmo expostos aos mecanismos transformantes endogênos e exogênos preservaram quase ou totalmente seus aspectos estruturais e dimensionais de sua formação inicial. Esse grupo de geoformas apresentam-se como ressaltos topográficos na paisagem. Essas geoformas primárias são o arcabouço para abrigar ou formar geoformas secundárias ou terciárias em função da sua dimensão, ou seja uma geoforma primária não pode estar contida em outra geoforma, são essencialmente as geoformas individualizadas na paisagem constituindo formas com maiores dimensões com sua superfície parcialmente exumada, podendo apresentar diferentes graus de inclinação resultando numa topografia acidentada ou suavizada, implicando num conjunto de desnivelamentos superficiais formando relevos compartimentados em sua área podendo ou não apresentar rejuvenescimento de sua superfície.

Maciços: constituem expressivas unidades topográficas e estrutural resultantes da sua maior rigidez litológica em comparação aos litotipos circundantes (ALLABY, 2013).

Inselbergs: termo derivado do idioma alemão, significa colina de ilha, são feições formadas por rochas mais resistentes ao intemperismo e à erosão do que aquelas que compõem a superfície rebaixada circunvizinha (TWIDALE, 1998).

Inselgebirges: assim como os Inselbergs, são feições caracterizadas por sobressaltos topográficos, dispondo-se na maioria dos casos como formas alongadas, isoladas ou agrupadas, que são recortados por cristas e vales (DRESCH, 1962).

Bornhardts: originado do idioma alemão, essa denominação faz referência a inselbergs dômicos, são feições com encostas côncavas que são constituídos por rochas maciças, com poucas descontinuidades estruturais, pouco regolito geralmente com encostas nuas apresentando topo achatado (TWIDALE, 1998).

Lajedo: o afloramento está associado às limitações da ação pedogenética, seja pela declividade ou pelas condições climáticas agressivas, o que limita o desenvolvimento do solo e expõe a rocha matriz (HOLANDA, 2021) (Figura 06).

Figura 06 - A - afloramento granítico apresentando processos de formação de geoformas secundárias e terciárias, Lajedo do Bravo B - afloramento granítico caracterizando um ressalto topográfico com topo dômico com boulders distribuídos na superfície, Lajedo Saca de Lã C - vista superior do Lajedo do Bravo.

Geoformas secundárias: são as formas oriundas da atuação dos mecanismos transformantes e estão estruturadas nas geoformas primárias, porém sua dimensão nunca é maior que as geoformas primárias. Representadas por corpos de diferentes dimensões que pode variar de uma escala de centímetros a metros, podendo abrigar geoformas terciárias. Essa classe de geoformas quando parcial ou totalmente exumadas apresentam evidências de alterações promovidas por mecanismos transformantes endógenos provocando danos estruturais onde os mecanismos exógenos atacam mais incisivamente alterando seu formato original completo ou parcialmente. Com uma geometria diversa, estas geoformas apresentam uma variação angular de sua superfície, além de uma disposição diversificada em diferentes compartimentos de relevo.

Boulders: são os mais comuns, numerosos e amplamente distribuídos exemplos de formas de relevos graníticas, podendo ser encontrados de maneira isolada ou aglomerada (clusters) em diferentes configurações geográficas (TWIDALE, 1982) e climáticas (CAMPBELL; TWIDALE,1995). O processo de formação dos boulders graníticos está, geralmente, associado ao intemperismo seletivo em subsuperfície guiado por padrões de fraturas e concentrado ao longo destas (MIGÓN, 2006a).

O processo de desagregação mecânica sofrido pelos boulders pode ter seu início ainda em subsuperfície, antes do granito ser exumado ele sofre processos físico-químicos. A termoclastia não seria o único fator preponderante para a descamação desses blocos, mas o alívio de tensão (descompressão) do granito é um dos mecanismos de atuação para a formação destas geoformas que tem seu início ainda em subsuperfície.

“Jumikis” et. al., (1983) “descreve que a coesão da matriz de uma rocha é enfraquecida pela presença de fluídos (líquidos) entre seus poros”, “Farmer” (1968) “postula que as rochas apresentam decréscimo no seu coeficiente de elasticidade quando seus poros estão preenchidos por água”, os trabalhos de “Obert” et. al., (1967) “calcula-se que o granito saturado em água apresenta um decréscimo em cerca de 30% do seu coeficiente elástico”.

A gênese desses boulders pode está associada ao conjunto de mecanismos que são atuantes em diferentes escalas espaço-temporais, em níveis mais rasos da superfície esses blocos são saturados por água que percola nas camadas mais superficiais da crosta, seu coeficiente de elasticidade é reduzido, quando essas camadas mais superficiais são removidas promovendo o alívio de pressão nesses corpos com sua elasticidade reduzida, ocorre o enfraquecimento em pontos distribuídos por toda superfície do bloco, promovendo a desagregação mecânica em um processo de esfoliação, que vai provocar a esfericidade desses blocos.

Tors: é um termo derivado do antigo galês twr ou twrr que significa uma pilha, referindo-se a um relevo empilhado, tratando de uma nomenclatura muito comum para se referir a relevos formados por resíduos de rochas graníticas em várias partes do mundo (HOLANDA et. al., 2020). É uma geoforma verticalizada com características de encastelamento de seus blocos, essa geoforma pode ser caracterizada por um único bloco empilhado. Contudo, seu empilhamento apresenta um nível mais elevado de instabilidade por seus blocos apresentarem um grau de arredondamento superior aos blocos que compõem a geoforma castle koppies.

A teoria da etchplanação de “Budel” (1982) “é a mais aceita para explicar a gênese dessa geoforma”. contudo, os processos de intemperismo são responsáveis pela transformação da topografia rochosa, gerando materiais alterados e, posteriormente, atuando sobre eles (XAVIER, 2021). Ressaltar as idéias de Gilbert (1877) em que as condições do

limite de intemperismo e o limite de transporte são mecanismos de transformação e gênese de geoformas. Ao considerar que um tors é um bloco granítico empilhado sobre outro que geralmente o bloco superior e inferior ao bloco da base, observando que o da base quase sempre ainda não está totalmente exumado, restando ainda uma camada de material geralmente pedológico cobrindo parte de sua superfície.

Caos de blocos pode ser descrito como uma massa dispersa, geralmente associada ao desnível topográfico da superfície onde se estabeleceu, esse conjunto de boulders fica disperso sem nenhum padrão, às vezes pode haver o contato entre os blocos ou não. Para "Migón" (2006) "o caos de blocos são produtos da denudação seletiva de um manto de intemperismo com maior densidade de Corestones, não tendo relação com a desintegração mecânica de afloramentos rochosos", contudo alguns blocos já apresentam fases de descamação em função dos processos de intemperismo por estarem completamente exumados.

A gênese das paisagens constituídas por caos de blocos pode estar relacionada a mecanismos transformantes endógenos, promovidos por uma neotectônica Pós-Cretácea atuante no Nordeste Brasileiro. Esses mecanismos são responsáveis pelo soerguimento pontual de alguns setores como resposta de um movimento compressivo. Essas áreas são formadas por uma litologia com maior grau de resistência aos mecanismos exógenos, formando geoformas primárias. Como resposta de uma denudação seletiva, as geoformas primárias tem sua superfície arrasada promovendo a desestabilização de suas encostas que tem seu front recuado causando o colapso e dispersando os blocos ao longo de sua superfície que encontrasse muitas vezes exposta ou apresenta uma cobertura delgada

Os nubbins são caracterizados como uma massa caótica de compartimentos de rocha destacados, apresentando rochas mais angulares ou arredondadas, embora algumas são chanfradas, podendo as suas formas coexistirem (MIGÓN, 2006a). Essa massa caótica é formada por agregados de blocos que diferente do caos de blocos, esses estão inteiramente em contato uns com os outros. Essa formação geralmente apresenta uma geometria de blocos mais oblatos com baixo grau de arredondamento, podendo apresentar sobreposição de alguns blocos sobre outros.

Para "Twidale" (2002) "a gênese do nubbins está associada ao processo de fraturamento dos topos dômicos dos bornhardts, existe uma relação congênita entre essas duas geoformas", contudo esta geoforma revela um pouco mais de sua gênese, pois superfícies graníticas dômicas não essencialmente exclusivas dos bornhardts, pois algumas geoformas primárias pode conter determinadas áreas de sua superfície apresentando um formato dômico. Os nubbins podem se apresentar também como uma exposição de boulders sobre sobre um afloramento granítico dômico (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005). Está

geoforma também apresenta em alguns casos evidências da movimentação dos blocos em função da força gravitacional, Estes podem ser expostos como boulders depois que o manto de intemperismo que os recobrem for removido; outros podem ser transportados do seu local de origem (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005).

A remobilização da cobertura de superfícies dômicas acentua o desnivelamento topográfico, possibilitando a desestabilização dos blocos presentes em seu topo. Esses blocos podem apresentar remobilização ou não. O processo de erosão diferencial tende a arrasar os elementos mais vulneráveis, elevando os níveis de declividade do terreno, deixando essa massa residual de blocos mais instável.

As flared slopes estão presentes nesse Lajedo e ocupam diferentes posições e tamanhos. Estas geoformas são associadas a paleoníveis de meteorização que foram remobilizados por erosão diferencial deixando enclaves impressas, para “Twidale” (1982) “formadas a partir de frente de intemperismo ou superfície de intemperismo, geralmente desenvolvidas nas bases das escarpas em níveis topográficos superficiais”, contudo para “Holanda” et. al., (2018) há evidências para discutir sua gênese em níveis subsuperficiais com a formação de concavidades que pode está associadas a inclinações do maciço rochoso em baixa profundidade ou em níveis de formação do regolito”. Estas geoformas estão associadas à atuação dos mecanismos transformantes exógenos nas superfícies das geoformas primárias. Estas geoformas geralmente encontram-se horizontalizadas, representando possíveis paleoníveis que foram arrasados expondo esses enclaves à superfície, tornando o processo de intemperismo mais incisivo nestes locais, promovendo sua expansão.

Os Castle Koppies são considerados como Inselbergs acastelados e considerados as formas graníticas menos comuns (MIGÓN, 2006a; TWIDALE, 2002). São geoformas verticalizadas, formadas por uma base maciça com um empilhamento de blocos acastelados, com baixo grau de arredondamento, com um padrão de fraturas ortogonais. Essa ortogonalidade na geometria euclidiana, refere-se às faces de um sólido serem perpendiculares com a tendência de formarem ângulos retos.

Sua gênese ainda é discutida, porque existe uma série de fatores que corroboram para sua formação, contudo seria a associação dos mecanismos transformantes atuando em conjunto, tanto os endógenos como os exógenos, refletir sobre sua formação é analisar de forma peculiar seus aspectos.

Analisando o Castle Koppies Saca de Lã presente no Plúton do Bravo é possível identificar alguns aspectos gerais. Está geoforma estar localizada no setor onde a mineralogia compete a uma granulometria média a fina, com grãos compactados em um arcabouço de matriz fina com um índice mais elevado de quartzo e redução na dimensão dos cristais de feldspato, inserida em um dos setores mais rebaixados, dentro de uma zona de falha que

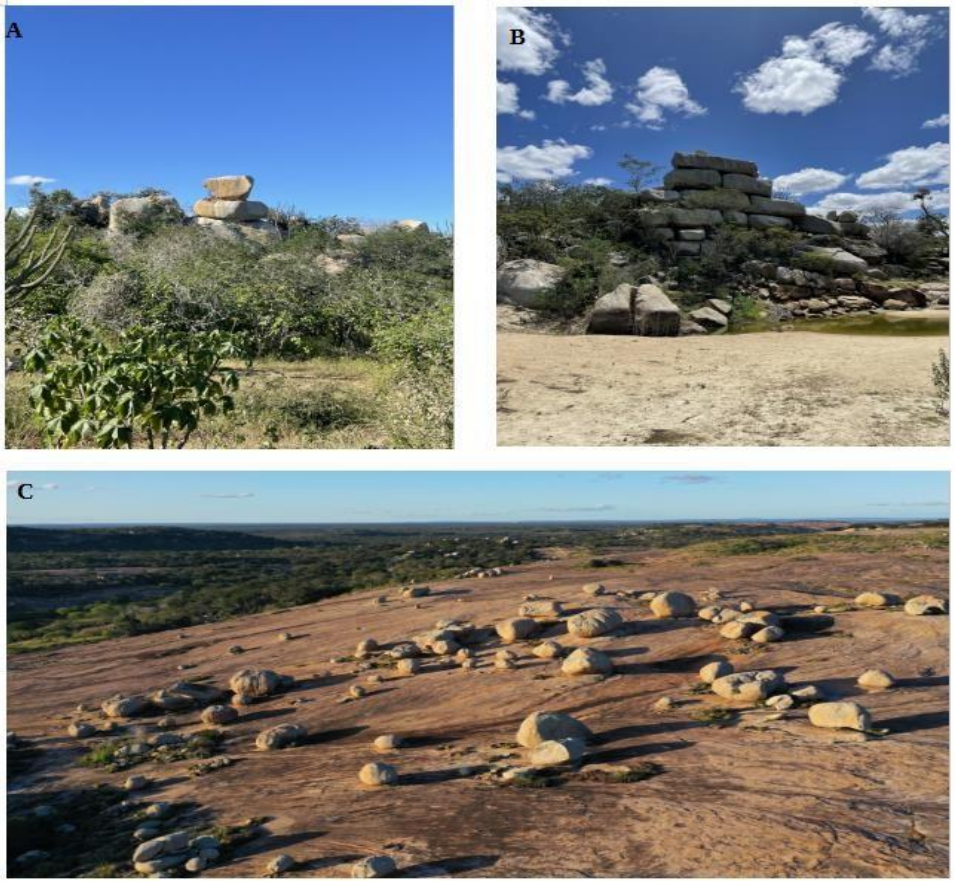
controla o principal sistema de drenagem do Plúton, possibilitando inferir que esta geoforma foi exumada precocemente permanecendo por menos tempo coberto por mantos de intemperismo químicos ainda em subsuperfície que consequentemente os blocos que compõem sua estrutura não desenvolveram níveis de arredondamento preservando total ou quase totalmente as arestas ortogonais formadas ainda em subsuperfície.

Diferente dos tors, os castle koppies apresentam um empilhamento mais organizado de seus blocos com uma estrutura mais estável e os mesmo apresentam um menor grau de arredondamento em relação aos dos tors, que pode apresentar uma configuração de apenas um único bloco empilhado isoladamente que difere de um maior número de blocos para formar o castle koppies.

Pedestal Rock: originário do inglês, são caracterizados como um tors que apresenta um pedestal em forma de pilar que suporta um bloco maior acima, se caracterizam por consistir essencialmente de duas partes: um pilar estreito ou haste que suporta um topo muito maior, cujo estreitamento da parte inferior é o resultado de um intemperismo mais eficiente em subsuperfície (TWIDALE; CAMPBELL, 1992). Essa geoforma se caracteriza por ser um único corpo estruturado em um formato de duas partes, uma com um volume maior de sua massa rochosa na parte superior apoiada em outra que é um pilar estreito fixo em uma base maciça. Não é específica apenas em litologia granítica, contudo o granito por tender ao mecanismo de esfoliação esferoidal, esta parte superior tende a ser arredondada nesta litologia.

Sua gênese remonta ao intemperismo subsuperficial que é um mecanismo transformante exógeno. Resultado de uma exumação parcial, este corpo tem parte de sua base coberta, proporcionando o processo de intemperismo químico mais incisivo em sua base, que quando essa cobertura é arrasada esse pilar é exumado demonstrando que o intemperismo químico em subsuperfície pode ser mais agressivo ao superficial (Figura 07).

Figura 07 - A - tors, formado por três blocos empilhados com o bloco do topo com arestas mais agudas, Lajedo do Bravo, B - Castle Koppies, formado por um empilhamento de blocos com arestas ortogonais, Lajedo Saca de Lã, C - caos de blocos (mar de bolas), Lajedo do Pai Mateus.



Geoformas terciárias: são originadas das geoformas primárias e secundárias, consolidadas quase que essencialmente pelos mecanismos transformantes exógenos atuantes nos pontos de fraqueza provocados pelos mecanismos endógenos. Assim como a classe das geoformas secundárias, suas dimensões variam de uma escala de centímetros a metros que vai depender do volume do suporte rochoso em que ela se estabeleceu. Esta classe de geoformas estão estruturadas em geoformas primárias e secundárias, respeitando um nível hierárquico em função da dimensão da geoforma que serviu como suporte para sua formação. Estas geoformas estão dispersas em diferentes compartimentos do relevo, ocupando vários tipos de superfícies, desde cimeiras horizontalizadas até encostas íngremes apresentando muitas vezes características evolutivas de sua dimensão.

Gnammas: Formadas pelo processo de dissolução é muito ativo nas superfícies mais horizontalizadas, geralmente em topos mais elevados sem cobertura esse processo é mais incisivo. A presença de gnammas aparece com frequência em setores do relevo mais horizontalizados formando reservatórios naturais de água, que mantém essas áreas úmidas por um espaço de tempo maior, permitindo um maior ataque do intemperismo químico.

Definida por “Vidal Romaní” et. al., (2005) “como pequenas depressões fechadas de variadas formas e tamanhos, podendo ser circulares, elípticas ou ovais, cujo diâmetro é normalmente da ordem decimétrica a métrica”, contudo sua gênese é cercada por incertezas pois algumas gnammas chegam a ordem de metros, formando cavidades profundas com capacidade de armazenamento de água elevado, como define “Migón” (2006) “a associação das condições ambientais e não essencialmente as reações químicas promovidas pela água em função dos minerais presentes na rocha.

Contudo, vale salientar que está microforma definida por “Holanda” et. al., (2021), “pode se estruturar em outras microformas como boulders e tors, ainda estáveis com superfícies planas com baixos níveis de desagregação mecânica”, pois de acordo com “Migón” (2006) “é preciso que a superfície apresente irregularidades com a capacidade de reter água”, geralmente associada a diferenciação petrográfica e pontos de desagregação em sua superfície.

Honeycomb: é definido por “Bigarella” (2009) “como estruturas foveolares que não possuem diâmetros maiores que dois metros e profundidade inferior a cinquenta centímetros desenvolvidos em estruturas mais íngremes”. São formas que lembram favos, característicos de um processo de dissolução atuante nos minerais menos resistentes. Essa geoforma tem característica de um intemperismo cavernoso que não é exclusivo da litologia granítica. Esse tipo de geoforma pode estar associada a mineralogia da rocha, esses pequenos alvéolos apresentam uma aparência de verdadeiros favos de mel pela proximidade entre eles, ocupam cavidades distintas como: superfícies de boulders ou em processos de tafonização.

Congênito do intemperismo químico, essa geoforma consiste de um mecanismo de dissolução química das superfícies associado às reações químicas produzidas quase que exclusivamente da água com os componentes minerais da rocha.

Karren ou caneluras: são sulcos formados sobre superfícies rochosas inclinadas e/ou verticais, variando em tamanho, sinuosidade e seção transversal (MIGÓN, 2006). Essa geoforma está presente em distintas superfícies que essencialmente apresentam um grau de inclinação. Formadas a partir do intemperismo químico atuantes em diferentes corpos graníticos depois de sua exumação. Os karrens podem se estabelecer em diferentes geoformas

Split Rock (Rocha Dividida): para “Migón” (2000) “é o maior estágio de evolução do Boulder, quando o mesmo sofre o fraturamento sendo dividido em dois”. É um processo de fraturamento que divide um bloco granítico em dois, não necessariamente uniforme. Esse processo está ligado aos mecanismos de intemperismo físico auxiliado pelo alívio de pressão quando esses blocos são exumados. Esse fraturamento ocorre em pontos de fraqueza em boulders exumados que apresentam danos estruturais em sua mineralogia ainda em

subsuperfície que em função do alívio de pressão esses danos evoluem para a propagação de uma ruptura total, separando em duas partes o corpo do boulder geralmente de forma irregular.

Poligonal Cracking (Rachaduras Poligonais): o padrão mais comum é o ortogonal, com a forma irregular, apresentando polígonos de diferentes formas e tamanhos (TWIDALE; VIDAL ROMANÍ, 2005). ‘‘Ishimaru e Yoshikawa’’ (2000) ‘‘definiram gradientes térmicos como um dos principais fatores que contribuem para o microescalonamento dessas fraturas’’. ‘‘Riley’’ et. al (2012) ‘‘vai observar que o efeito da variação térmica será um dos principais processos de alteração superficial envolvida no mecanismo de fraturas poligonais’’. Segundo ‘’Autenboer’’ (1964) ‘‘o efeito periódico dos níveis de umidade e a cristalização dos sais são os principais mecanismos pela primeira fase de alteração das superfícies de fácies graníticas depois de exumadas’’. Esse processo de fraturamento ainda é discutível já que este tipo de geoforma apresenta-se em diferentes contextos e superfícies apresentando variações quanto a geometria da superfície que ocupa.

Tafoni: o processo de tafonização ainda implica uma discussão sobre como essa geoforma evolui. Presente em formas distintas e mútuas, essa geoforma evolui por diferentes mecanismos, estando dispostas geralmente em inselbergues e boulders, está geoforma remontam ao intemperismo cavernoso, formado por um processo de descamação negativa que atua na superfície desses corpos em direção ao seu núcleo. ‘’Goudie’’ (2004) ‘’descreve como matrizes de dimensão métrica (esféricos ou elipsoidais) com perfis em arco e paredes internas côncavas’’. As cavidades (parcial ou totalmente cerradas) crescem na base dos blocos ou lajes e nas superfícies rochosas inclinadas; as paredes internas estão diversificadas em ocasiões por micro-modelados côncavos ou convexos (Twidale y Vidal Romaní, 2005). Existe consenso sobre a relação dessas formas com o avanço da desagregação granular ou da descamação da rocha, pelo menos durante alguns anos (Gregory y Goudie, 2011). Contudo, é possível que esse processo tenha início em subsuperfície e evolua de forma mais acentuada quando esses corpos são exumados (Figura 08).

Figura 08 - A - caneluras formadas no boulder, Lajedo do Pai Mateus, B - split rock, geoforma formada pelo fraturamento total de um boulder, Lajedo do Pai Mateus, C- tafoni formado em um boulder com a presença de karrens, Lajedo do Bravo.

Conclusão

Embora o processo de formação das geoformas graníticas ainda necessite de maiores investigações, uma proposta de classificação em função da hierarquia pode ser um primeiro passo para a construção de um modelo de classificação que possa ser utilizado de forma que possa unificar um modelo de classificação amplamente utilizado. O processo de classificação das geoformas graníticas não é simples em função da complexidade que compete a gênese dessas formas e sua disposição nos diferentes compartimentos de relevo, o que vale ressaltar é que geoformas graníticas estão dispostas em diferentes regiões da superfície terrestre, ocupando diferentes latitudes não apenas as faixas de semiaridez do planeta.

O Nordeste do Brasil tem total representatividade no contexto das paisagens graníticas, em um cenário mundial por apresentar uma grande concentração e variedade de

geoformas. O Plúton do Bravo é uma das áreas com maior variedade destas geoformas, garantido a este corpo ígneo total representatividade no contexto das paisagens graníticas.

Este trabalho tem em vista propor de forma simples um processo de classificação observando a dimensão e o alojamento destas geoformas nos diferentes compartimentos do relevo, já que as geoformas podem estar alojadas em outras geoformas, garantindo uma hierarquia entre as mesmas pois vai existir uma diferenciação tanto espacial quanto temporal para a gênese de algumas geoformas, observando também os mecanismos e processos atuantes.

Garantir um modelo preciso ainda parece ser uma tarefa árdua pois as geoformas graníticas compreende uma grande variabilidade formas, contudo é um trabalho persistente e contínuo pois é possível que novas geoformas em litologia granítica possam surgir em função dos diferentes mecanismos e processos de formação, que apresentam distinções desde o alojamento do fluido magmático em contato com as rochas encaixantes até os processos de intemperismo atuantes em diferentes regiões do planeta para a construção destas geoformas.

Bibliografia

ALMEIDA, J. A. C., BRASIL FELIPE, L., OLIVEIRA, I. P., GROBEIRO, L. S., CARVALHO DE OLIVEIRA, D., Granite landscape relief and its relationship to magma emplacement (Bannach Granite, Brazil), Geomorphology 420, 2023.

CAVALCANTI, L. C. de S., Geossistemas do Semiárido Brasileiro: Considerações Iniciais, Caderno de Geografia, v.26, número especial 2, 2016.

CENTENO, J. D., GARCIA RODRIGUEZ, M., MOYA PALOMARES, M. E., Influence of Granite Landforms on Water Balance in Semiarid and Climates, Cadernos Lab. Xeolóxico de Laxe Coruna, v. 35, p. 99 - 108, 2010.

CORRÊA, A. C. B; TAVARES, B. A. C.; CAVALCANTI, L. C. S; MÜTZENBERG, D; LIRA, D. R. The Semiarid Domain. IN; The Physical Geography of Brazil. Springer, 2019.

CORRÊA, ANTONIO C. B., TAVARES, BRUNO A. C., Megageomorfologia E Morfoestrutura Do Planalto Da Borborema, (Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 31 (1/2), 35-52, 2010).

HONORATO. G. A. Divisão de Geologia Básica Instrução Técnica Petrografia. Orientações para Análises Petrográficas. Ed. 04. 202.

GHIASI, V., OMAR, H., MDYUSOFF, Z., MUNIANDY, R., A New Model of Microcracks Propagation in Granite Rock, Australian Journal of Basic and Applied Sciences · December 2010.

GUERRA, ANTONIO J. T., CUNHA, SANDRA B. Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos, (CI Editoração Eletrônica Ltda, 1994).

LAGES, G. A. MARINHO, M. (2016) Campo de Matacões Graníticos Gigantes e Registros Rupestres de Civilização Pré-Colombiana. (SIGEP 068).

LAGES, G. A., MARINHO, M., MEDEIROS, V. C., NASCIMENTO, M. A. L., DANTAS, E. L., Geochronology and structural and petrological features of the Bravo Pluton, Central Domain of the Borborema Province, Northeast Brazil: an early trans-alkaline granite in the post-collisional stage of the Brasiliano Orogeny, Brazilian Journal of Geology, 46(1): 41-61, March 2016.

LIMA, D.L.S, BASTOS, F.H. Geomorfologia Em Granito: Estudo Das Feições Graníticas No Maciço De Uruburetama, Ceará, Brasil. Universidade Estadual do Ceará. 1999.

MAIA, R. P.; HOLANDA, F. H. R.; Condicionamento Estrutural do Relevo no Nordeste Setentrional Brasileiro, conditioning structural of relief in Northeast Brazilian, 2014.

MAIA, R. P.; NASCIMENTO, M. A. L.; BEZERRA, F. H. R.; CASTRO, H. S.; MEIRELES, A. J, A; ROTHIS, L. M. Geomorfologia do campo de inselbergues de Quixadá - NE do Brasil. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 16, 2015.

MAIA, RÚBSON P., NASCIMENTO, MARCOS A. L. (2018) Relevos Graníticos Do Nordeste Brasileiro, Revista Brasileira de Geomorfologia, vol. 19. N°02.

MAIA, RÚBSON P., NASCIMENTO, MARCOS A. L. HOLANDA, F. B., SOUSA LIMA, D. N. CORDEIRO, A. M. N., Paisagens Graníticas do Nordeste Brasileiro, Ed. UFC, 2018.

MARIANO, G., SIAL, A. N., HERZ, N., GEOCHEMISTRY OF OXYGEN ISOTOPES OF A PORPHYRITIC POTASSIUM PLUTON COMPOSITE CALCALCALICO: THE ITAPORANGA BATHOLITH, STATE OF PARAÍBA, NORTHEASTERN BRAZIL, Revista Brasileira de Geociências, 20(1-4): 159-164, março/dezembro de 1990.

MIGÓN, P., Granite Landscapes, Geodiversity and Geoheritage—Global Context, Heritage 2021, 4, 198–219. https:// doi.org/10.3390/heritage4010012.

MIGÓN, P., VIEIRA, G., Granite geomorphology and its geological controls, Serra da Estrela, Portugal, Geomorphology 226, 2014.

NEVES, SÉRGIO P. Granitos Orogênicos: Da Deformação dos Magmas à Intrusão e Deformação, (Synergia Editora, 2012).

Romer, W., The distribution of inselbergs and their relationship to geomorphological, structural and lithological controls in Southern Zimbabwe, Geomorphology 72 156– 176, 2005. Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/>.

SANTOS, R. S., CAVALCANTI, L. C. de S., CORRÊA, A. C. de B; Estado da Arte da Cartografia de Paisagens para o Semiárido Brasileiro, Revista Brasileira de Geografia, 2022.

SILVA, M. A. M.; NETO, J. A. B.; SILVA, A. L. C.; SMITH, B.; MCALISTER, J.; WARKE, P.; CURRAN, J. Intemperismo decorrente da acumulação de sal e formação de alvéolos e tafoni nos afloramentos das praias de Niterói (Rio de Janeiro, Brasil). Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 14, n. 2, p. 189-195, 2013.

UNA-ALVAREZ, E, Análisis morfométrico de gnammas en rocas graníticas, resultado de un estudio piloto en Galicia, Revista do Departamento de História, Arte e Geografia, Minius. v. 5, p 141 - 154, 1996.

UNA-ALVAREZ, E., INTERPRETACIÓN DE SISTEMAS NATURALES COMPLEJOS: EL PROBLEMA DE LOS TAFONI, Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles N.º 60 - , págs. 349-368, 2012.

Comunidades Tradicionais, Etnociência e Etnogeomorfologia: Concepções, Desenvolvimento e Aplicações no Semiárido

Traditional Communities, Ethnocience and Ethnogeomorphology: Conceptions, Development and Applications In Semi-Arid

Marisa Alana do Nascimento Barros e Almeida
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN
https://orcid.org/0000-0002-6234-6280;
marisaalmeida@alu.uern.br

Andreza Tacyana Felix Carvalho
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte – UERN
https://orcid.org/0000-0002-6642-3802
andrezafelix@uern.com

Resumo: O paradigma do conhecimento moderno se estabeleceu como homogêneo a partir de uma tentativa eurocentrista de explicar os problemas presentes no meio ambiente e na sociedade, historicamente criando raízes, ao passo em que se torna o saber via de produção do conhecimento científico. Do outro lado dessa dualidade encontramos o conhecimento tradicional, arraigado no saber popular de povos e povoados esquecidos, por muito tempo ocupando a margem do conhecimento moderno "válido". À luz destes saberes, busca-se fazer uma crítica ao processo de construção do conhecimento moderno, ao passo em que apresenta novas alternativas de pesquisa coletiva. A etnociência se estabelece como um ramo das científicas relacionadas às interações homem e natureza, dando visibilidade a construção de um conhecimento científico a partir de saberes populares. Dentro desse meio destaca-se o conceito de etnogeomorfologia, relacionando os estudos do relevo as percepções de comunidades tradicionais em especial os povos sertanejos, ao modo como estes interagem e estabelecem compreensões sobre o seu ambiente físico/natural, sobre o qual adquirem experiências através da vivência. Para a realização deste trabalho adotou-se uma metodologia qualitativa e interpretativa, sustentada na revisão de literatura de estudos contemporâneos e clássicos que abordam a temática.

Palavras-chave: Conhecimento científico; conhecimento tradicional; etnogeomorfologia; semiárido.

Abstract: The paradigm of modern knowledge was established as homogeneous from a Eurocentric attempt to explain the problems present in the environment and in society, historically taking root, while knowledge becomes the way of producing scientific knowledge. On the other side of this duality we find traditional knowledge, rooted in the popular knowledge of forgotten peoples and towns, for a long time occupying the margins of "valid" modern knowledge. In the light of this knowledge, an attempt is made to criticize the construction process of modern knowledge, while presenting new alternatives for collective research. Ethnoscience establishes itself as a branch of science related to human and nature interactions, giving visibility to the construction of scientific knowledge from popular knowledge. Within this environment, the concept of ethnogeomorphology stands out, relating relief studies to the perceptions of traditional communities, especially the sertanejo peoples, to the way in which they interact and establish understandings about their physical/natural environment, about which they acquire experiences through experience. To carry out this work, a qualitative and interpretative methodology was adopted, based on the literature review of contemporary and classic studies that address the theme.

Keywords: Scientific knowledge; traditional knowledge; ethnogeomorphology; semiarid.

Introdução

As observações racionais e intuitivas do ser humano lhe permite um expressivo nível de conhecimento sobre as paisagem que o cerca. Saber este que remonta aos primeiros

povoados da história humana, os povos tradicionais desenvolveram uma multiplicidade de saberes sobre os elementos da natureza, conhecimento sistêmico e integrado que lhes permitem usar dos recursos disponíveis na superfície, buscando a melhor forma de explorar o seu espaço ciente de suas capacidades e fragilidades.

No entanto, estes saberes tradicionais hoje se encontram escassos e restritos a pequenas áreas de vivência onde se localizam as remanescentes comunidades tradicionais. Isso se deve à expansão do pensamento hegemônico eurocentrista, ao se auto declarar como único conhecimento válido e universal (LOPES, 2013), segundo Laraia (2009), este argumento se sustenta devido ao " fato de que o homem vê o mundo através da sua cultura [...] como consequência a propensão em considerar o seu modo de vida como o mais correto e o mais natural" (LARAIA, 2009, p.72).

Nesta perspectiva, diante da sociedade globalizada, de forma que o conhecimento é dominado pela ciência, surge como forma de resgate e registros destes conhecimentos tradicionais, as etnociências, lançando novos olhares epistemológicos na busca de desconstruir saberes hegemônicos já existentes, embasando formas alternativas de se refletir, sobretudo, o que confere às relações homem versus natureza.

Nas próximas páginas pretende-se explorar o percurso histórico e epistemológico do etnoconhecimento, uma revisão bibliográfica que perpassa pelas comunidades tradicionais, etnociência e etnogeomorfologia. Assim, se tem como objetivo identificar como os pequenos agropecuaristas do semiárido nordestino utilizam desses conhecimentos no uso e manejo da terra.

Desse modo, a realização deste trabalho contou com o levantamento documental de pesquisas relacionadas ao tema proposto. Com isso, abrimos a discussão abordando o conhecimento científico em sua episteme, a proposta do método científico e suas limitações, sua posição enquanto saber dominante e universal, ou passo em que coexiste como saberes obsoletos de cunho tradicional, no entanto não são menos válidos. Em seguida se propõe a entender o que são estes saberes tradicionais, quem produz este conhecimento e de que forma ele é transmitido. Por fim, aborda-se o surgimento da ciência interdisciplinar denominada de etnogeomorfologia, utilizando dos saberes científicos e tradicionais para propor novas formas de pensamento, sobretudo relacionada como o uso e ocupação do povo sertanejo na região semiárida do nordeste brasileiro, exercendo seu conhecimento sobre a paisagem de forma a usar de seus recursos de modo a não alterar o frágil equilíbrio de seu ecossistema, deste modo tais métodos podem ser replicados, auxiliando na gestão territorial de áreas que apresentem fragilidade semelhante.

A ciência e o paradigma do conhecimento moderno

A ideia de conhecimento formal se fundamenta na premissa eurocêntrica que vigora a validade dos saberes, práticas e métodos fundamentados pelos ensinamentos da visão de mundo grega clássica, na tentativa de entender e explicar a ocorrência dos fenômenos e dominar os recursos disponíveis na superfície do planeta.

Santos (2008) considera tal fundamentalismo como pensamento abissal, este detém o monopólio da distinção universal entre o verdadeiro e falso, entre a multiplicidade de saberes existentes divididos entre saberes científicos e não científicos. Os saberes não científicos por não estabelecer métodos de análise fundamentados, encontram-se à margem da linha de pensamento abissal proposta por santos. São estes conhecimentos em crenças, opiniões, magias, entendimentos intuitivos e subjetivos. Ao longo do espaço e tempo estes conhecimentos foram extintos ou transmutados, no entanto houve um período em que as crenças do tradicional eram práticas por todo o território, a zona colonial.

Em meados do século XVI, época em que se estabelecia a era colonial na américa latina, os colonizadores do continente europeu se deparam com um território rico em etnias, cultura e conhecimento, campo de ancestralidade, onde as relações homem e natureza se davam harmoniosamente, a natureza era considerada sagrada, contrapondo a visão moderna dos recursos naturais e usos em matéria prima. Para a ótica imperialista do colonizador, auto declarado como cultura civilizada, as terras desconhecidas era um campo onde não existia distinção entre o legal e o ilegal, onde brutalidade e atrocidades não seriam penalizadas, em um espaço que não possui as intituiçoes da sociedade civil (SANTOS, 2008).

Os denominados povos selvagem tiveram tradições e crenças banalizadas, classificadas como heresia, impondo pela força uma estrutura cultural e social a qual lhe era desconhecida. Silenciando o conhecimento primitivo e construindo o marco zero a partir do qual são construídas as concepções modernas de conhecimento. Santos (2008) marca este período como ‘epistemicídio’, onde impera a apropriação e a violência para dar lugar a uma estrutura homogênea de pensamento.

A ciência tem desempenhado um papel fundamental na busca do conhecimento e na compreensão do mundo natural. Com sua abordagem rigorosa, baseada em evidências e no método científico, a ciência estabeleceu-se como um paradigma de conhecimento válido, racionalidade historicamente construída atrizes do pensamento eurocentrista, ao negar outras matrizes de racionalidade (PORTO-GONÇALVES, 2006). Nesse contexto, o método assume tanta importância na sociedade, que o peso da fase ‘comprovado cientificamente’ encerra discussões, mesmo que não lhe apresentem os métodos pelos quais foram analisados. Sua abordagem baseada na observação, experimentação, formulação de hipóteses e análise crítica dos resultados tem permitido um entendimento mais profundo dos fenômenos naturais,

historicamente construindo o paradigma de único conhecimento válido, marginalizando todo conhecimento que não possa ser aplicado a sua estrutura metodológica (SANTOS, 2000)

Segundo Cypriano et al. (2017), o método científico é fundamentado em quatro pilares:

> [...] 1. Ter o fenômeno a explicar ou uma pergunta a responder (O quê?): este surge no emocional do cientista, que é um sujeito interessado em descobrir e explicar o 'novo'. 2. Elaborar uma hipótese explicativa para este fenômeno (Por quê?): esta é construída se baseando em conhecimentos científicos já creditados como verdadeiros, ou socialmente aceitos. 3. Utilizar uma metodologia para testar a hipótese (Como?): esta se fundamenta em trabalhos já realizados, utilizando métodos considerados científicos, geralmente seguindo a lógica do 'quanto mais objetivo melhor'.

4. Analisar os resultados obtidos e sintetizar conclusões: o experimento originará dados quantitativos a serem interpretados estatisticamente. A comparação destes resultados com os de outros trabalhos, já realizados na área, irá informar sobre sua 'veracidade' e 'legitimidade'. Assim, a hipótese de trabalho será refutada ou não e a comunidade acadêmica terá uma resposta respaldada cientificamente[...]. (CYPRIANO, et al. 2017, p. 02)

Conhecido por seu caráter de análise objetivo, o método científico busca, portanto, eliminar vieses pessoais e subjetividade, procurando alcançar um entendimento imparcial e fundamentado. Um dos principais pontos fortes da ciência é a sua capacidade de produzir conhecimento baseado em evidências empíricas, o que contribui para a objetividade e a confiabilidade das conclusões (KÖCHE, 2011). A ciência também é caracterizada pela sua natureza cumulativa. Novas descobertas são construídas sobre o conhecimento existente, permitindo um progresso contínuo e uma revisão constante das teorias e paradigmas estabelecidos. Essa abordagem dinâmica contribui para a evolução do conhecimento científico ao longo do tempo (KÖCHE, 2011).

No entanto, apesar das conquistas da ciência, é importante reconhecer suas limitações e as críticas que são levantadas em relação ao seu status de único conhecimento válido. Para Morin (2003) e Cypriano et al. (2013) a ciência muitas vezes adota uma abordagem fragmentada, ao subdividir o conhecimento em prol de analisar fenômenos em partes menores. No entanto, isso pode levar a uma compreensão incompleta dos sistemas e suas interações. Além disso, a objetividade plena pode ser desafiada, uma vez que os cientistas estão sujeitos a interesses, ambições, desejos, preconceitos, conservadorismos, crenças, fantasias, tendências e aspirações dos cientistas influenciando o direcionamento e as prioridades das pesquisas e, logo, a produção de conhecimentos.

Para Cassirer (1972), embora concorde ao afirmar que a objetividade pode ser considerada uma forma adequada de análise, destaca que nem todos os fenômenos podem ser facilmente estudados ou replicados em experimentos controlados.

Neste sentido, compreende-se que o conhecimento científico se afirma como válido a partir do momento em que se baseia em dados já verificados, assim produzindo sob condições controladas. No entanto, conforme Cypriano, et al. (2017), existem aspectos subjetivos da experiência humana que não podem ser mensurados sob a lente do método científico, tais como emoções, valores, espiritualidade e subjetividade.

Assim, não se pode afirmar que o paradigma do conhecimento moderno seria portanto mais verdadeiro ou mais válido. A margem do conhecimento homogêneo, existe uma pluralidade de saberes de ordem tradicional, este saberes são fundamentais para se compreender os ambientes naturais locais, ao agregar percepções diferenciadas a ciência e repensar os caminhos de análise em seus modelos padrões de compreensão das relações homem e natureza.

Para Tuan (1980), o homem entende seu ambiente o seu entorno a partir de referenciais geográficos, reflexo de um conhecimento adquirido ao longo da vida, de modo que as relações com os espaços vividos onde residem e/ou trabalham, adquire uma simbologia identitária, levando a construção do sentido de lugar. Ribeiro (2012, p.35) concorda ao citar que “cada sociedade tem bases culturais e percepções diferenciadas”, propondo que não há uma verdade absoluta, mas verdades baseadas em realidades percebidas por diferentes grupos da sociedade.

A partir disso, é importante indicar que, esses diferentes domínios do conhecimento podem coexistir e complementar-se mutuamente, oferecendo abordagens distintas para a compreensão do mundo. A interdisciplinaridade e a integração de múltiplas perspectivas podem enriquecer nossa compreensão e levar a avanços significativos em diferentes áreas do conhecimento.

As comunidades tradicionais e o desenvolvimento de seus etnoconhecimentos

Surgem em meio a ciência o campo de pesquisa relacionado aos temas natureza e sociedade, em que busca agregar as discussões da academia os etnoconhecimentos, são estes conhecimentos do meio empírico, produzidos por comunidades tradicionais, no cuidado com a terra e os elementos naturais, se adaptando às condições ambientais de sua paisagem e dominando formas de conviver com seus fenômenos. Lopes e Ribeiro (2016), define comunidades tradicionais como povoados que não foram influenciados pelos padrões de produção modernos, possuem seu próprio conhecimento sobre o uso da terra e os elementos naturais, definido como conhecimento tradicional perpetuado por meio da oralidade e de experiências sensoriais diárias com seu meio.

Alguns exemplos de comunidades tradicionais são os indígenas, ribeirinhos, quilombolas, sertanejos e caiçaras. A sabedoria intrínseca do seu grupo cultural vem sendo

regada de uma posição à margem da ciência, compartilhando suas visões à luz das etnociências. Estudos realizados como os de Ribeiro (2012), um estudo etno-científico realizado na sub-bacia do salgado, na porção sul do Estado do Ceará, demonstra ao se utilizar de conhecimentos tradicionais, um grande potencial de contribuição para o desenvolvimento local de forma sustentável.

Deste modo, Diegues (1994) descreve as relações do homem com a natureza de duas formas; a) a taxonómica, relacionada aos processos produtivos de modo a que se atribui nomenclaturas para os elementos e processo da paisagem; b) as que se identificam com o lugar e o reconhecem como símbolo imaterial. segundo esta premissa a etnociência usa destes elementos para se descobrir a lógica subjacente do mundo natural da perspectiva humana.“Logo, esses estudos vêm se ramificando como um embate científico e metodológico, que em vários momentos se contrapõem aos modelos vigentes adotados pela civilização ocidental moderna, na tentativa de propor e apresentar meios de convívios equilibrados com os fenômenos naturais” (FEITAS, et al, 2020, p. 22).

O prefixo etno remete a palavra etnia, refere a um grupo de pessoas de mesma cultura, deste modo a palavra etno se refere ao conhecimento deste grupo e a forma como compartilham sua cultura (AULETE, 2004). Dessa forma, os estudos etnocientíficos buscam compreender como as comunidades se utilizam da sua cultura para entender e se relacionar com o seu meio físico e sua biota (FARIAS, et al. 2020).

Para Marques (2001, apud CYPRIANO; TEIXEIRA. 2017, p. 08) “as etnociências podem ser consideradas ramos das ciências que nasceram do entrecruzamento entre a Sociolingüística, a Antropologia Cognitiva e as Ciências Naturais, e lidam com o estudo dos sistemas culturais”, como o instituto de estudar “o conhecimento das populações humanas sobre os processos naturais, tentando descobrir a lógica subjacente ao conhecimento humano do mundo natural, as taxonomias e classificações totais” (DIEGUES, 1996, p. 78). Ambos os autores reforçam a ideia do dinamismo interdisciplinar associado aos conhecimentos tradicionais, afirmando que a proposta da etnociências pretende rever percursos de análise e os modelos preconcebidos das compreensões homem vs natureza, ao acrescentar ao olhar pragmático de ciência outra visões que emergem dos estilos de vida tradicional. Buscando não refurar as leis universais estabelecidas pelo método científico, mas oferecem uma visão holística de uma perspectiva tradicional.

Assim, as comunidades tradicionais percebem e modificam os ambientes físico/naturais de maneiras peculiares, a partir de tradições e do seu espaço vivido, onde moram e produzem (ESCOBAR, 2005). Destas relações, associa-se o desenvolvimento de identidade como o lugar. Conceito abordado por Tuan (1980), o lugar traz a maneira como

estes indivíduos entendem o seu ambiente através de referenciais geográficos, do contato direto com o ambiente, na apreensão específica dos sentidos na labuta do dia-dia.

Através desta experiência com o vivido, as comunidades tradicionais desenvolvem padrões de comportamento ao modo como percebem, relatam e interpretam o mundo (DIEGUES, 1996), os permitem um vasto conhecimento sobre sua localidade, denominado de conhecimento tradicional. Ainda de acordo com Diegues (1999, p.30.), o conhecimento tradicional pode então ser definido como o “conjunto de saberes e saber-fazer a respeito do mundo natural, sobrenatural, transmitido oralmente de geração a geração”.

No mesmo sentido, ao termo conhecimento vernacular se aplica os saberes que são transmitidos através da oralidade, mediante diálogo entre os indivíduos de avós para pais e de pais para netos (CLAVAL,2011). O conhecimento vernacular sempre é transmitido pelo sujeito mais velho da comunidade ou família, este indivíduo é o detentor dos costumes e tradições, onde compartilha suas experiências vividas com os mais jovens (CLAVAL,2011).

A palavra tradicional em nada limita os conhecimentos desses povos sobre o mundo natural, possui conhecimento detalhado sobre [...] plantas, animais, [...], rochas, [...] águas, solos, paisagens e vegetação, processos geofísicos, [...]ciclos climáticos e hidrológicos, [...]manejo da paisagem (TOLEDO E BARRERA-BASSOLS. 2009, p. 36), de modo que os próprios sujeitos classificam e atribuam taxonomias aos elementos do seu ambiente. Assim, as etnociências atuam no intuito de documentar, estudar e valorizar esses conhecimentos (AVILA, et al. 2018), transcrevendo estes saberes e práticas de modo que fiquem registados, evitando que este conhecimento se percam no tempo, devido às influências de agentes culturais internos e externo, assim a cultura e os conhecimentos tradicionais são reconfigurados através do tempo e do espaço.

O avanço da tecnologia e informação são elementos que influenciam na alteração gradual das comunidades tradicionais. De modo que a perda desta base tradicional produzida pelas comunidades, impactaria diretamente na divisão do trabalho, desenvolvimento técnico, na organização produtiva e na conservação dos ambientes naturais. Diegues et al. (1999, p.8..)

> Acredita que a forte subordinação dos povos tradicionais aos ‘recursos naturais, sua estrutura simbólica, os sistemas de manejo desenvolvidos ao longo do tempo e, muitas vezes, seus isolamento, fazem com que elas possam ser parceiras necessárias aos esforços de conservação’ dos ambientes naturais.

As comunidades tradicionais estão diretamente ligadas a sua dependência da natureza e seus recursos, no seu conhecimento prático do território habitado, ambiente de exploração ao mesmo tempo que está ligado a valores, crenças, relações de afetividade e

respeito com a natureza. todas estas características se tornam determinantes para a conservação do meio físico natural de sua localidade, estas relações imprimem na paisagem formas peculiares de uso e ocupação da terra (DIEGUES, 1996). No entanto salienta-se que nem todas as práticas de uso e ocupação da terra realizadas por estas comunidades possuem um caráter conservacionista. Como no caso de algumas práticas extrativista e agrárias do semiárido brasileiro.

Aplicações da etnogeomorfologia por comunidades tradicionais no semiárido

As características geoambientais próprias do semiárido brasileiro, como as condições climáticas, solos rasos sob uma esparsa cobertura vegetal que expõe os horizontes superficiais do solos, agregando na aceleração dos processos morfogenéticos e irregularidades no balanço hídrico, a tornam uma área de grande instabilidade ambiental, o que exige um manejo cuidadoso dos recursos naturais (RIBEIRO et al., 2010). Em especial as áreas de baixas altitudes denominadas de depressões interplanálticas sertanejas, possuem como características “colinas rasas, de grande extensão, embutidas entre maciços antigos, chapadas e cuestas e, eventualmente, áreas de rebaixamento de planaltos cristalinos” (AB’SABER, 1974, p. 28-29). Região onde apresentam os menores índices pluviométricos do Nordeste brasileiro.

Este mesmo conjunto de características ambientais reflete nas condições socioeconômicas das comunidades, desempenhando uma série de atividade extrativistas na retirada da cobertura vegetal nativa, para dar lugar ao plantio, base de subsistência alimentar familiar, e áreas de pasto destinadas à criação animal. Em contrapartida, temos as áreas de exceção do semiárido nordestino. Além de altitudes superiores às depressões interplantálticas, os brejos de altitude possuem condições climáticas e pedológicas mais favoráveis ao desenvolvimento das bases agrícolas.

No entanto estes sujeitos estão vulneráveis a ação dos processos erosivos, que podem vir a ser acelerados pelo uso de maquinário, principalmente na área de vertentes. Neste sentido, os conhecimentos e práticas tradicionais são essenciais para que os limites dos ecossistemas sejam mantidos, conversando a paisagem de grandes impactos no ambiente físico natural. Como citado por Ab’Saber (2010, p. 557-558), “O sertanejo tem pleno conhecimento das potencialidades produtivas de cada espaço ou sub-espaço dos sertões secos, [...] cada grupo humano do polígono das secas tem sua própria especialidade no pedaço em que trabalha.”

Dessa forma, a percepção ambiental das comunidades tradicionais sobre sua paisagem, a partir do uso e manejo da terra, os possibilita, além de vários outros conhecimentos sobre o ambiente físico natural, identificar diferentes graus de modificação dos

compartimentos do relevo (FARIAS, et al. 2020). desse modo, a partir das suas práticas agrícolas, os produtores tradicionais subdividem o relevo em sessões compartimentadas de acordo com suas características geomorfologicas e pedologicass, afim de melhor identificar areas produtivas ao mesmo tempo em que respeitam o equilíbrio geomorfológico das paisagens.

Dentre os estudos etnocientíficos, um possiveis focos da etnoecologia e parceira dos estudos etnológicos, destaca-se a etnogeomorfologia (LOPES et al,. 2013). A etnogeomorfologia pode ser definida como "[...] uma ciência híbrida, que estuda o conhecimento que uma comunidade tem acerca dos processos geomorfológicos, levando em consideração os saberes sobre a natureza e os valores da cultura e da tradição locais, sendo a base antropológica da utilização das formas de relevo por dada cultura". (RIBEIRO, 2012, p.49). As como todas as ciências associadas aos conhecimentos etnociêntícos, etnogeomorfologia possui caráter interdisciplinar, de modo que para melhor compreender os seus conceitos se fazer necessário o uso de outras ciências, Ribeiro et al (2015, p. 211) ressalta que a leitura etnogeomorfologia deve estar atreladas aos conhecimentos "geomorfológico, o geográfico, o pedológico e etnopedológico, o ecológico e etnoecológico e a antropológico".

A etnogeomorfologia é então uma área do conhecimento que busca resgatar os conhecimentos tradicionais sobre o relevo, de forma a documentar estes entendimentos e práticas de uso e manejo do solo a partir da perspectiva do produtor tradicional, entendendo as ações que estes sujeitos exercem e observam na paisagem geomorfológica, dando ênfase às aos processos geomorfológicos (LOPES et al,. 2013). Nesses estudos as taxonomias e classificações dos relevos e processos locais observadas pelos produtores tradicionais em sua convivência diária, são de extrema importância, ao expandir das linhas de abordagem sobre as discussões homem e meio.

Em seus estudos, a etnogeomorfologia preza por uma escala espaço temporal recente, tendo como enfoque de análise dos processos morfoclimáticos, juntamente a ação antrópica, responsáveis por modelares a paisagem, observando as modificação dos processos superficiais do solo a partir das forma de uso e ocupação da terra, atrelada aos processos geomórficos nas geoformas locais, constituindo assim uma concepção integrada de análise da paisagem (RIBEIRO, 2012).

Assim, considerando a área em que se aplica o domínios da etnogeomorfologia, são notáveis as possíveis aplicações em atividades rurais e em estratégias de conservação. As ações do produtor tradicional sobre sua paisagem, por sua culturalidade e conhecimento prático sobre o espaço vivido os permitem extrair o melhor da paisagem semi árida, sem que seus limites ecossistêmicos sejam atingidos. Estratégias de manejo necessárias devido ao

equilíbrio extremamente frágil das áreas semiáridas diante de suas características geoambientais. Com isso, o desenvolvimento rural sustentável se apresenta como resistência frente ao requerimento econômico baseado na produção de commodities.

Considerações finais

Em um mundo construído sob o paradigma do conhecimento moderno, propor ações e teóricas de embasamento tradicional ainda são um desafio. No entanto, o uso de metodologias com as propostas pelos estudos etnociêntíficos, vem ganhando força de forma a validar os conhecimento tradicionais e propor novos campos de visão dos estudos científico, em especial o geomorfológico, enfoque da etnogeomorfologia visando contribuir na elaboração de estratégias no uso equilibrado e consciente das áreas de produção tecendo concepções que venham a agregar nos estudos geomorfológicos, sobretudo no que diz respeito às conhecimento das paisagens semiáridas locais, preservando e respeitando a identidade cultural das comunidades tradicionais.

Referências

AB'SABER, A. N. O domínio morfoclimático semi-áridas das caatingas brasileiras. Geomorfologia. n. 43, 1974.

AVILA, S.; HOHN, D.; ROSA, M.; LOVATTO, P. A importância da etnociência na conservação e manutenção da sociobiodiversidade. In: Cadernos de Agroecologia, 1, Brasília - DF, Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF. Brasília, 2018.

AULETE, C. Mini dicionário contemporâneo de língua portuguesa. 1. ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2004.

CASSIRER, E. Antropologia Filosófica: Ensaio sobre o homem. 1. ed. São Paulo: MesteJou, 1972.

CYPRIANO, R. J.; TEIXEIRA, R. D. B. L. Etnociência da ciência: a busca por simetria na pesquisa científica. R. Inter. Interdisc. INTERthesis, Florianópolis, v.14, n.3, p. 01-13. 2017

CYPRIANO, R. J.; DUQUE-BRASIL, R.; KUKI, K. N.; GODOY, A. G.; REZENDE, Maíra Queiroz.A música pode influenciar as plantas? Qual a opinião de professores universitários sobre essa interação? Polêm!ca, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 54-63, 2013. Disponível em:a música pode influenciar as plantas? qual a opinião de professores universitários sobre essa interação? | cypriano | polêm!ca (uerj.br) . Acesso em:07 de Junho, 2023

DIEGUES, A. C. S.. O mito moderno da natureza intocada. São Paulo: HUCITEC, 1996. SANTOS, B. de S. Epistemologias do Sul. Revista Crítica de Ciências Sociais, v. 80, p. 5-10, 2008.

ESCOBAR, A. O lugar da natureza e a natureza do lugar: globalização ou pós-desenvolvimento? In: LANDER, E. (org) A colonialidade do Saber: eurocentrismo e ciências sociais. Perspectivaslatino-americanas. Ciudad Autônoma de Buenos Aires/AR: CLACSO (ColecciónSurSur), p.133-168, 2005.

FEITAS, P. L.C. de; CORRÊA, A. C. de B; RIBEIRO, S. C. História do pensamento da etnogeomorfologia no Brasil: Uma análise da origem do conceito e possíveis aplicações. ENTRELUGAR. v. 11, n. 22, p. 14-39, 2020.

LOPES, V. M. RIBEIRO, S. C. Etnogeomorfologia e Paisagem. Revista de Geociências do Nordeste, v. 2, p. 212-220, 2016.

LOPES, V. M.; COSTA, S. P. L.; RIBEIRO, S. C. Etnogeomorfologia: resquícios da cultura local na relação com a paisagem. II SINECGEO, V ECEGE. Crato, 2013, p. 621-634.

LARAIA, Roque de Barros. Cultura: um conceito antropológico. 23. ed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed, 2009.

MORIN, E. A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. 8 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

RIBEIRO, S. C. Etnogeomorfologia sertaneja: proposta metodológica para a classificação das paisagens da sub-bacia do rio Salgado/CE. 2012. 278f. Tese (Doutorado em Geografia) - Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

RIBEIRO, S. C.; MARÇAL, M.S.; CORREA, A. C. B. Geomorfologia de áreas semiáridas: uma contribuição ao estudo dos sertões nordestinos. Revista de Geografia (Recife), v. 27, n. 1, p. 120-137, 2010.

SANTOS, B. S. A crítica da razão indolente: contra o desperdício de experiência. São Paulo: Cortez, 2000.

PORTO-GONÇALVES, C. W. A globalização da natureza e a natureza da globalização. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2006.

TOLEDO, V. M.; BARRERA-BASSOLS, N. A. A etnoecologia: uma ciência pós normal que estuda as sabedorias tradicionais. Desenvolvimento e Meio Ambiente, n. 20, p. 31-45. Editora UFPR, 2009.

Extração de lineamentos de relevo e drenagem: análise de controles estruturais da bacia hidrográfica do rio Traipú

Extraction of relief and drainage lineaments: analysis of structural controls of Traipú river basin

João Paulo da Hora Nascimento
Universidade Federal de Pernambuco
http://orcid.org/0000-0003-4111-0524
joao.hora@ufpe.br

Genisson Panta
Universidade Federal de Pernambuco
http://orcid.org/0000-0002-6745-7772
genissongeo@gmail.com

Jonas Herisson Santos de Melo
Universidade Federal de Pernambuco
Identificador Orcid
jonas.melo@ufpe.br

Kleython de Araújo Monteiro
Universidade Federal de Alagoas
http://orcid.org/0000-0003-4829-3722
kleython.monteiro@igdema.ufal.br

Antônio Carlos de Barros Corrêa
Universidade Federal de Pernambuco
http://orcid.org/0000-0001-9578-7501
antonio.correa@ufpe.br

Resumo: Este trabalho tem como propósito analisar os condicionantes estruturais da Bacia Hidrográfica do Rio Traipú. Para tanto, foram aplicados índices morfométricos de maneira a evidenciar a influência da estrutura na elaboração das formas. A bacia está localizada nos estados de Pernambuco, onde tem sua nascente e Alagoas, onde desagua no Rio São Francisco. Inicialmente a rede de drenagem foi classificada para poder ser feita a extração dos lineamentos de drenagem, já os lineamentos de relevo foram extraídos a partir de modelos hillshade. A extração desses lineamentos permitiu evidenciar o papel da estrutura. A litologia, porém, parece ser mais significativa, onde as principais modificações no desenvolvimento da bacia e direção da rede de drenagem estão ligadas as formações quartizíticas de alto grau de resistência.

Palavras-chave: Lineamentos de relevo, Estrutura, Rio Traipú.

Abstract: The objective of this work is to analyze the structural constraints of the Traipú River Basin. For that, morphometric indices were applied in order to show the influence of the structure in the elaboration of the forms. The basin is located in the states of Pernambuco and Alagoas. Initially, the drainage network was defined so that the drainage lineaments could be mapped, while the relief lineaments were extracted from shading models. The mapping of these linemanths made the role of the structure evident. The lithology, however, seems to be more significant, where the main changes in the development of the basin and direction of the drainage network are linked to the highly resistant quartzite formations.

Keywords: Relief lineaments, Structure, Traipú River.

Introdução

Este trabalho tem como objetivo analisar o papel da estrutura no estabelecimento das formas de relevo da Bacia Hidrográfica do Rio Traipú (BHRT) a partir de índices morfométricos. Para tanto, serão extraídos e analisados feições de relevo lineares e traçadas suas correlações com possíveis controles estruturais. Serão mapeados tanto lineamentos de relevo quanto lineamentos de drenagem.

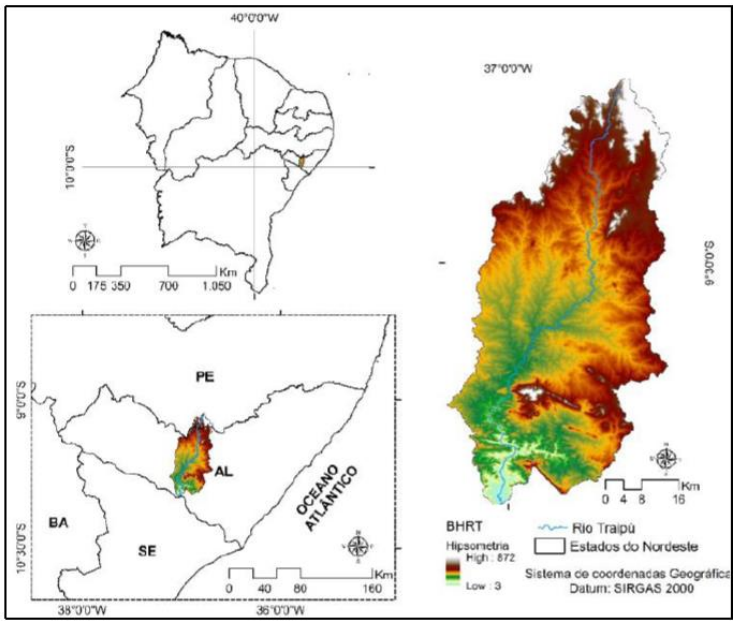
Entende-se lineamentos como “feições lineares topográficas ou tonais observáveis nas imagens fotográficas, que podem representar descontinuidades estruturais”, como proposto por Etchebehere, Saad e Fulfaro (2007), e adotado na atual proposta. Os lineamentos de drenagem “são elementos fortemente estruturados, retilíneos ou em arco” Soares e Fiori apud Monteiro (2014).

Estes índices foram aplicados à BHRT, esta bacia está localizada entre os estados de Pernambuco e Alagoas. O principal rio da bacia nasce em Pernambuco em um patamar maia alto e sub-úmido e tem como nível de base o rio São Francisco, em Alagoas, onde desagua após percorrer extensas áreas semiáridas.

Caracterização fisiográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Traipú

A Bacia Hidrográfica do Rio Traipú (Figura 1), apresenta patamares de relevo elevados com altitudes que ultrapassam os 700m e possui cabeceiras que chegam ao patamar de 850m no Estado de Pernambuco, setor da bacia submetido ao clima sub-úmido. Ao longo de seu percurso até desaguar em Alagoas, no rio São Francisco, porém, e predominantemente, apresenta clima do tipo semiárido e altitudes médias de 315m em seu setor rebaixado.

Figura 1: Localização da área de estudo.

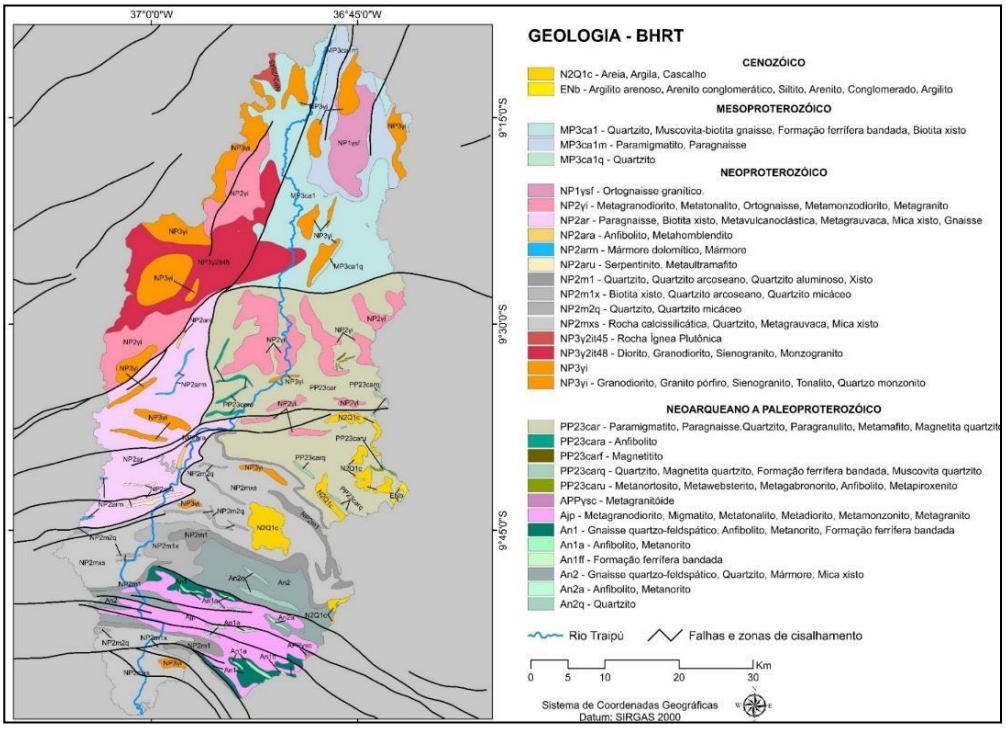


A BHRT tem suas nascentes no Planalto da Borborema sob a Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas (CORRÊA et al., 2010), porém, a quase totalidade da Bacia do Traipú encontra-se fora do domínio do Planalto Stricto Sensu, drenando setores da depressão franciscana.

Os contextos geológicos e tectônicos da bacia são bem conhecidos em sua porção pernambucana, onde drena áreas ao sul do Planalto da Borborema. A bacia aqui trabalhada drena partes da Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, setor que apresenta relativa homogeneidade em suas feições topográficas como resultado, da também relativa homogeneidade litológica, composta basicamente de rochas cristalinas (Complexo Gnáissico-Migmatítico), as quais estruturam um setor de terras altas. (CORRÊA et al., op. cit.).

Em sua porção alagoana, a bacia está estabelecida sobre um complexo ígneo metamórfico (Figura2). A Bacia é composta de complexos rochosos com idades que se estendem do neoprotorozóico ao arqueano, sendo as rochas neoproterozóicas metamórficas as mais abundantes no geral, e em particular, os quartzitos puros, quartzitos arcoseanos, quartzitos micáceos e quartzitos aluminosos em associação com outras rochas, além de algumas intrusões graníticas. A Figura 4 representa a distribuição espacial da geologia da BHRT com escala de 1:250000, CPRM (2009).

Figura 2: Geologia da BHRT.



Procedimentos metodológicos

A manipulação de dados SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) permitiu gerar informações necessárias à elaboração deste trabalho. Foi usado o recorte SC-24-X-D com resolução espacial de 90 X 90m e escala de 1:250.000, disponibilizados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa (MIRANDA, 2005). Os procedimentos adotados permitiram criar um modelo digital de elevação (MDE), extrair a bacia, sua rede de drenagem e determinar as ordens dos canais conforme Strahler (1952). Como subproduto do modelo digital de elevação foi elaborado um modelo de relevo sombreado (hillshade), sobre o qual foram traçados os lineamentos de relevo.

As feições retilíneas do relevo foram extraídas em ambiente digital como proposto por (Chiessi, 2004) e reproduzido em diversos trabalhos como os de Corrêa e Fonsêca (2010); Monteiro (2015); e Barros, Corrêa e Tavares (2017). A metodologia possibilita a análise das feições do relevo em diferentes ângulos de iluminação: neste trabalho, foram analisados os azimutes de 45°, 90°, 315° e 360°.

A extração automatizada da rede de drenagem e a subsequente hierarquização permitiram extrair lineamentos dos cursos d'água por cada ordem. A ordenação da rede de drenagem foi feita seguindo a metodologia elaborada por Strahler (1952): canais de 1ª ordem são aqueles sem afluentes, a confluência de dois canais de 1ª ordem dá início a um canal de 2ª ordem, o qual recebe canais de ordem inferior, ao confluir com outro canal de 2ª ordem, é gerado um canal de 3ª ordem, e assim, sucessivamente.

Com a obtenção de lineamentos foi possível definir, com o auxílio de softwares específicos, a direção das principais estruturas da bacia do Rio Traipú. Para este trabalho foram calculadas as direções das frequências e dos comprimentos absolutos dos lineamentos de drenagem e relevo usando a versão 5.5.2 do Spring. As direções dos lineamentos de relevo foram calculadas para cada azimute, enquanto as direções dos lineamentos de drenagem foram calculadas por ordem de canal.

A partir destes elementos e da coleta de dados geológicos foram elaborados mapas com intuito de analisar a estruturação do relevo da BHRT.

Resultados e discussões

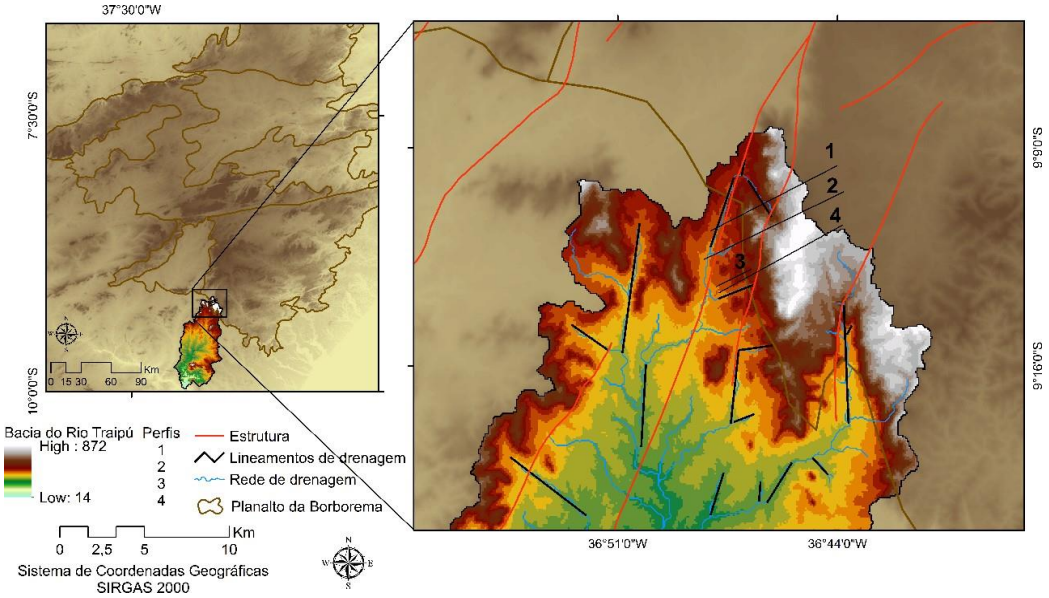
No que diz respeito ao contexto geomorfológico, a bacia do Traipú drena, principalmente, áreas rebaixadas e fora do contexto do Planalto da Borborema, na Depressão do Baixo São Francisco.

A BHRT apresenta formas características das paisagens semiáridas, como áreas mais elevadas em relação ao entorno, estruturadas em rochas mais resistentes a processos erosivos ou menos fraturadas. Alguns destes inselbergs funcionam como interflúvios e tem

origens ligadas a processos internos. Trata-se, principalmente, de cristas de quartzitos em áreas falhadas concentradas no setor sul da bacia.

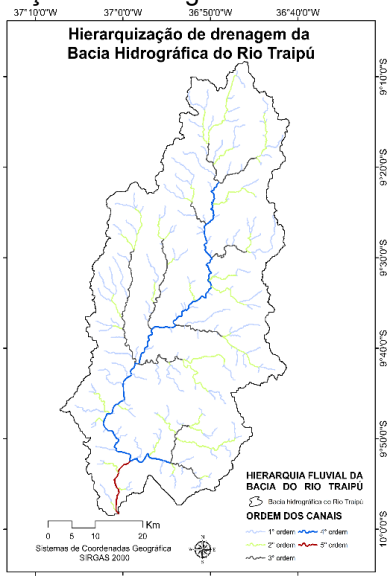
No setor norte da BHRT, embora não se identifiquem cristas, a bacia e algumas drenagens têm suas formas e funcionamento determinados por falhas e pela escarpa da porção meridional da Borborema (Figura 3).

Figura 3: Os lineamentos de drenagem extraídos pela atual proposta e as estruturas mapeadas pela CPRM (2017) refletem o caráter estrutural ao qual o relevo (retilíneo) e drenagem (encaixada) estão submetidos.



O grande montante das drenagens nasce fora do contexto da Borborema, contudo, alguns trechos que se inserem no âmbito do Planalto apresentam formas retilíneas identificadas como lineamentos em canais de 1° e 2° ordem. O mapa de hierarquia fluvial da bacia pode ser visualizado na Figura 4.

Figura 4: Hierarquização de drenagem da bacia hidrográfica do Traipú.



Para a hierarquização da drenagem (Figura 4), seguiu-se as determinações propostas por Strahler (1952). Neste trabalho, o método permitiu isolar a rede de drenagem da bacia do Rio Traipú em 5 classes, procedimento fundamental na análise dos lineamentos de drenagem, uma vez que facilita a interpretação e agrupamento das direções.

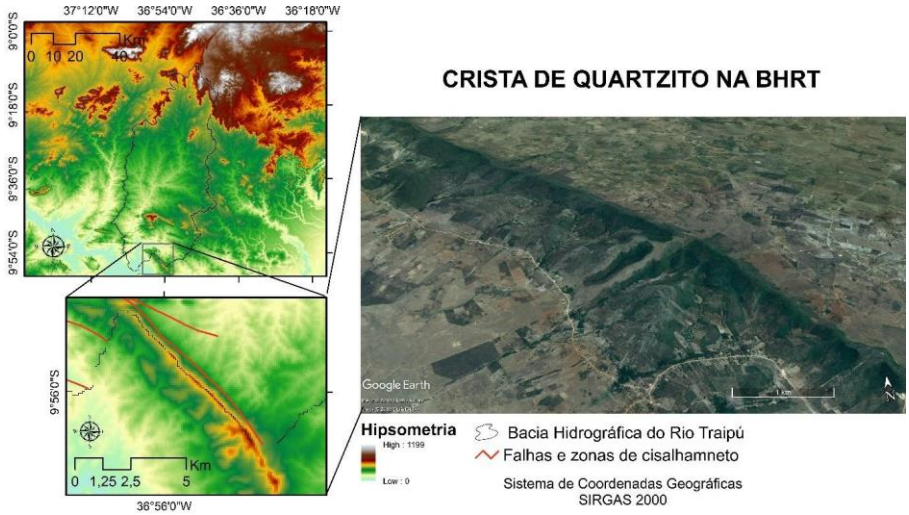
Na atual proposta, a os direcionamentos, indicou quais ordens estão submetidas à configuração preferencial do relevo do nordeste oriental do Brasil, e quais estão, em determinada escala e contexto, independentes desta configuração, instigando análises mais aprofundadas.

A análise conjunta dos mapas de hierarquia, hipsométrico, geológico e dos principais lineamentos da bacia hidrográfica do rio Traipú aponta para um possível controle lito-estrutural da geometria da bacia. Este controle é mais evidenciado em seu setor sul onde cristas quartzíticas, em associação com falhas e os maiores lineamentos de drenagem e relevo encontrados, de ordens quilométricas, se impõem ao relevo rebaixado e determinam tanto a forma da bacia, quanto a organização das drenagens. Estas cristas funcionam como uma barreira modificando abruptamente a direção e desenvolvimento da bacia a poucos quilômetros do encontro com o São Francisco.

As estruturas retilíneas, que em alguns casos se estendem da bacia do Rio Ipanema (a oeste do rio Traipú) até o Rio Boacica (bacia situada a leste da antecedente), minimamente, controlam o setor sul da bacia e podem ser facilmente associadas às formações de quartzitos.

Neste setor da bacia há alta frequência de falhas e zonas de cisalhamentos, das quais, os tributários do rio principal e trechos do Rio Traipú se aproveitam e, em alguns casos, encontram-se totalmente encaixados em zonas de cisalhamento (CPRM, 2017). A crista de quartzito encontrada no sudeste da bacia, que acredita-se determinar uma inflexão na geometria da mesma, encontra-se estruturada entre uma falha de empurrão e duas zonas de cisalhamentos transcorrentes sinistrais (CPRM, 2017). (Figura 5).

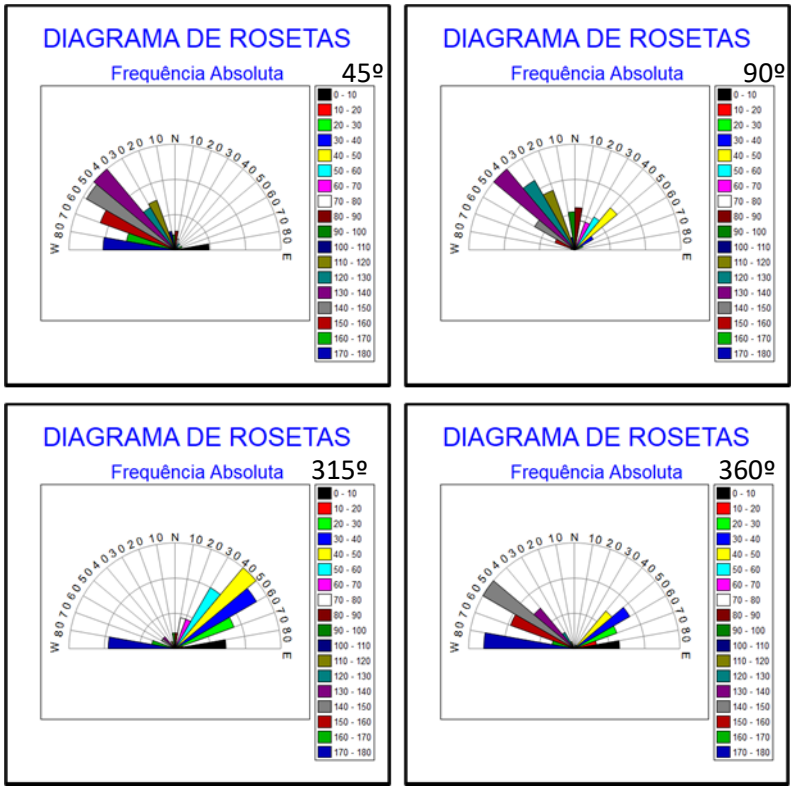
Figura 5: Feição retilínea de relevo estruturada em rocha de alto grau demetamorfismo delimitando bacia hidrográfica.



Posição do relevo da bacia no contexto dos controles regionais

A determinação das direções dos lineamentos de relevo da BHRT revelou três conjuntos de direção (Figura 8): o primeiro e predominante, NW-SE; representa a maioria dos lineamentos dos azimutes de 45°, 90° e boa parte do azimute de 360°; o segundo grupo com direção NE-SW é predominante no azimute de 315° e também ocorre nos azimutes de 90° e 360°; por último, as direções E-W foram identificadas nos azimutes de 45°, 315° e 360°, sendo mais representativa neste último.

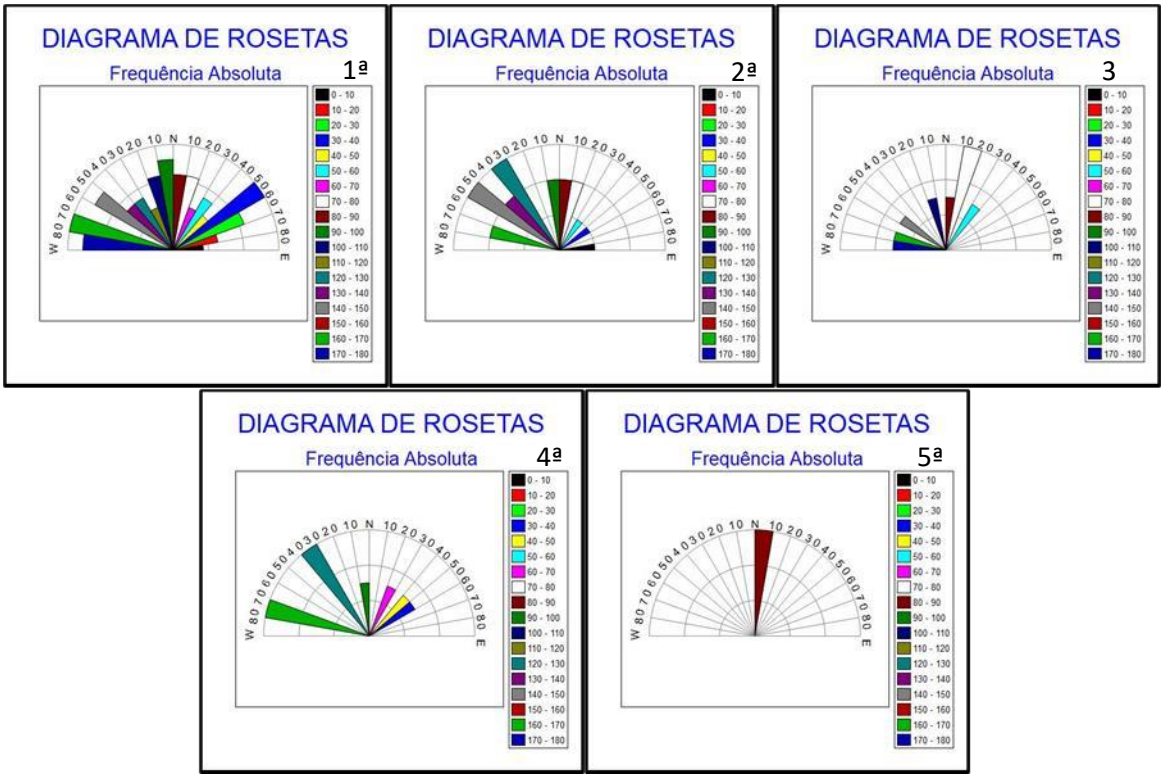
Figura 8: Diagramas de rosetas com as frequências absolutas referentes aos lineamentos de relevo da BHRT. (a) 45º; (b) 90º; (c) 315º e (d) 360º.



Os lineamentos de drenagem da BHRT (Figura 9) apresentaram grande diversidade de direcionamentos, podendo indicar uma variedade de esforços controlando estes canais. Esta variedade se mostrou presente, mormente, nos canais de 1ª ordem, os quais apresentaram direções N-S, E-W, NE-SW e NW-SE.

A tendência para os demais ordenamentos foi de redução dos conjuntos de direções. Os canais de 2ª, 3ª e 4ª ordem apresentam, também, certa complexidade, porém, é possível estabelecer os grupos de direções NW-SE e N-S, como os mais relevantes. O canal de 5ª ordem apresentou direção N-S. É válido ressaltar que apenas um lineamento fora traçado para o referido canal.

Figura 9: Diagramas de rosetas com as frequências absolutas referentes aos lineamentos de drenagem da BHRT. (a) 1º ordem; (b) 2º ordem; (c) 3º ordem; (d) 4º ordem e (e) 5º ordem.



Brito Neves et al. (2001), determinou como trend regional para a porção oriental do Nordeste os direcionamentos E-W e NE-SW. Cotejando as assertivas de Brito Neves et al., op. cit. com as direções dos lineamentos da BHRT, algumas proposições podem ser levantadas.

Dois conjuntos de direções dos lineamentos de relevo estão em acordo com o que Brito Neves et al., op. cit. propuseram, contudo, o conjunto identificado como principal, difere de suas asserções, apresentando direções NW-SE (lineamentos de relevo), corroborando com as afirmações anteriores que sugerem controles diversos para a bacia. Não obstante, a repetição das direções NE-SW e E-W no conjunto dos lineamentos evidencia o papel da estrutura regional na evolução da bacia.

A BHRT, embora apresente direcionamentos concordantes com os trends regionais, tem como grupo de direções preferenciais as direções NW-SE.

O conjunto de dados reunidos para a bacia do rio Traipú aponta para uma confluência de controles diferentes entre os setores da bacia, mas confirmam, sobretudo, a atuação do caráter estrutural, o qual subordina tanto a cabeceira, quanto o exutório da mesma, assim como, a rede de drenagem.

Considerações Finais/seção

A análise conjunta das feições lineares revelou, a nosso ver, maior clareza entre os lineamentos extraídos a partir das rugosidades do relevo. A variedade de direções, no caso dos lineamentos de drenagem, não favoreceu a proposta atual. De maneira geral, a frequência de determinadas direções (NE-SW e E-W) evidencia a influência da estrutura regional na elaboração das formas.

O papel da estrutura pode ser evidenciado. A litologia, porém, parece ser mais significativa, onde as principais modificações no desenvolvimento da bacia e direção da rede de drenagem estão ligadas as formações quartizíticas de alto grau de resistência. De maneira geral, no que diz respeito a forma da bacia, os fatores que delimitam a bacia do Traipú foram mais bem compreendidos na atual proposta.

Referências

BARROS, A. C. M.; TAVARES, B. A. C.; CORREA, A. C. B. Controles estruturais sobre a sedimentação de fundo de vale na bacia do Riacho Grande/PB. Clio Arqueológica, v. 32, p. 1-36, 2017.

BRITO NEVES, B. B.; VAN SCHMUS, W. R.; FETTER, A. H. Noroeste da África – Nordeste do Brasil (Província Borborema) Ensaio comparativo e problemas de correlação. Geo. USP Sér. Cient., São Paulo, v.1, p.59-78. 2001.

CHIESSI, C. M. Tectônica Cenozóica do Maciço Alcalino do Passa Quatro (SP-MG-RJ). 2004. 117f. Dissertação (Mestrado em Geologia Sedimentar) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1974. P. 149.

CORREA, A. C. B.; SILVA, D. N. F . Lineamentos de drenagem e de relevo como subsídio para a caracterização morfoestrutural e reativações neotectônicas da área da bacia do rio Preto, Serra do Espinhaço Meridional-MG. Revista de Geografia (Recife), v. 27, p. 72-86, 2010.

CORREA, A. C. B.; TAVARES, B. A. C. ; MONTEIRO, K. A. ; CAVALCANTI, L. C. S. ; LIRA, D. R. . Megageomorfologia e morfoestrutura do Planalto da Borborema. Revista do Instituto Geológico, v. 31, p. 35-52, 2010.

ETCHEBEHERE, M. L. C. et al. Detecção de prováveis deformações neotectônicas no Vale do Rio Peixe, região ocidental paulista, mediante aplicação de índices RDE (Relação Declividade-Extensão) em segmento de drenagem. Geociências, v. 25, p. 271-287, 2006.

ETCHEBEHERE, M. L. C.; SAAD, A. R.; FULFARO, V. J. Análise de bacia aplicada à prospecção de água subterrânea no planalto acidental paulista, SP. Geociências, São Paulo: UNESP, v.26, n.3, p.229-247, 2007.

MENDES et. al. (2009). Programa Geologia do Brasil-PGB. Arapiraca. Folha SC.24-X-D. Estado de Alagoas, Pernambuco e Sergipe. Mapa Geológico. Recife: CPRM 2009, 1 mapa

color. 112, 37 cm x 69,42 cm. Escala – 1:250000.

MENDES et. al. (2017). Programa Geologia do Brasil-PGB. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Alagoas. Mapa de Recursos Minerais do Estado de Alagoas. Escala 1:250.000. Recife: CPRM/2017. 1 mapa color.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 20 de junho de 2018.

MONTEIRO. K. A. Análise Geomorfológica da Escarpa Oriental da Borborema a partir da aplicação de métodos morfométricos e análises estruturais. 2015. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Ciências Geográficas Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2015.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. Geological Society of America Bulletin 63, 1117-1142. 1952.

Parte VII - Metodologias, Práticas e Perspectivas do Ensino de Geografia Física

A Gincana Geológica como Recurso Didático para o Ensino das Geociências no Ambiente Escolar, um Estudo de Caso no Seridó Geoparque Mundial da UNESCO

The Geological Gymkhana as a Didactic Resource for Teaching Geosciences in the School Environment, a Case Study in the UNESCO World Geopark Seridó

Marília Cristina Santos Souza Dias
Programa de Pós-graduação em Geofísica e Geodinâmica - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
ORCID: 0000-0003-0212-1482
marilia.016.dias@ufrn.edu.br

Silas Samuel dos Santos Costa
Paleontology, Geoconservation and Application Erasmus+ Master Student, Minho University, Portugal
ORCID: 0000-0002-0314-278X
silas.costa.105@gmail.com

Rodrigo Libório Ferreira Canova
Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
ORCID: 0009-0001-7538-2619
rodrigoliboriofc@gmail.com

Jhordan Nascimento Dias Andrade
Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
ORCID: 0009-0006-7208-9173
Jhordan.andrade@gmail.com

Dara Luany Alves Fernandes
Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
ORCID: 0009-0004-7749-8895
dara_luanny2010@hotmail.com

Adriano Henrique Andrade de Aguiar
Departamento de Geologia - Universidade Federal do Rio Grande do Norte
ORCID: 0009-0004-1024-2131
adrianoaaguiar@gmail.com

Resumo: A gincana geológica é uma atividade educativa de grande importância para o ensino de geociências em escolas técnicas de ensino médio no Brasil. Enquadrada na área de ciências da natureza pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC), as geociências são normalmente ensinadas em disciplinas como ciências, geografia e Ciências da Natureza e suas Tecnologias. No entanto, é comum que essas aulas sejam ministradas de forma expositiva, o que pode limitar o envolvimento dos estudantes com o conteúdo. A gincana surge como uma alternativa pedagógica para tornar o ensino de geociências mais atrativo e eficaz. Essa abordagem prática e lúdica possibilita que os alunos explorem conceitos geológicos de maneira interativa, estimulando sua curiosidade e motivação para aprender. Além disso, ela promove o trabalho em equipe, o desenvolvimento de habilidades práticas e a conexão com o ambiente local. No caso deste trabalho realizado no território do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO (SGMU), a gincana geológica teve como objetivo homenagear o Dia do Geólogo e impulsionar o conhecimento sobre o patrimônio geológico da região para escolas de nível básico. A atividade envolveu alunos do ensino médio dos cursos técnicos de Mineração da Escola Estadual Manoel Salustino e do Instituto Federal do Rio Grande do Norte - Campus Parelhas, alcançando um total de 120 participantes. A temática do evento foi voltada para a "Geologia do Cotidiano", permitindo que objetos e recursos minerais presentes no território do Geoparque Seridó fossem interpretados sob a ótica das geociências, gerando diferentes resultados elaborados pelos discentes participantes.
Palavras-chave: Gincana. Geociências. Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.

Abstract: The geological challenge is an important educational activity for teaching geosciences in technical high schools in Brazil. Geosciences, classified within the natural sciences area by the National Common Curricular Base (BNCC), are typically taught in subjects such as science, geography, and

Natural Sciences and their Technologies. However, these classes often rely on expository teaching methods, which may limit student engagement with the content. The challenge provides a pedagogical alternative to make geoscience education more attractive and effective. Through hands-on and playful approaches, students can explore geological concepts interactively, stimulating their curiosity and motivation to learn. Additionally, the challenge promotes teamwork, practical skill development, and a connection with the local environment. In the case of this study conducted in the territory of the Seridó Geopark, a UNESCO World Geopark (SGMU), the geological rally aimed to honor Geologist's Day and enhance knowledge about the region's geological heritage among basic level schools. The event involved 120 participants, including high school students from the Mining technical courses at Manoel Salustino State School and the Federal Institute of Rio Grande do Norte - Parelhas Campus. The theme of the rally focused on "Geology in Everyday Life," allowing objects and mineral resources found in the Geopark Seridó territory to be interpreted from a geoscience perspective, resulting in diverse outcomes developed by participating students.
Keywords: Challenge. Geosciences. Seridó UNESCO Global Geopark.

Introdução

O ensino de geociências tem sido lecionado no Brasil desde o ensino fundamental até o ensino médio, porém de forma pontual. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), pertencendo à área de ciências da natureza, o conteúdo geocientífico normalmente é lecionado nas disciplinas de ciências e geografia para o ensino fundamental e na de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o ensino médio (Quadro 1).

Quadro 1: O ensino das geociências segundo a Base Nacional Comum Curricular.

ENSINO	DISCIPLINA	UNIDADES TEMÁTICAS	CONTEÚDOS
Fundamental	Ciências	Terra e Universo	Escalas de tempo; Movimento aparente do Sol no céu, O Sol como fonte de luz e calor; Características da Terra, Observação do céu, Usos do solo; Pontos cardeais, Calendários, fenômenos cíclicos e cultura; Constelações e mapas celestes, Movimento de rotação da Terra, Periodicidade das fases da Lua, Instrumentos óticos, Forma, estrutura e movimentos da Terra, Composição do ar, Efeito estufa, Camada de ozônio Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis), Placas tectônicas e deriva continental; Sistema Sol, Terra e Lua, Clima;

			Composição, estrutura e localização do Sistema, Solar no Universo, Astronomia e cultura, Vida humana fora da Terra, Ordem de grandeza astronômica, Evolução estelar;
Fundamental	Geografia	Formas de Representação e Pensamento Espacial	Pontos de referência, Localização, orientação e representação espacial, Representações cartográficas, Sistema de orientação, Elementos constitutivos dos mapas, Mapas e imagens de satélite, Representação das cidades e do espaço urbano, Fenômenos naturais e sociais representados de diferentes maneiras, Mapas temáticos do Brasil, Cartografia: anamorfose, croquis e mapas temáticos da América e África
Fundamental	Geografia	Natureza, Ambientes e Qualidade de Vida	Condições de vida nos lugares de vivência, os usos dos recursos naturais: solo e água no campo e na cidade, Conservação e degradação da natureza, Biodiversidade e ciclo hidrológico, Atividades humanas e dinâmica climática
Médio	Ciências da Natureza e suas Tecnologias	Vida, Terra e Cosmos	Revisão de todo o conteúdo visto até então

Fonte: Base Nacional Comum Curricular (BNCC), 2018.

Já para o ensino em escolas técnicas em geologia e/ou mineração, há um maior grau de especificidade das geociências ministradas em sala de aula, tendo em vista o objetivo profissionalizante destes cursos.

Além disso, é possível afirmar que a compreensão do conhecimento geocientífico está associada ao conhecimento de mundo, no que tange ao entendimento da Terra e do Universo.

Este entendimento favorece a manutenção, conservação e manejo sustentável do meio ambiente, pois só se conserva aquilo que se conhece. Dessa forma, a divulgação e promoção do ensino das geociências favorece diretamente o uso sustentável dos recursos terrestres, de maneira a garantir boas condições de vida para futuras gerações.

Entretanto, sabe-se que as aulas das disciplinas supracitadas ainda são, na maioria das vezes, ministradas de forma expositiva, seja pela falta de um laboratório, seja pelo tradicionalismo no uso do método expositivo (Gomes e Sanchez, 2018). Para Alencar et al (2012), este fato justifica a busca de outros recursos didáticos que possibilitem a assimilação de todo o conteúdo pelo estudante. Ainda, Rizzo Pinto (1997), afirma que não há aprendizagem sem atividade intelectual e sem prazer, e a motivação através da ludicidade é uma boa estratégia para que a aprendizagem ocorra de forma efetiva.

Assim, segundo Neves (2007) as atividades lúdicas exploram a criatividade do aluno e melhora sua conduta no processo de ensino-aprendizagem, aumentando sua autoestima. De acordo com Sales et al. (2016), a gincana é uma prática pedagógica que auxilia no processo de ensino e aprendizagem, atuando como um recurso didático. Para ele, o recurso didático é todo material empregado como suporte no ensino e aprendizagem do conteúdo proposto e determinado para ser aplicado, pelo educador, aos educandos.

Portanto, a gincana geológica atua como uma ferramenta prática e eficaz para a assimilação de conteúdos geocientíficos, podendo ser aplicada em diferentes níveis de ensino. Diante disso, o objetivo deste trabalho é fazer um estudo de caso na gincana geológica realizada em escolas técnicas localizadas no território do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO, precisamente envolvendo alunos do ensino médio do Instituto Federal do Rio Grande do Norte (Parelhas/RN) e da Escola Estadual Manoel Salustino (Currais Novos/RN).

Indiretamente, a gincana atinge a perspectiva dos docentes na temática e colabora para o envolvimento da comunidade com as instituições de ensino da Rede Federal e também para o engajamento da mesma com a proposta de desenvolvimento sustentável do Geoparque Seridó.

O evento almejou homenagear o profissional da geologia - Dia do Geólogo, comemorado nos dias 30 de maio de cada ano - e também impulsionar o conhecimento sobre o patrimônio geológico do Seridó Geoparque Mundial da UNESCO para as escolas de nível básico do território. Sua realização se deu em parceria com a gestão do Consórcio Público Intermunicipal do Geoparque Seridó e o Centro em Referência em Tecnologia Mineral do Instituto Federal do Rio Grande do Norte.

Metodologia

A gincana geológica ocorreu nas imediações do Geossítio Mina Brejuí como museu, memorial e galerias subterrâneas, além de instrução e apresentação técnica da Mineração Tomaz Salustino AS. Na ocasião, estavam 80 alunos do curso técnico em mineração da Escola Estadual Manoel Salustino, situada no povoado da Mina Brejuí em Currais Novos, além de 20 alunos do curso técnico em mineração do Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Parelhas, totalizando 120 participantes divididos em 24 equipes. Todo o evento foi acompanhado pelos representantes da equipe docentes das instituições de ensino envolvidas.

Assim, foi trabalhada uma temática voltada para a “Geologia do Cotidiano”, em que objetos utilizados no dia-a-dia bem como praças, prédios, calçadas e recursos minerais presentes no território do Geoparque Seridó puderam ser interpretados sob o olhar das geociências.

Nas atividades, foram abordados diferentes conteúdos de geociências e também de introdução ao tratamento de minérios e meio ambiente. Houveram dinâmicas envolvendo conceitos fundamentais da mineralogia, apresentação dos principais minerais e minérios da Província Mineral do Seridó e suas aplicações, utilização de recursos cartográficos para orientação como mapas e bússolas e também na dinamização da teoria da geologia geral. Com esses diferentes conceitos sempre sendo associados às paisagens encontradas nos geossítios e território do Geoparque Seridó. O evento seguiu a programação descrita no Quadro 2 abaixo:

Quadro 2 – Programação da Gincana Geológica.

ATIVIDADE/ PROVA	DESCRIÇÃO	REGISTROS FOTOGRÁFICOS
Palestra: “A geologia do ordinário”.	Videoconferência ministrada pelo geólogo Silas Samuel (UMinho), diretamente de Portugal e distribuição de kits minerais pelo CT Mineral. Nesse momento também foram arrecadados alimentos não perecíveis que posteriormente foram doados para o abrigo de idosos Nossa Senhora do Carmo, localizado na periferia de Currais Novos.	

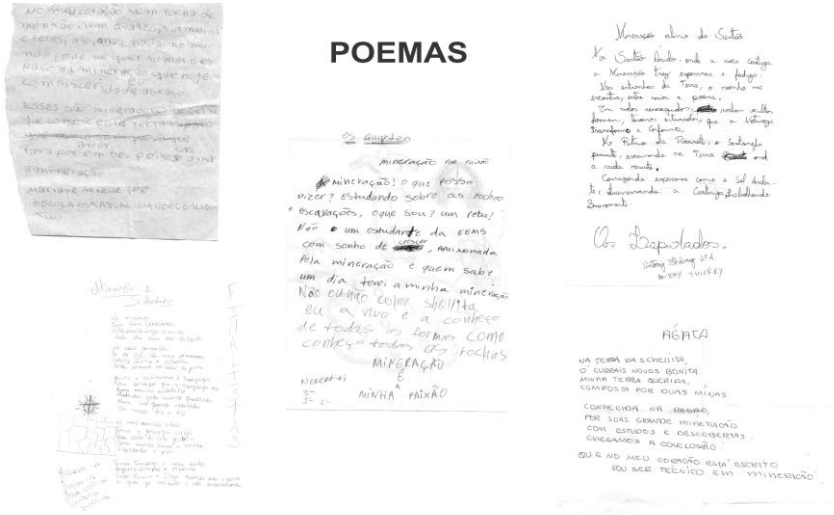
Geotrekking	Os grupos foram instruídos a procurar rochas/minerais que estavam escondidos na entrada da Mina Brejuí, próximos ao museu. Eles receberam coordenadas UTM e informações azimutais para encontrá-los. Venceu a equipe que encontrou todos ou a maior parte dos itens em menor tempo.	
Identificando Minerais	Foram apresentados os minerais e amostras que serão utilizados na dinâmica, sem revelar os nomes. Em seguida, foi feita a prova das pistas sobre propriedades físicas e químicas dos minerais, enquanto isso as equipes puderam dar palpites para tentar identificar o mineral que está sendo descrito. A equipe que acertou mais minerais ganhou essa primeira etapa! Como critério de desempate, foi realizada uma prova extra associando os minerais às suas durezas.	
Bingo Geológico	O sorteio era feito por meio de perguntas geológicas e a resposta deveria ser marcada na cartela, então venceu quem acertou as respostas e preencheu toda a cartela do bingo.	

A importância das Geociências	Cada grupo pôde expressar, por meio de apresentações artísticas, desenhos, músicas, poemas, interpretações, dentre outros, o que compreendem sobre as geociências e suas importâncias.	
Premiações	Foram distribuídas medalhas de ouro, prata e bronze para o 1º, 2º e 3º lugar, respectivamente, além de brindes como garrafas e chocolates.	

Resultados e Discussões

Como resultado da prova “a importância das geociências”, os alunos produziram poemas, desenhos, histórias, músicas, peças, dentre outros. Cinco equipes elaboraram poemas (Figura 1) e nota-se que todas atribuíram à mineração um papel essencial nas geociências, pela sua importância, descritos abaixo:

Figura 1 - Poemas elaborados por equipes participantes da gincana geológica.



Fonte: Discentes participantes da II Gincana Geológica, 2023.

1. Equipe: Os lapidados

Mineração, alivio do Sertão

No Sertão ácido, onde a seca castiga.
A mineração trás esperança e fadiga.
Nas entranhas da Terra, o sonho se encontra,
Entre suor e poeira.
Em solos ressecados,
Rochas ocultas guardam tesouros enterrados

Que a natureza transforma e conforma.
No ritmo da picareta, o sertanejo persiste,
Escavando na terra onde a vida resiste.
Carregando esperança como o sol ardente,
Atravessando a caatinga, trabalhando bravamente.

2. Equipe: Os Finalistas

Mineração e Sabedoria

Na mineração,
Tem várias curiosidades;
Feldspato, Quartzo e mica;
Cada um com sua utilidade.
Na nossa concepção,
Os de CN são mais atraentes,
Calcita, pirita e scheelita

Estão sempre ao redor da gente
Junto a isso, temos a topografia,
Um serviço que o topografo faz
Com muita sabedoria
Medindo cada metro quadrado
Num sol quente arretado
Do nosso dia a dia.

Na nossa humilde cidade.
Temos o Geoparque Seridó
Que cuida de cada Geosítio
Com muito amor e carinho
Evitando o pior

Temos também a nossa escola
Pequena, simples e atraente.
Onde a Raiane e Diogo repassa para gente
O que foi ensinado a eles anteriormente

3. Equipe: Agáta

Na terra da Shecllita
Ó Currais Novos bonita
Minha terra querida
Composta por duas minas.

Conhecida na região
Por sua grande mineração
Com estudos e descobertas
Chegamos à conclusão
Que no meu coração esta escrito
Vou ser técnico em mineração

4.

No meu coração tem rocha de montão
Tem quartzo, turmalina e feldspato,
Mas nada no mundo pode se quer tomar
O espaço da mineração , que hoje com sinceridade abraço.
Esses são mineradores do sertão
Que compõe este refrão.
Para por em seu peito para amar a mineração

5. Equipe: Os Quartzos

Mineração por paixão

Mineração!
O que posso dizer?
Estudando sobre as rochas e escavações, o que sou? Um peba?
Não um estudante da EEMS com sonho de crescer
Apaixonada pela mineração e quem sabe um dia terei a minha mineração.
Não eu não como shellita eu a vivo e a conheço de todas as formas como conheço todas as rochas.

Além disso, doze equipes decidiram expressar a referida importância por meio de desenhos, conforme Figura 2.

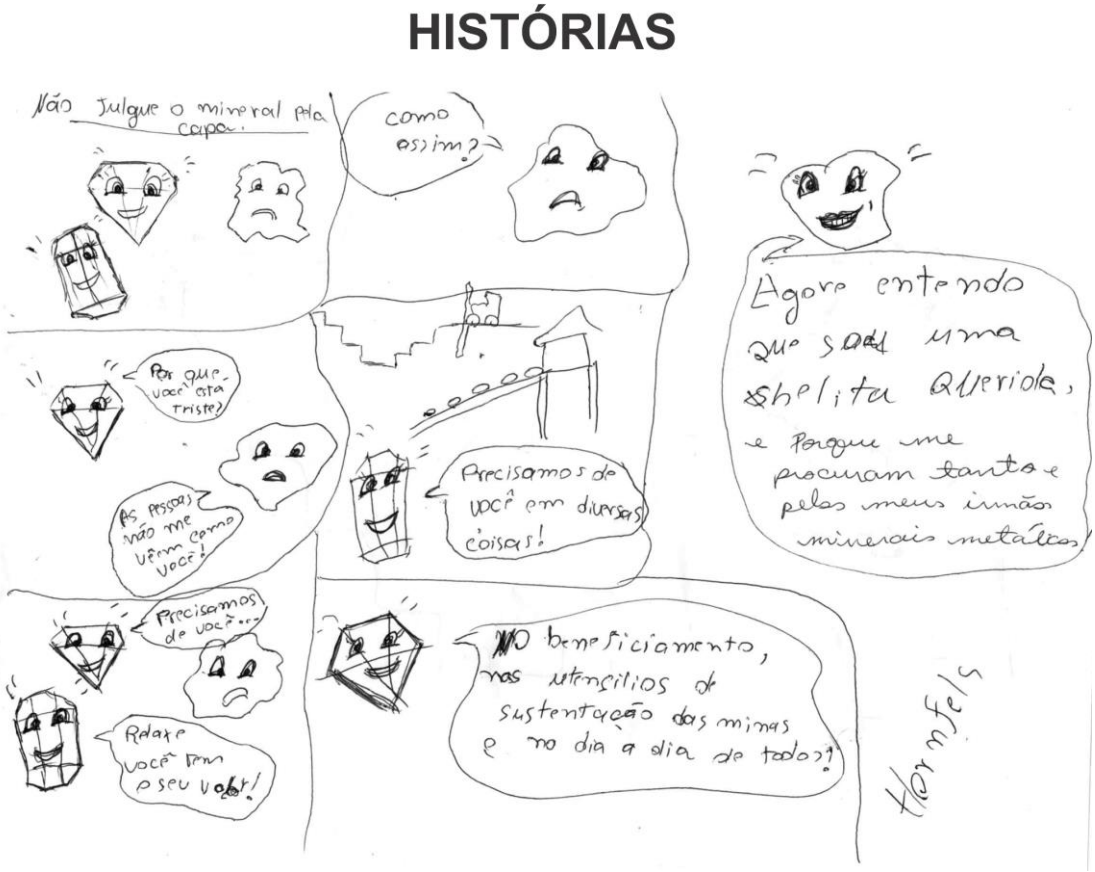
Figura 2 - Desenhos elaborados por equipes participantes da gincana geológica.

Fonte: Discentes participantes da II Gincana Geológica, 2023.

Diante dela, observa-se que a maioria também associou à mineração, mas também houveram os que associaram a relevância das geociências para o estudo da terra, para o entendimento da origem dos recursos que se encontram dentro da própria casa e ao Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.

Ainda, uma equipe expressou-se por meio de uma história em quadrinho, como a da Figura 3, que retrata o valor da Scheelita, como recurso mineral importantíssimo para a sociedade.

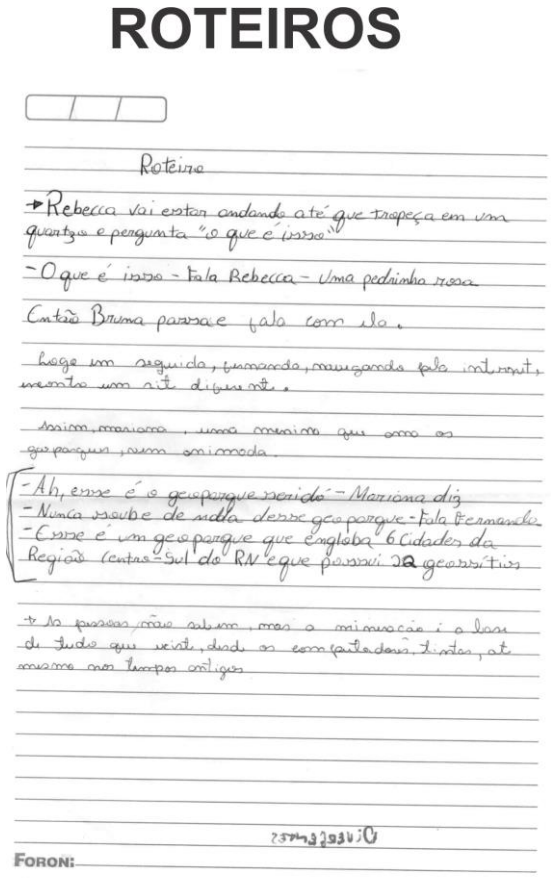
Figura 3 - História em quadrinho elaborada por equipes participantes da gincana geológica.



Fonte: Discentes participantes da II Gincana Geológica, 2023.

Ademais, um roteiro para encenação sobre o Seridó Geoparque Mundial da UNESCO também foi elaborado por uma equipe, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Roteiro para encenação elaborado por equipes participantes da gincana geológica.



ROTEIROS

Roteiro

→ Rebecca vai estar andando até que tropeça em um quartzo e pergunta "o que é isso"

- O que é isso - Fala Rebecca - Uma pedrinha rosa

Então Bruna passa e fala com ela.

Logo em seguida, Fernanda, navegando pela internet, encontra um site diferente.

Assim, mariana, uma menina que ama os geoparques, vem animada.

- Ah, esse é o geoparque seridó - Mariana diz
- Nunca soube de nada desse geoparque - Fala Fernanda
- Esse é um geoparque que engloba 6 Cidades da Região Centro-Sul do RN e que possui 22 geossítios

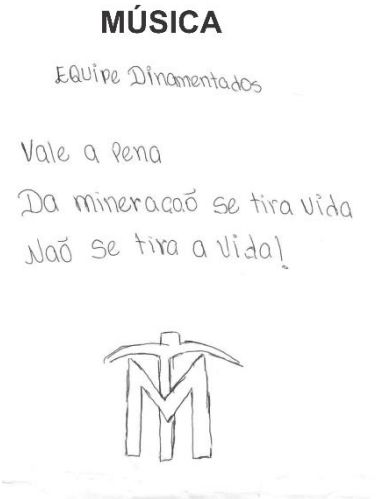
→ As pessoas não sabem, mas a mineração é a base de tudo que veste, desde os computadores, tintas, até mesmo nos tempos antigos

FORON:

Fonte: Discentes participantes da II Gincana Geológica, 2023.

Por fim, uma equipe trouxe um verso de música (Figura 5) para cantar em tom de exortação, tematizado na relação sustentabilidade e mineração, de forma a entender que as duas temáticas dialogam bem entre si.

Figura 5 - Verso de música elaborado por equipes participantes da gincana geológica.



MÚSICA

Equipe Dinamentados

Vale a pena
Da mineraçaõ se tira vida
Naõ se tira a vida!

Fonte: Discentes participantes da II Gincana Geológica, 2023.

As outras quatro equipes não apresentaram materiais físicos, por isso seus materiais não constam nestes resultados. Mas, vale ressaltar que todas as equipes participantes apresentaram um produto para a prova em questão.

Considerações Finais

A gincana geológica é uma atividade educativa de extrema importância para o ensino de geociências em escolas de ensino médio técnico. Ela oferece uma abordagem prática e interativa para os estudantes, permitindo que eles explorem o mundo das ciências geológicas de forma mais envolvente e significativa. Abaixo estão algumas razões pelas quais a gincana geológica é valiosa no contexto educacional:

a) Aprendizagem ativa: A gincana promove a aprendizagem ativa, onde os alunos não apenas ouvem conceitos de geociências, mas também os aplicam em cenários reais. Essa abordagem prática estimula a curiosidade e a motivação dos estudantes, incentivando-os a se tornarem protagonistas de sua própria educação.
b) Integração de conhecimentos: Durante a gincana, os alunos podem integrar conhecimentos de várias áreas das geociências, como geologia, geografia, mineração, dentre outros. Essa abordagem interdisciplinar ajuda a mostrar a complexidade e a interconexão das geociências, fornecendo uma compreensão mais holística do assunto.
c) Desenvolvimento de habilidades práticas: Os estudantes têm a oportunidade de aprimorar suas habilidades práticas, como observação, coleta de dados, análise de amostras, uso de instrumentos de campo e elaboração de apresentações. Essas habilidades são valiosas em muitas outras áreas da ciência e da vida profissional.
d) Trabalho em equipe: As gincanas geológicas geralmente são realizadas em equipe, o que incentiva o trabalho em grupo e a colaboração. Os alunos aprendem a comunicar-se, resolver problemas e tomar decisões coletivamente, habilidades importantes para a vida acadêmica e profissional.
e) Conexão com o ambiente local: Ao explorar o ambiente geológico local, os alunos podem estabelecer uma conexão mais profunda com a região onde vivem. Isso ajuda a criar uma consciência ambiental e a valorizar o patrimônio geológico de sua área.
f) Estímulo ao pensamento crítico: Durante a gincana, os alunos enfrentam desafios e situações-problema que exigem pensamento crítico e raciocínio lógico para resolvê-los. Essa prática auxilia no desenvolvimento da capacidade de resolver problemas complexos, uma habilidade essencial para qualquer cientista.

g) Preparação para carreiras geológicas: Para aqueles que desejam seguir uma carreira nas geociências, a gincana geológica pode ser uma excelente preparação para a universidade e para o campo de trabalho. A experiência prática e a exposição às diferentes áreas da geologia podem ajudar os estudantes a decidirem quais áreas específicas eles desejam seguir no futuro.

Em resumo, a gincana geológica é uma ferramenta pedagógica poderosa para o ensino de geociências no ensino médio técnico. Ela oferece uma abordagem prática e dinâmica, promovendo o aprendizado significativo, o desenvolvimento de habilidades essenciais e a motivação dos alunos para o estudo das ciências geológicas.

Com o apoio da Pró-Reitoria de Extensão da Universidade do Rio Grande do Norte e também do Instituto Federal do Rio Grande do Norte, propõe-se a manutenção do evento em formato anual, possibilitando um trabalho contínuo de divulgação das geociências e do Geoparque Seridó com ludicidade na educação básica do território. Além disso, edições futuras podem incluir a participação de atores do território, como associação de mulheres e artesãos para o fornecimento de materiais, brindes e oferecimento de oficinas durante o evento.

Referências Bibliográficas

ALENCAR, R.; NASCIMENTO, R.S; GUIMARÃES, G.B. 2012. Geociências no ensino fundamental: ciências ou geografia? Da história da Terra à paisagem local através da geodiversidade da ilha de Santa Catarina. Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologias. [online] URL: http://www.sinect.com.br/anais2012/html/artigos/ensino%20cie/35.pdf

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018.

GOMES, J.A.T; SANCHEZ, E. A. M. Geogame: uma alternativa lúdica para o ensino de geociências. agosto de 2018. DOI.org (Datacite), https://doi.org/10.5281/ZENODO.3954939.

NEVES, L. O. R. O professor, sua formação e sua prática. 2007. Disponível em: . Acesso em 8 de junho de 2008.

RIZZO PINTO, J. Corpo, movimento e educação – o desafio da criança e adolescente deficientes sociais. Rio de Janeiro: Sprint, 1997.

SALES, I.M.A et al. A gincana cultural como ferramenta de ensino-aprendizagem. Webartigos, 2016. Disponível em: https://www.webartigos.com/artigos/a-gincana-cultural-como-ferramenta-de-ensino-aprendizagem/139661.

Educação ambiental e solos no distrito de Poti - Crateús-CE

Environmental education and soils in the district of Poti - Crateús-CE

Maria Lohana Rodrigues Lima
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-9853-3002
marialoh21@gmail.com

Thais Menezes Lopes
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
https://orcid.org/0000-0003-2324-8888
thais.menezes.lopes61@aluno.ifce.edu.br

Alisson Medeiros de Oliveira
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará
https://orcid.org/0000-0001-8167-2279
alisson.medeiros@ifce.edu.br

Resumo: Esse artigo propõe uma análise de como a educação ambiental traz contribuições para o uso sustentável do solo no distrito de Poti, um distrito de zona rural no qual o maior sustento da população vem da agricultura. Portanto, objetivou promover a educação ambiental para a conservação do solo, desenvolvendo a compreensão dos conceitos relacionados a solo e sustentabilidade, bem como a construção de materiais didáticos que auxiliam na prática dos docentes. A análise foi feita com os 14 alunos da Escola de Cidadania São José no distrito de Poti, através de aula teórica, experimentos realizados com solo como perfil de solo, simulador de erosão e geotinta. Por fim a aplicação de questionários antes e depois da aula, indicando resultado positivo de modo que os alunos desenvolveram melhor as respostas na pós aula, comprovando assim a necessidade e importância de utilizar-se meios didáticos no ensino aprendizagem.

Palavras-chave: Conservação, Educação ambiental, Solo.

Abstract: This article proposes an analysis of how environmental education contributes to the sustainable use of soil in the Poti district, a rural district in which the main livelihood of the population comes from agriculture. Therefore, it aimed to promote environmental education for soil conservation, developing the understanding of concepts related to soil and sustainability, as well as the construction of didactic materials that help in the practice of teachers. The analysis was carried out with 14 students from Escola de Cidadania São José in the district of Poti, through a theoretical class, experiments carried out with soil as a soil profile, erosion simulator and geopaint, and finally the application of questionnaires before and after the class, indicating a positive result so that students developed better responses after class, thus proving the need and importance of using didactic means in teaching and learning.

Keywords: Conservation, Environmental education, Soil.

Introdução

É notório que os problemas ambientais vêm crescendo mais a cada dia, bem como os problemas relacionados ao uso do solo. Dessa forma, é necessário compreender porque se dá o aumento dos problemas ambientais, e de que maneira é possível controlá-lo. Diante disso, Reigota (2017), salienta que a educação ambiental deve procurar estimular as possibilidades de se estabelecer uma nova aliança entre seres humanos e natureza, que

possa possibilitar a todas as espécies biológicas a sobrevivência com dignidade, tendo a educação como primeiro passo.

Promover a educação ambiental nas escolas é de suma importância, principalmente no ensino básico, e de forma prática, pois das metodologias utilizadas pela educação ambiental, a aula expositiva é a menos recomendada, pois é necessário a participação e questionamento dos alunos (REIGOTA, 2017). Sabe-se que o tema solo está totalmente ligado à educação ambiental, e ainda é pouco explorado em sala de aula, logo pouco conhecido pelos alunos, o que torna um grande desafio pensar em maneiras de conservação de algo desconhecido, pois como afirma De Morais (2014), junto ao tema solo deve-se abordar sua conservação, e para isso é necessário conhecer os componentes do solo.

Dessa forma, o presente trabalho propõe a implementação de práticas de educação ambiental para uso sustentável de solo no distrito de Poti, no município de Crateús-CE. A escolha da área se deu por ser uma escola de zona rural, em que o contato com o solo é ainda maior, por isso a abordagem do solo na educação de uma escola de zona rural permite potencializar o manejo e a conservação do solo. Além da percepção de que ao longo dos últimos anos houve aumento da degradação dos solos da região, em decorrência de plantios, pois é o uso do solo que garante a subsistência das populações locais. Mas que em seu manejo utilizam a prática de corte e queima (broca), a qual além de gerar a liberação direta de dióxido de carbono, ainda reduz os nutrientes do solo. Desta forma, há necessidade de promover a conservação do solo por meio de educação ambiental, que assegurará que o conhecimento acadêmico chegue à comunidade local.

A partir disso, emerge-se a seguinte pergunta: como a educação ambiental pode contribuir para a diminuição da degradação e no uso sustentável do solo? O objetivo geral é promover a educação ambiental para a conservação do solo no distrito de Poti, Crateús-CE. Para além disso, é importante ressaltar que, os conteúdos de geografia física abordados no ensino básico, são muito fora da realidade dos alunos, e por isso é interessante propor estudos que se relacionem com seu meio, como estudar os solos do seu distrito, sendo apresentado de diversas formas para eles, desde a formação a sua textura. Isto posto, os objetivos específicos do projeto são: desenvolver a compreensão dos conceitos relacionados a solo, sustentabilidade e preservação; e também construir materiais didáticos que venham a auxiliar na compreensão dos conceitos e na prática dos docentes.

Destarte, a estrutura deste projeto está dividida em introdução, objetivo geral e objetivos específicos, o referencial teórico, no qual contém as categorias: paisagem, solo, educação ambiental e ensino de geografia, e por fim a metodologia, em que descreve todo o processo de como foi realizado a pesquisa.

Metodologia

O presente trabalho é uma pesquisa de natureza qualitativa e quantitativa. Qualitativa porque se trata de uma pesquisa que necessita de um contato direto e interativo com o objeto estudado, e é isso que a pesquisa qualitativa objetifica, pois permite estudar os fatos e fenômenos dos seres e suas relações sociais em qualquer ambiente. Desse modo, consoante a Godoy (1995), apud Proetti (2018), a pesquisa qualitativa envolve a obtenção de dados descritivos de pessoas, lugares e processos, de maneira que o pesquisador tenha contato com o que está sendo estudado.

Outrossim, esta pesquisa também será de natureza quantitativa, pois objetiva também fazer uma análise de desempenho dos alunos, em forma de comparação de questionários que serão comparados antes e depois da aplicação do projeto. Nas palavras de Proetti (2018), a pesquisa quantitativa utiliza a análise estatística para comprovar medidas de forma precisa e confiável. Portanto, o presente trabalho será feito de modo a coletar dados com as respostas dos estudantes para que possa ser feita uma análise.

O campo de estudo do projeto foi a Escola de Cidadania São José (Figura 1) localizada no distrito de Poti no município de Crateús. É uma escola de ensino infantil ao ensino fundamental, que contempla estudantes que moram no distrito ou em comunidades vizinhas, no qual a grande predominância de alunos são filhos de agricultores. O público-alvo para a aplicação do projeto de pesquisa foi a turma de 7° ano que funciona em período integral, a turma era pequena com apenas 14 alunos.

Figura 1: Fachada da Escola de Cidadania São José, no distrito de Poti-CE.

Fonte: Acervo dos autores (2023).

Portanto, foi feito um plano de aula (Apêndice I) para orientar como seria aplicado a pesquisa, que foi realizada em um dia, no dia 25 de Abril de 2023. Antes de tudo foi necessário se ter um contato com a escola, com a direção e a professora que ministra as aulas de geografia, para que fosse dialogado a melhor forma de aplicação da pesquisa, procurando adequar o ensino de geografia com a realidade dos alunos, pois como reitera Vesentini (2021), o ensino de geografia deve deixar o aluno refletir sobre o seu mundo, focando nas questões ambientais e em conteúdos que relacionam o seu meio. A aplicação se deu no turno da manhã, ocupando as duas aulas de geografia sendo dividido em dois momentos:

Primeiro momento: Introdução do conteúdo, com explicações sobre conceito de solo, tipos de solos, diferenciação de cores, horizontes e conservação. Foi aplicado no primeiro momento o primeiro questionário que foi respondido de forma oral antes das explicações para ser analisado o conhecimento prévio dos alunos sobre o solo. O questionário foi semi estruturado, contendo perguntas como o que é solo? Para que o solo é utilizado? É necessário conservar o solo? Os alunos tiveram grande participação nas respostas, mesmo sem nunca terem estudado sobre o solo, eles tinham uma percepção do que se tratava. Para o momento seguinte os alunos observaram as três cores de solo predominantes naquela região com amostras de solo.

Segundo momento: Foi um momento mais voltado para os experimentos, primeiramente foi pedido para que a turma se dividisse em três grupos, e com as amostras de solo, foram feitas as montagens de perfil de solo, que foram colocados em recipientes de plástico. Desse modo, eles fizeram as montagens de perfis observando a diferença e a ordem das cores do solo, que foi explicado para eles na aula teórica. Dando continuidade, iniciamos a outra atividade prática, que foi o simulador de erosão, que é feito observando como acontece a erosão hídrica em um solo descoberto de vegetação e em outro coberto de vegetação, então foi montado em garrafas de 2L, cortando a parte superior em um formato de retângulo, foram feitos os testes simulando chuva sobre os dois solos para que eles pudessem observar de maneira visual o efeito da chuva nos solos.

Posteriormente, foi produzido a geotinta, que é um tipo de tinta natural, para isso é necessário apenas água, cola branca e o solo, foram divididos os materiais nos três grupos, e assim iniciou-se a produção das tintas utilizando duas cores, a vermelha e a preta. Ao finalizar a produção da geotinta foram distribuídas folhas sem pauta para que os alunos pudessem fazer pinturas com a tinta utilizando de suas criatividades. Essa atividade demandou mais tempo para ser finalizada, mas ocorreu de maneira tranquila e todos os alunos entregaram seus desenhos. Para finalizar a aula, foi entregue o questionário impresso com as perguntas (Quadro 1) para eles responderem e pudesse ser feito a análise sobre quais foram as aprendizagens dos alunos sobre o solo após ter sido feito os experimentos, e por

fim, foi entregue para cada aluno um chocolate como forma de agradecimento pela participação e empenho de todos na atividade, e com os chocolates que sobraram foi feito um quiz de perguntas surpresas sobre o que foi estudado de modo que a cada acerto ganhavam um chocolate.

Quadro 1. Modelo do questionário aplicado.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CEARÁ
Campus Crateús

INSTITUTO FEDERAL DO CEARÁ- IFCE DIREÇÃO GERAL DE ENSINO – CAMPUS CRATEÚS CURSO DE LICENCIATURA EM GEOGRAFIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO Educação ambiental e uso sustentável do solo no Distrito de Poti - Crateús - CE
QUESTIONÁRIO
Pergunta 1: O que é solo?
Pergunta 2: Para que o solo é utilizado?
Pergunta 3: Todos os solos são iguais?
Pergunta 4: É importante preservar o solo? Por quê?
Pergunta 5: Você acha que é interessante a escola abordar mais sobre o tema solo?

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Resultados e discussão

A aplicação da presente pesquisa, dispõe de resultados positivos acerca do desenvolvimento de conceitos e utilização de materiais didáticos para melhor compreensão do conteúdo de solo, de modo que Falcão e Sobrinho (2021), afirmam que, o uso de materiais possibilitam explorar diferentes habilidades, discutindo-se novas ferramentas e apresentando alternativas de uso. Dessa forma, a pesquisa também pôde auxiliar na prática dos docentes e comprovar que a educação ambiental pode contribuir para o melhor uso do solo, de modo que, quando se é compreendido o que é solo e suas características são vistas na prática, é possível pensar em maneiras de como conservá-lo. Se caracterizando, também, como uma ação extensionista (FALCÃO, SOBRINHO, 2021) auxiliando na expansão da pesquisa e do vínculo ensino básico e superior. Pois atividades que despertam a criatividade e a participação dos alunos, fazem com que eles estejam envolvidos com a problemática e dessa forma motivados a refletir, facilitando assim a significação do tema (FREITAS, 2018).

A aplicação da presente pesquisa aconteceu de forma positiva justificando-se pela análise e a comparação das respostas dos questionários respondidos pelos alunos, que foram respondidos primeiramente de forma oral antes da aula teórica e dos experimentos (Quadro 2) e aplicado novamente após o término da aplicação da pesquisa, sendo respondido de forma escrita (Quadro 3) como se pode observar nas seguintes tabelas:

Quadro 2: Questionário aplicado antes da pesquisa.

Discentes	Pergunta 1: O que é solo?	Pergunta 2: que o solo é utilizado?	Pergunta 3: Todos os solos são iguais?	Pergunta 4: É importante preservar o solo? Por quê?	Pergunta 5: A escola deveria abordar mais sobre o tema solo?
Resposta 1:	A terra.	Plantar	Não.	Sim. Mas não sei porquê.	Sim
Resposta 2:	A terra.	Não sei.	Sim	Sim. Para usar ele.	Sim
Resposta 3:	O chão.	Plantar.	Sim	Sim.	Sim

Resposta 4:	Não sei.	Não sei.	Sim	Sim. Mas não porque.	Sim
Resposta 5:	A terra.	Plantar	Sim	Sim	Sim
Resposta 6:	Não sei.	Plantar.	Sim	Sim. Para plantar.	Sim
Resposta 7:	Onde pisamos.	Plantar.	Sim	Sim	Sim
Resposta 8:	A terra.	Plantar e outras coisas.	Não.	Sim. Não sei porquê.	Sim
Resposta 9:	Não sei.	Não sei.	Sim	Sim.	Sim
Resposta 10:	A terra.	Plantar.	Sim	Sim. Para plantar.	Sim
Resposta 11:	O chão.	Plantar.	Sim	Sim. Para plantar feijão.	Sim
Resposta 12:	Não sei.	Não sei.	Sim	Sim para plantar	Sim
Resposta 13:	A terra.	Várias coisas.	Sim	Sim. Não sei porquê.	Sim
Resposta 14:	A terra do chão.	Plantar.	Não.	Sim. Para usar depois.	Sim

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Quadro 3: Questionário da aplicação após a pesquisa.

Discentes	Pergunta 1: O que é solo?	Pergunta 2: Para que o solo é utilizado?	Pergunta 3: Todos os solos são iguais?	Pergunta 4: É importante preservar o solo? Por quê?	Pergunta 5: A escola deveria abordar mais sobre o tema solo?
Resposta 1:	A terra do chão.	Para plantar e etc.	Não.	Sim. Para plantar e fazer outras coisas.	Sim.
Resposta 2:	O solo é a terra.	Para plantações.	Não.	Sim. Para que ele não acabe.	Sim.
Resposta 3:	É a terra.	A principal é plantar.	Não.	Sim. Para poder plantar futuramente.	Sim.
Resposta 4:	A terra.	Várias. Mas a principal função é plantar.	Não.	Sim. Para usar no futuro.	Sim.
Resposta 5:	A terra do chão.	Para plantar.	Não.	Sim.	Sim.
Resposta 6:	A terra.	A principal função é plantar, mas tem outras.	Não. Pois tem a diferença entre o arenoso, vermelho e preto.	Sim. Para poder continuar plantando.	Sim.
Resposta 7:	É a terra.	A principal função é plantar.	Não.	Sim. Para continuar plantando.	Sim. Para aprender a cuidar dele

					certo.
Resposta 8:	O solo é a terra onde se pode plantar e utilizar para fertilizar o plantio.	Para plantar.	Não, alguns têm cores diferentes.	Sim. Por que em algum momento pode se utilizar.	Sim. Para que os alunos possam aprender mais sobre ele.
Resposta 9:	A terra.	Para plantar.	Não.	Sim. Para poder plantar	Sim.
Resposta 10:	Solo é a terra onde plantamos e pisamos.	Para plantar.	Não. Têm solos de várias formas.	Sim. Porque o solo é importante para plantarmos.	Sim. Porque o solo têm várias formas e muitas descobertas.
Resposta 11:	A terra.	Para a agricultura.	Não.	Sim pois se não preservamos não teremos comida ou até lugar para morar.	Sim.
Resposta 12:	Terra.	Para plantar.	Não.	Para plantar milho e feijão.	Sim.
Resposta 13:	Solo é a terra.	Para o plantio de milho, feijão e etc.	Não. Porque tem diferentes cores.	Sim. para plantar e várias outras coisas.	Sim.
Resposta 14:	A terra.	Para plantar.	Não.	Sim. Para as colheitas e outras coisas.	Sim.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Observando-se as respostas dos 14 alunos em todas as perguntas, é perceptível a diferença das respostas na pré e na pós aplicação da pesquisa, levando em consideração que segundo os alunos e a professora de geografia nunca tinham estudado sobre solo, com a aplicação da aula teórica atrelada aos experimentos, puderam absorver mesmo que em pouco tempo diversos aprendizados sobre o solo. Percebeu-se, dessa forma, a eficácia dos experimentos na construção do arcabouço teórico dos estudantes, tendo em vista, que por diversas vezes a falta de formação profissional dos docentes que englobe o conhecimento geográfico local e regional permeado pela falta de material didático dificultam essas práticas de forma recorrente (STEFFLER et *al*., 2018). Como podemos ressaltar a pergunta 3, no qual pergunta se todos os solos são iguais, a priori os alunos responderam que sim, mas após os experimentos realizados puderam aprender que existem diversas cores diferentes de solo, o que faz com que nem todos os solos sejam iguais, pois possuem diferentes horizontes que se individualizam em camadas e se organizam em A, B, C, e O, sendo os horizontes A e B os mais férteis, e consequentemente melhor para o plantio, uma vez que possui matéria orgânica (LEPSCH, 2016).

Nesse sentido, os experimentos e a produção dos materiais didáticos com solo tiveram resultado positivo e foram concluídos sem dificuldade, pois os três experimentos escolhidos foram adequados com a realidade da escola, bem como, os materiais utilizados foram todos de fácil acesso, podendo auxiliar bastante na melhor compreensão do conteúdo. Levando em consideração que a escola não possui um laboratório para se realizar aulas práticas, isso não foi um desafio, pois como bem salienta Freitas (2018), não necessita-se de um laboratório para ocorrer aulas práticas, através dos recursos didáticos é possível criar um ambiente diverso que proporcione o contato dos materiais com os alunos. Como também, Dos Santos (2020) reitera em seu trabalho que o uso de materiais simples e de fácil acesso oferecem maiores possibilidades de se abordar didaticamente os solos. Segue a descrição e os resultados de cada experimento:

Perfil de solo: O primeiro experimento feito com os alunos foi o perfil de solo, no qual foram montados três perfis de solo observando a separação e a diferença das cores (Figura 2), foi levado para eles três cores diferentes de solos, o arenoso, o vermelho e o solo mais escuro, dessa forma, na aula teórica foi explicado como se monta um perfil de solo, a ordem das cores e o porquê dessa ordem,assim os alunos produziram os perfis de solo de maneira correta, fazendo essa atividade em grupo.

Figura 2: Perfis de solo produzidos pelos alunos.

Fonte: Acervo dos autores (2023).

Simulador de erosão: Esse experimento foi feito para que os alunos observassem a diferença da erosão hídrica em um solo descoberto e em outro coberto de vegetação, fazendo a simulação de chuva sobre cada solo (Figura 3). Eles puderam compreender e adquirir uma consciência pedológica (MUGGLER et. *al*, 2006), percebendo a importância do solo está protegido contra as ações da natureza e por consequência gerando a conservação das relações ecológicas (FREITAS, 2018) que se estabelecem. Desse modo, os experimentos foram feitos em garrafas de plástico que é de fácil acesso e torna possível que o professor regente possa realizar novamente essa atividade em outras turmas que estejam estudando tal conteúdo, logo, de acordo com Santos e Catuzzo (2020), trabalhar a prática e a teoria em conjunto adaptando-se a realidade do aluno torna o conteúdo de solo mais atrativo para todos os envolvidos. Os alunos se demonstraram bem interessados e curiosos com esse experimento, criando uma consciência pedológica (MUGGLER et. *al*, 2006), sendo possível explicar melhor sobre a erosão do solo observando de maneira prática que o solo descoberto de vegetação a água escorreu, além de ter maior presença de sedimentos comparado ao solo com cobertura. Ainda, foi possível fazer uma comparação com a realidade do local, suscitando

noções de causa e efeito (STEFFLER et *al*., 2018), ao ser exemplificado através das estradas que se encontram com muita erosão e eles puderam compreender o porquê que esse desgaste acontece.

Figura 3: Simulador de erosão.

Fonte: Acervo dos autores (2023).

Geotinta: A produção de geotinta foi a atividade que mais chamou a atenção dos alunos, pois além de ser divertida foi uma descoberta para eles, pois não achavam que era possível ser feita uma tinta a partir do solo. Dessa forma, deu-se início a produção, sendo distribuídos os materiais e folhas para que eles realizassem as pinturas, durante o processo, pudemos conversar um pouco sobre como o solo pode ter diversas funções e falar das funcionalidades da geotinta, que é utilizada até mesmo para pintar paredes e que tem uma boa durabilidade. Isto posto, a interdisciplinaridade proposta pela pedologia (SANTOS, CATUZZO, 2020) ascendeu durante a realização dessa atividade, que serviu para os alunos aprenderem a utilizar o solo como material didático e como aponta Vital et. *al* (2018), se constitui como uma possível ecotecnologia social que poderá contribuir até mesmo no bem-estar humano, sendo algo divertido, e que instiga a criatividade dos alunos para que produzissem (como durante a execução dessa pesquisa) diversos desenhos com a geotinta (Figura 4).

Figura 4: Pinturas produzidas pelos alunos com a geotinta.

Fonte: Acervo dos autores (2023).

Considerações Finais

O estudo dos solos é algo muito importante para a aprendizagem, porém ainda é algo pouco visto em sala de aula, e tampouco estudado na prática fazendo experimentos com solo, um meio que facilita o aprendizado sobre o solo. Com a educação ambiental, o solo não é visto apenas como um instrumento de utilização agrícola, mas sim é possível explorar outras diversas funções do solo, bem como utilizá-lo como material didático para as aulas práticas sobre solo.

Com a aplicação da aula teórica e dos experimentos feitos com solo em sala de aula da Escola de Cidadania São José, foi perceptível que houve grande compreensão por partes dos alunos principalmente quando feito os experimentos, pois o contato direto com o solo fez com que despertasse mais interesse e curiosidade nos alunos, e dessa forma houve mais participação e até mesmo dúvidas sobre o conteúdo, pois era algo ainda não visto por eles.

Dessa forma, a prática facilitou a compreensão do conteúdo para que fosse respondido o questionário e obtiverem êxito, o perfil de solo serviu para eles compreenderem que todos os solos não são iguais e perceberem a diferença de cores, o simulador de erosão

proporcionou o conhecimento sobre a importância de proteger o solo, e a geotinta evidenciou a importância do solo como material didático em sala de aula atrelado a arte instigando a criatividade dos alunos.

Sair do tradicional, do livro didático que não deve ser o único recurso didático utilizado como ferramenta de ensino aprendizagem, mas sim complementado com outros materiais, pôde despertar mais interesse por parte dos alunos e desse modo maior participação, fazendo com que o professor regente obtenha mais resultados positivos, portanto faz-se necessário utilizar de meios didáticos para a melhor compreensão do conteúdo, principalmente quando se trata de um conteúdo que envolve a natureza, como o solo, que é possível ser trabalhado os aproximando de suas realidades.

Referências

FALCÃO, C. L. D. C.; SOBRINHO, J. F. Material educativo sobre educação do solo: Da produção acadêmica às ações de extensão na educação básica Educational material about soil education: From academic production to extension actions in basic education Material educativo sobre educación del suelo: Desde la producción académica hasta. **Geopauta**, v. 5, n. 1, 2021.

FREITAS, M. F. L. D. Projeto solo vivo: Experiências com solos na Educação Básica. **Biblioteca Digital de Periódicos da Universidade Federal do Paraná**, v. 11, n. 2, p. 103-113, 2018.

FIALHO, L. M. F.; MACHADO, C. J. D. S.; SALES, J. Á. M. D. As correntes do pensamento geográfico e a Geografia ensinada no Ensino Fundamental: objetivos, objeto de estudo e a formação dos conceitos geográficos. **Educação em Foco**, v. 17, n. 23, p. 203-224, 2014.

LEPSCH, I. F. **Formação e conservação dos solos**. Oficina de textos, 2016.

LEPSCH, I. F. **19 lições de pedologia**. Oficina de textos, 2021.

MORAIS, E. M. B. D. As temáticas físico-naturais nos livros didáticos e no ensino de Geografia. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, v. 4, n. 8, p. 175-194, 2014.

MUGGLER, C. C.; SOBRINHO, F. D. A. P.; MACHADO, V. A. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 733-740, 2006.

PROETTI, S. As pesquisas qualitativa e quantitativa como métodos de investigação científica: Um estudo comparativo e objetivo. **Revista Lumen-ISSN: 2447-8717**, v. 2, n. 4, 2018.

REIGOTA, M. O que é educação ambiental. **Brasiliense**, 2017.

RODRIGUES, E. Biologia da Conservação: ciência da crise. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 23, n. 2, p. 261-272, 2002.

SANTOS, J. D. D.; CATUZZO, H. O chão que você pisa : práticas itinerantes para o ensino de solos. **Terræ Didatica**, Campinas, SP, v. 16, p. e020004, 2020. DOI: 10.20396/td.v16i0.8657202. Disponível em: https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8657202. Acesso em: 17 maio. 2023.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. Oficina de textos, 2020.

STEFFLER, M.; MARTINS, V. M.; CUNHA, J. E. D.; ROCHA, A. S. D.; DANZER, M. O solo como instrumento de educação ambiental. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, v. 6, n. 2, 2012.

SAUVÉ, L. Uma cartografia das correntes em educação ambiental. **Educação ambiental: pesquisa e desafios**, p. 17-44, 2005.

VESENTINI, J. W. **Repensando a geografia escolar para o século XXI**. VESENTINI, JW, 2021.

VITAL, A. D. F. M. et al. Tons da terra e o uso da geotinta para popularizar a Ciência do Solo. *In*: FRANCISCO, P. R. M; SANTOS, R. F. D.; VITAL, A. D. F. M.; SANTOS, R. V. D. **Solos: estudo e aplicações.** Campina Grande: EPGRAF, 2018, p. 105-116.

Apêndice I

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA CEARÁ Campus Crateús

Instituição : Escola de cidadania São José
Professora: Maria Lohana Rodrigues Lima
Nível: Educação básica **Modalidade :** Ensino fundamental I
Série/ano 7°
Área de Conhecimento : Ciências humanas **Disciplina :** Geografia
Data : 25/04 **Turno:** manhã **Tempo :** 2hrs

PLANO DE AULA
Tema: Solo e educação ambiental.

OBJETIVOS
GERAL: Promover a educação ambiental acerca da conservação do solo no distrito de Poti.
ESPECÍFICOS: **Desenvolver a compreensão dos conceitos relacionados a solo, sustentabilidade e preservação.** **Analisar o desempenho dos estudantes acerca dos conteúdos abordados.** **Realizar experimentos com solo em sala de aula.**

CONTEÚDO
Conservação do solo.

PROCEDIMENTOS: METODOLOGIA DE ENSINO
A aula será dividida em dois momentos. Primeiro momento: Introdução do conteúdo, com explicações sobre conceito de solo, tipos de solos, diferenciação de cores, horizontes e conservação. Será aplicado no primeiro momento o primeiro questionário que será respondido de forma oral antes das explicações para ser analisado o conhecimento prévio dos alunos sobre o solo. O questionário será semi estruturado, contendo perguntas como o que é solo? Para que o solo é utilizado? É necessário conservar o solo? Para o momento seguinte os alunos observarão as três cores de solo predominantes naquela região com amostras de solo. Segundo momento: Será um momento mais voltado para os experimentos, primeiramente será pedido para que a turma se dividisse em três grupos, e com as amostras de solo, serão feitas as montagens de perfil de solo, que serão colocados em recipientes de plástico. Desse modo, eles farão as montagens de perfis observando a diferença e a ordem das cores do solo, que será explicado para eles na aula teórica. Dando continuidade, iniciaremos a outra atividade prática, que será o simulador de erosão, que é feito observando como acontece a erosão hídrica em um solo descoberto de vegetação e em outro coberto de vegetação, então será montado em garrafas de 2L, cortando a parte superior em um formato de retângulo, serão feitos os testes simulando chuva sobre os dois solos para que eles possam observar de maneira visual o efeito da chuva nos solos. Posteriormente, será produzido a geotinta, que é um tipo de tinta natural, para isso é necessário apenas água, cola branca e o solo, serão divididos os materiais em três grupos, e assim iniciaram-se a produção das tintas utilizando duas cores, a vermelha e a preta. Ao finalizar a produção da geotinta serão distribuídas folhas sem pauta para que os alunos possam fazer pinturas com a tinta utilizando de suas criatividades. Essa atividade demandará mais tempo para ser finalizada. Para finalizar a aula, será entregue o questionário impresso com as perguntas para eles responderem e pudesse ser feito a análise sobre quais foram as aprendizagens dos alunos sobre o solo após ter sido feito os experimentos, e por fim, será entregue para cada aluno um bis como forma de agradecimento pela participação na atividade.

um tipo de tinta natural, para isso é necessário apenas água, cola branca e o solo, serão divididos os materiais em três grupos, e assim iniciaram-se a produção das tintas utilizando duas cores, a vermelha e a preta. Ao finalizar a produção da geotinta serão distribuídas folhas sem pauta para que os alunos possam fazer pinturas com a tinta utilizando de suas criatividades. Essa atividade demandará mais tempo para ser finalizada. Para finalizar a aula, será entregue o questionário impresso com as perguntas para eles responderem e pudesse ser feito a análise sobre quais foram as aprendizagens dos alunos sobre o solo após ter sido feito os experimentos, e por fim, será entregue para cada aluno um bis como forma de agradecimento pela participação na atividade.

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM

Será aplicado um questionário sobre o conhecimento dos estudantes acerca de solo antes e depois da aplicação da aula para analisar o desenho deles.

RECURSOS NECESSÁRIOS

Amostras de solo, garrafa pet, folhas sem pauta, cola branca, pincéis, água, recipientes.

REFERÊNCIAS

- **Básica**

REIGOTA, Marcos. O que é educação ambiental. **Brasiliense**, 2017.

LEPSCH, Igo F. Formação e conservação dos solos. **Oficina de textos**, 2016.

- **Complementar**

LEPSCH, Igo F. 19 lições de pedologia. **Oficina de textos**, 2021.

DE MORAIS, Eliana Marta Barbosa. AS TEMÁTICAS FÍSICO-NATURAIS NOS LIVROS DIDÁTICOS E NO ENSINO DE GEOGRAFIA. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, v. 4, n. 8, p. 175-194, 2014.

.

Navegando pelas águas da aprendizagem: a cartilha como ferramenta didática na exploração da Bacia do Rio Potengi / RN

Sailing through the waters of learning: the booklet as a didactic tool in exploring the Potengi River Basin, Rio Grande do Norte

Gabriella Cristina Araújo de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-4228-1934
limagabriella8@gmail.com

Juliana Felipe Farias
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-0185-2411
juliana.farias@ufrn.br

Kathe Ellen Sousa Costa
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0009-0001-4429-6048
kathesousa.costa@gmail.com

Thiago Roberto França da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0009-0008-4908-4248
thiago.r11@live.com

Luciana Maria Do Nascimento
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0009-0001-1851-2640
luciana.nascimento.089@ufrn.edu.br

Resumo: O ensino de Geografia pode passar por desafios, e manter a atenção dos alunos é uma das maiores dificuldade a ser enfrentada. Logo, diferentes instrumentos didático-pedagógicos surgem para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, e a cartilha se demonstra como um destes artifícios, capaz de unir o conteúdo teórico ao visual, de maneira didática e atrativa, se mostrando adequada para trabalhar com bacias hidrográficas. Logo, foi pensado na confecção de uma cartilha sobre bacias hidrográficas, com ênfase na Bacia do Rio Potengi, que como as demais bacias do estado do Rio Grande do Norte, passa por desafios ambientais. O processo de construção da cartilha passou por etapas fundamentais para a concepção de materiais didáticos que vão da definição do tema e público, pesquisas e materialização da mesma. Após a confecção da cartilha, considerou-se que esta apresenta potencial para aplicação em espaços formais e não formais de ensino.
Palavras-chave: Cartilha; Ensino de Geografia; Bacia Hidrográfica; Rio Potengi.

Abstract: The teaching of Geography can face challenges, and keeping students' attention is one of the greatest difficulties to be faced. Therefore, different didactic-pedagogical tools emerge to assist the teaching-learning process, and the booklet proves to be one of these devices, capable of combining theoretical content with visuals in a didactic and attractive manner, proving suitable for working with hydrographic basins. Thus, the creation of a booklet on hydrographic basins was considered, with emphasis on the Potengi River Basin, which, like the other basins in the state of Rio Grande do Norte, faces environmental challenges. The process of constructing the booklet went through fundamental stages for the conception of didactic materials, ranging from defining the theme and target audience to research and materialization. After the creation of the booklet, it was considered that it has the potential for application in formal and non-formal educational settings.
Keywords: Primer; Geography Teaching; Hydrographic Basin; Potengi River.

Introdução

A Geografia enquanto disciplina escolar se depara com práticas pedagógicas consideradas como tradicionais, que geram poucos resultados positivos na aprendizagem dos alunos, com isso as aulas acabam não atendendo a um princípio básico da geografia que é o olhar atento e participativo do sujeito sobre o espaço. Uma das razões para ocorrência deste fato é a ausência de abertura dos professores ao uso dos diferentes materiais didáticos em suas aulas, com isso antigas práticas didáticas continuam sendo perpetuadas na sala de aula. Pimenta e Lima (2006) afirma que alguns autores denominam de 'artesanal' a atuação docente tradicional, baseada na prática como imitação de modelos, realidade ainda presente nos nossos dias. Essa concepção baseia-se no pressuposto que a realidade do ensino e os alunos que frequentam as escolas são imutáveis.

Frente às novas realidades e demandas que se apresentam no ambiente escolar, diferentes instrumentos didático-pedagógicos surgem para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem de distintos conteúdos, como por exemplo, banner, imagens, mapas, cartilhas, entre outros. A utilização desses materiais contribui para apoiar o professor na aula, dinamizar a explanação do conteúdo junto aos alunos e sair um pouco das antigas práticas, além disso esses instrumentos figuram como uma alternativa para o docente utilizar apenas o livro didático nas aulas.

Dentre esses recursos, aqui destaca-se as cartilhas, de acordo Alves, Gutjahr e Pontes (2019) para a elaboração de cartilhas, pode se fazer uso de uma realidade estudada, associando elementos verbais e não verbais, como forma de facilitar a socialização e entendimento das informações que precisam ser compartilhadas entre as pessoas.

O uso da cartilha por professores de Geografia se apresenta como uma ferramenta que auxilia no processo de ensino e aprendizagem, pois apresentam uma linguagem leve e muitas vezes se utiliza da ludicidade na abordagem do tema, tal fato contribui para a concretização da compreensão do assunto pelo alunado. Como afirma Silva et al. (2015) a cartilha pode ser aderida facilmente como uma ferramenta para auxiliar o professor de geografia na sala de aula, visto que é uma matéria extremamente visual, desta forma seu uso facilita o aprendizado dos discentes. A partir disso, reside a necessidade de elaborar cartilhas geográficas para tratar fenômenos que ocorrem em escala local, visto que os livros didáticos abordam de forma ampla, desta maneira o aluno percebe que a Geografia não é uma ciência distante da sua realidade.

O presente trabalho tem como objetivo apresentar o processo de construção de um material didático em formato de cartilha que aborda o conteúdo de bacia hidrográfica, com foco na bacia do Rio Potengi, localizada no estado do Rio Grande do Norte, para ser utilizada

em espaços formais e não formais de ensino, destacando as potencialidades deste material para o desenvolvimento da temática.

Fundamentação Teórica

Geografia Física e Bacias Hidrográficas na perspectiva do ensino e da produção de materiais didáticos

A Geografia, desde sua gênese, sempre teve como uma de suas características a relação entre o ser humano e a natureza, mesmo na Antiguidade, quando era meramente descritiva da paisagem, e dos povos (MORAES, 2003; BISPO, 2012). Entretanto, a partir do século XIX, a Geografia se configura enquanto uma Ciência, dotada de método científico, metodologias e arcabouço teórico que embasam suas ideias, todavia, esta era considerada uma ciência de síntese, por abarcar fragmentos de outras ciências sociais da época, tais como: filosofia, sociologia, ciências agrárias etc.

Tratando de uma perspectiva ambiental, é possível a percepção de que os movimentos ecológicos e ambientalistas mundiais coincidiram com o período militar (1964 - 1985), com o cenário político em transformação, vários setores foram influenciados, além da economia, política e ciência (LOUZADA e FILHO, 2017, p.261). Por isso, é advindo da época a dicotomia entre Geografia Física x Geografia Humana, onde a primeira estaria preocupada com a resolução de problemas ambientais e a segunda por explicar a relação do homem com o espaço produzido.

A temática de bacias hidrográficas se insere diante do contexto ambientalista, cujo sua importância estava na congregação de aspectos naturais como geologia, geomorfologia, pedologia, hidrografia, climatologia e vegetação com aspectos socioeconômicos e culturais, podendo ser analisada enquanto um sistema dotado de entrada e saída de fluxos de energia.

> "[...] a bacia hidrográfica é uma unidade integradora das características naturais e das atividades humanas, qualquer mudança que se processe nessas características é imediatamente observada à jusante e nos fluxos energéticos de saída (descargas, e cargas sólidas e dissolvidas)". (CUNHA & GUERRA, 1998 apud Santos 2010, p. 48).

Por conseguinte, a Geografia Física agrega a bacia hidrográfica como unidade fundamental para aplicação de estudos que prezam pela manutenção e conservação dos recursos naturais, tendo como justificativa a visão sistêmica do meio ambiente. Assim, em 1997, com o sancionamento da lei número 9.433, a bacia hidrográfica passou a ser considerada como unidade de planejamento.

Ao realizar uma análise sobre como o conceito de bacias hidrográficas é aplicado no ensino de Geografia Física tanto no ensino básico quanto a nível de graduação, é notório a ênfase em atributos fundamentais e generalistas, como por exemplo: área, rios principais e afluentes, regiões hidrográficas, foz, nascentes, entre outros. Entretanto, alguns aspectos inerentes às áreas ficam em segundo plano, como: quais os principais impactos ambientais, o que podemos fazer para conter tais práticas, o que aquele manancial representa para o estado onde se localiza, entre outros. Tais aspectos estão pautados não apenas nos saberes científicos apresentados nos livros, eles perpassam as vivências e experiências dos alunos acerca do seu relacionamento com a região.

Dessa forma, o ensino de Geografia precisa ser significante, no sentido de trazer e fazer sentido para os sujeitos envolvidos nesse processo para a "construção de uma identidade regional" (Freitas et.al. 2009, p. 115). Com isso, visando a efetivação de metodologias ativas que busquem ser meios facilitadores do entendimento e compreensão dos fenômenos, destaca-se a produção de utilização de recursos didáticos, dentre eles a confecção de cartilhas educativas que articulem os conhecimentos adquiridos e somem aos diferentes saberes e experiências dos alunos.

De acordo com Silva (2021), a abordagem de temas relacionados à importância dos recursos hídricos em cartilhas e publicações educativas é essencial para demonstrar o quanto é importante a proteção dos mananciais frente aos acelerados usos que vem sofrendo pela atividade antrópica. Ao correlacionar o panorama original das bacias hidrográficas com um contraponto de como se apresentam atualmente, é possível chegar e identificar possíveis formas de reduções dos impactos de formas coletivas e em comunidade.

Entre as possibilidades de se chegar ao aluno por meio das cartilhas, destaca-se o uso das ilustrações, onde Conceição et al (2019) aborda que ilustrações são úteis porque reproduz, em vários aspectos a realidade; facilita a percepção de detalhes; reduz ou amplia o tamanho real dos objetos representados; torna próximos fatos e lugares distantes no espaço e no tempo e; permite a visualização imediata de processos muito lentos ou rápidos.

A cartilha é um recurso didático de grande importância para facilitar o entendimento dos conteúdos. As atividades remetem ao leitor um cenário mais próximo da realidade, e desta forma, ela possui um grande potencial para a promoção da educação ambiental, tornando-se um agente facilitador e um importante instrumento educacional (SILVA, 2017).

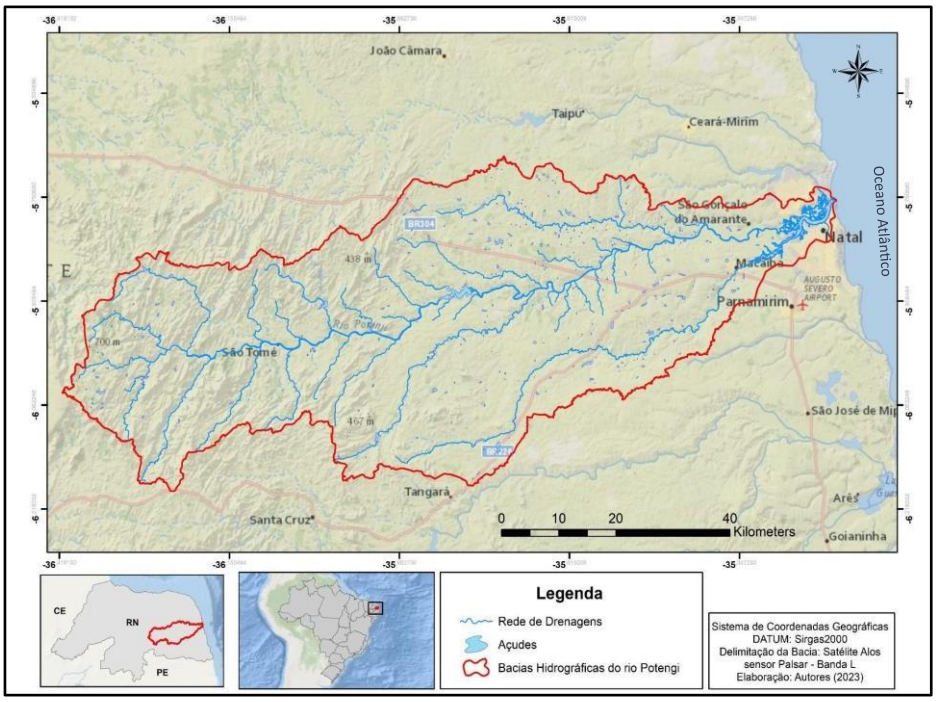
Assim, somar o uso de cartilhas a temática de bacias hidrográficas contribui não apenas para facilitar o ensino aprendizagem ou interpretação dos conteúdos, é uma forma de somar ações de planejamento e de revitalizações dos recursos hídricos através da participação social, iniciando pela mudança de perspectiva dos alunos.

Material e Método

Área de estudos da cartilha

A bacia hidrográfica do rio Potengi se configura como área de estudo do trabalho e é considerada uma das mais importantes bacias do Rio Grande do Norte. O rio principal nasce na Serra de João do Vale, no município de Cerro Corá, e percorre aproximadamente 176 km até desaguar no Oceano Atlântico, na cidade de Natal, capital do estado (Figura 1). A bacia possui uma área de 4.170 km², limitando-se a norte com as bacias do rio Ceará-Mirim e do rio Doce, a Sul com as bacias do rio Trairi e do rio Pirangi, a Leste com o oceano Atlântico e a oeste com a bacia do Piranhas-Açu.

Figura 1 - Localização da área de estudos.



A bacia do Potengi perpassa as mesorregiões Central, Agreste e Leste potiguar, abrangendo 25 municípios, segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SEMARH, 1998). Por conseguinte, o rio Potengi desempenha um papel significativo na economia da região. Ele é utilizado para o abastecimento de água de diversos municípios, como Natal e São Gonçalo do Amarante, além de ser utilizado para irrigação e atividades agrícolas ao longo de sua extensão, uma vez que, grande parte dos municípios localizados em seu perímetro também estão inseridos na porção interiorana do estado de característica semiárida.

Assim como em outras bacias hidrográficas, a bacia do Potengi enfrenta desafios ambientais, como o desmatamento das áreas de mata ciliar, o resíduo causado pela emissão

de resíduos e industriais, e produzido em excesso de água. Essas atividades podem comprometer a qualidade da água e o equilíbrio do ecossistema local. Logo, para proteger e preservar a bacia do Rio Potengi, são necessárias medidas de conservação e recuperação ambiental. Isso inclui o reflorestamento das áreas de mata ciliar, a implantação de sistemas de tratamento de esgoto, o controle da ingestão de água e a conscientização da população sobre a importância da conservação dos recursos hídricos, medidas estas que precisam ser difundidas e expostas em diferentes meios para que se haja a disseminação do conhecimento.

Procedimentos metodológicos

A cartilha “Conhecendo a bacia hidrográfica do Rio Potengi” foi desenvolvida por discentes da graduação e pós-graduação de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), tendo o intuito de ser utilizado como elemento complementar ao ensino de Geografia através de um material didático alternativo para ser utilizado em sala de aula no ensino básico, a partir do 6° ano.

O material foi produzido seguindo as seguintes etapas: estabelecimento do público-alvo, definição do tema, delimitação da área, levantamento bibliográfico, definição da sequência em tópicos, produção da cartilha e confecção de elementos gráficos (ilustrações e mapas), e respectivamente a revisão do que foi desenvolvido.

Na primeira etapa ocorreu a definição do público-alvo envolvendo o ensino básico, neste sentido, foi selecionado para alunos a partir do 6° ano do Ensino Fundamental II em que havia potencial para o desenvolvimento de recursos didáticos alternativos para qual possibilitasse o processo de ensino em Geografia de modo mais atrativo.

No segundo momento foi definido a temática, selecionada de acordo com os conteúdos desenvolvidos ao longo do ensino básico, mas que também condiciona ser utilizado para outros públicos, logo, foi estabelecida a temática central de bacias hidrográficas, entendendo também que o assunto tem potencial para ser trabalho em materiais didáticos mais dinâmicos.

Após a escolha da temática, foi necessário delimitar uma área específica em que seria abordado o conteúdo, sendo a terceira etapa. Dessa maneira, a área determinada foi a bacia hidrográfica do Rio Potengi, visto que este local está inserido no cotidiano dos agentes que estão envolvidos no desenvolvimento do tema. A escolha da área também envolve a percepção dos autores deste acerca de suas práticas dentro do curso de licenciatura em Geografia, sobretudo durante os estágios, em que foi possível identificar que os livros didáticos abordam as temáticas de maneira mais global, apresentando exemplos distantes à realidade dos alunos. Portanto, a elaboração de materiais que envolvam a concepção de maneira local, pode ser significativa para a aprendizagem destes discentes.

Além disto, para se atender os objetivos de ensino propostos, discutir sobre a bacia do Potengi nas escolas e espaços de ensino da capital do estado se faz necessário, uma vez que possibilita o entendimento dos estudantes sobre a relevância da bacia, sobretudo na área urbana.

Para o desenvolvimento do conteúdo trabalhado na cartilha, foi realizada a etapa de levantamento bibliográfico, a quarta deste processo, a qual compreendeu pesquisas na literatura acadêmica sobre estudos que envolvem o conteúdo de bacias hidrográficas como os “Recursos Hídricos” e “Educação Ambiental”, além disso, materiais trabalhados envolvidos na produção de cartilhas.

Posteriormente, na quinta etapa, foi estabelecida uma sequência para os conteúdos abordados e as práticas contidas no material desenvolvido, neste sentido, foi planejado o sumário que seja atrativo e alcance a atenção dos usuários, além disto, a definição do sumário e o processo de definição da sequência didática a ser seguida pela cartilha, de maneira a escalonar o assunto, partindo de concepções gerais acerca das bacias hidrográficas, até temas mais específicos e de maior complexidade.

A sexta etapa compreende a escolha dos elementos visuais da cartilha como escolha das fotos, elaboração das ilustrações e mapas. Dessa forma, as ilustrações foram desenvolvidas pelo aplicativo gratuito Sketch Book disponível para Android, espaço que possibilitou a criação dos esquemas em formato de ilustrações, já e os mapas contidos foram desenvolvidos no programa ArcGis, e as fotografias obtidas a partir de pesquisas.

A sétima etapa, foi a confecção da cartilha com o desenvolvimento dos textos que a compõem, estes foram elaborados de maneira a serem fáceis de compreender pelos distintos públicos, também se levou em consideração nesta etapa, que os textos estivessem consistentes com as imagens e ilustrações utilizadas no corpo do produto, visto que o objetivo da cartilha é ser um instrumento didático que faça relação clara e objetiva entre recursos visuais e escritos.

Para o processo de confecção da cartilha, também foi relevante a escolha dos elementos gráficos como cores e simbologia que fizesse referência a temática abordada. Com isto, foram utilizadas diferentes tonalidades da cor azul, para lembrar a água que é o principal elemento abordado quando se trata de uma bacia hidrográfica, e elementos como gotas, para reforçar a estética da água.

A revisão da cartilha foi a última etapa. Nesta fase, foram conferidas a linguagem adequada para o público que se destina, ou seja, proporciona uma leitura fácil e objetiva; o uso das ilustrações e mapas estão relacionadas aos conteúdos trabalhados; e também a prática estabelecida converge para a finalização do conteúdo.

A produção do material deu-se através da plataforma Canva, de maneira gratuita e online, na dimensão de uma folha A4 (297x210mm) em modo paisagem, sendo elaborado duas páginas da cartilha por uma página A4. Após confecção na plataforma, foi feito o download do documento em formado PDF para disponibilização do link do documento.

Resultados e discussões

Como resultado do trabalho desenvolvido, obteve-se a cartilha intitulada de "Conhecendo a bacia hidrográfica do Rio Potengi", que apresentou em sua composição conceitos importantes na compreensão de bacias hidrográficas, tendo como objeto de análise o rio Potengi. O produto foi pensado para ser aplicado em sala de aula, tendo como público-alvo alunos do ensino básico, a partir do 6º ano do ensino fundamental.

A cartilha é composta por 28 páginas, tamanho A5, que quando impressa totaliza 7 páginas A4, em frente e verso. As 28 páginas que a compõem são divididas da seguinte maneira, uma página para a capa, e uma para contracapa (figura 2), elementos pré-textuais que visam a apresentação das informações acerca da construção da mesma, que são um página de guarda, onde constam informações da editoração, duas páginas para apresentação do produto, uma página de sumário, 18 páginas em que o conteúdo teórico é desenvolvido, e ao final, constam duas páginas referentes a realização de atividades e duas páginas contendo referências utilizadas na construção da cartilha.

Figura 2: Contracapa e capa da cartilha.

Fonte: Autores (2023).

Para elaboração da capa, foi desenvolvida uma ilustração com a silhueta do estado do Rio Grande do Norte, e uma forma simulando um rio, fazendo referência a ideia de que a bacia hidrográfica do Rio Potengi está localizada no estado. Na contracapa, foram adicionadas as logos que identificam a instituição UFRN, o departamento e o grupo de pesquisas aos quais os idealizadores da cartilha fazem parte.

Em sua estrutura buscou-se trabalhar o conteúdo de maneira a escalonar as questões envolvendo o conteúdo de bacias hidrográficas, ficando organizada em cinco tópicos, sendo estes: Bacias Hidrográficas (1); Importância das bacias (2); Bacia Hidrográfica do Rio Potengi (3); Áreas degradadas (4); e Saneamento básico (5) (figura 3), entendeu-se que desta forma a apresentação dos conhecimentos acerca do conteúdo se mostram de maneira a criar uma sequência lógica, que vai desde conhecer o conceito até a aplicação deste em outros cenários que envolvam o conteúdo. Posteriormente a seção de atividades denominada “Praticando” (6), e as Referências (7) para construção do produto, servindo de consulta para quem se interessar em se aprofundar no assunto.

Figura 3: Sumário da cartilha.

Fonte: Autores (2023).

Reforça-se que a cartilha foi produzida com o objetivo de ser utilizada como material didático, que pode ser definido de acordo com a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES, 2019, p. 43) como “produto de apoio/suporte com fins didáticos na mediação de processos de ensino e aprendizagem em diferentes contextos educacionais”,

portanto, é um material que deve ser planejado e aplicado de maneira a contextualizar e dar suporte ao processo de ensino - aprendizagem.

As cartilhas apresentam potencial para serem utilizadas como recursos didáticos, isto porque são elaboradas de maneira a trabalhar o conteúdo de forma lúdica e prática, promovendo um envolvimento do leitor com o assunto abordado, desta maneira, é imprescindível que as ilustrações utilizadas durante a construção da cartilha façam relação direta com o conteúdo, elas permitem uma visão que pode ser reduzida ou ampliada do objeto de estudo, possibilitam a aproximação com o conteúdo, e proporcionam que os detalhes sejam evidenciados (CONCEIÇÃO, 2019).

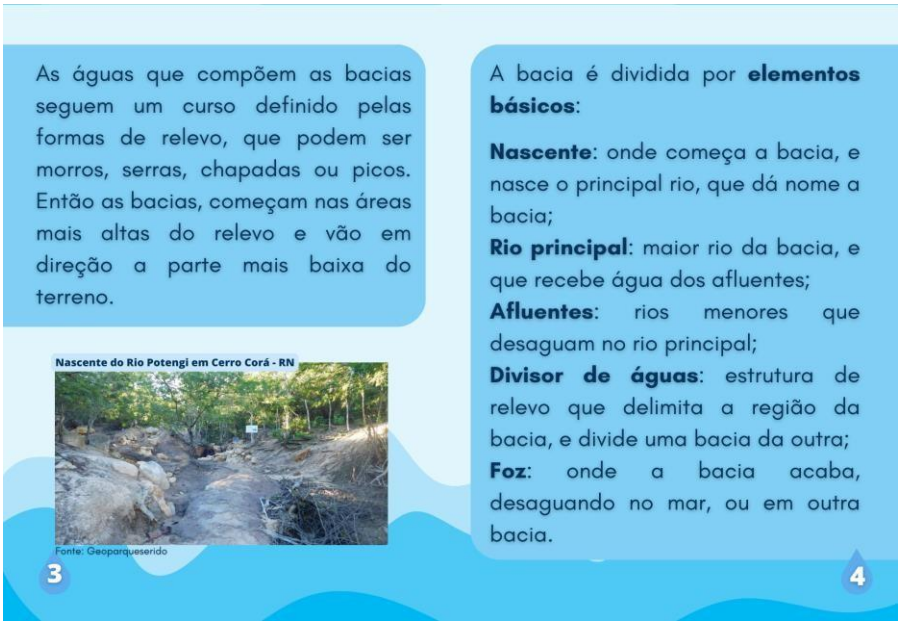
Desta maneira, durante a concepção da cartilha, buscou-se a utilização de ilustrações que reforçassem os conceitos trabalhados, a fim de torná-los visíveis, facilitando a compreensão do que estava sendo apresentado pela cartilha como conteúdo, portanto, nas páginas um e dois da cartilha (figura 4), foi introduzido o conceito de bacias hidrográficas juntamente com um esquema de como é uma bacia e seus elementos básicos.

Figura 4: Utilização de ilustrações.

Fonte: Autores (2023).

Nas páginas 3 e 4 (figura 5) deteve-se a explicar o que define o curso da bacia hidrográfica, e conceituar os elementos básicos de uma bacia. Estas páginas ainda compõem o tópico referente a conceituação de bacias hidrográficas, e tem por função trabalhar os conceitos apresentados no desenho de elementos básicos da bacia.

Figura 5: Páginas com os elementos da bacia.



Fonte: Autores (2023).

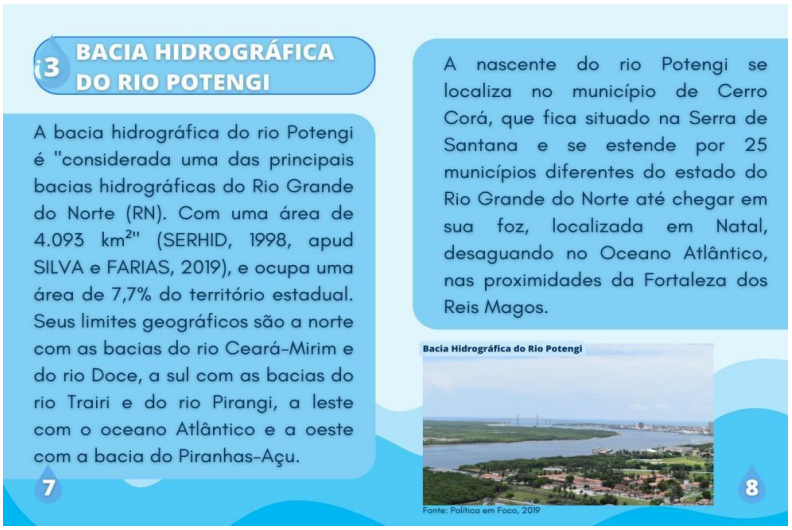
A seção de “Importância das bacias” (figura 6), páginas 5 e 6, tem por objetivo explicitar a relevância das bacias hidrográficas para a sociedade, incorporando o entendimento de que estas estão presentes no desenvolvimento das sociedades, e que precisam ser cuidadas pois podem sofrer impactos negativos a partir de ações humanas. Além disso, para ilustrar os perigos acerca da má utilização da bacia, foi utilizada fotografia captada na região de manguezal da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi, que foi utilizada como referência para execução do trabalho em questão.

Figura 6: Importância das bacias.

Fonte: Autores (2023).

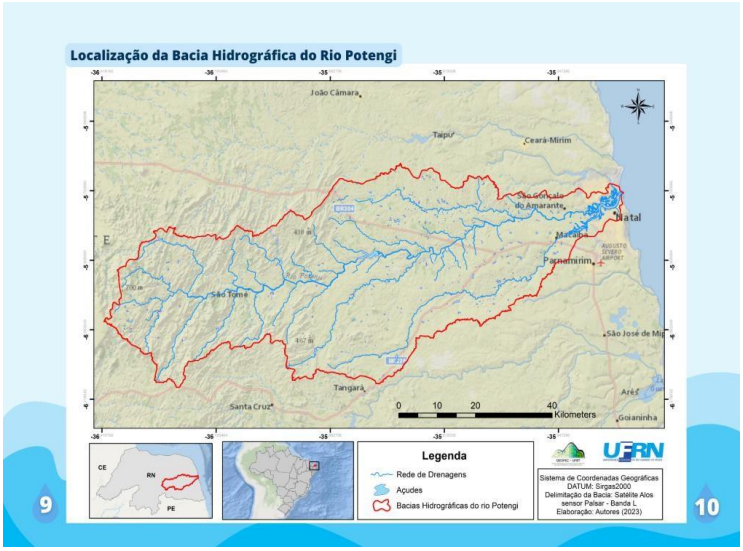
A seção 3 da cartilha se deteve a caracterizar e localizar a bacia do Rio Potengi, dando ênfase nas páginas 7 e 8 às suas características, e nas páginas 9 e 10, a sua localização. Durante a construção da cartilha, uma preocupação foi a utilização de produtos também elaborados pelos autores, para isto, para além da criação das ilustrações, o mapa de localização da Bacia Hidrográfica do Rio Potengi (figura 7 e figura 8) foi idealizado para compor o material didático. No ensino de Geografia, o mapa é uma das principais ferramentas que compõem o processo de ensino - aprendizagem, isto porque as representações gráficas se mostram como aliadas na interpretação das informações que são apresentadas de maneira teórica, pois permitem uma visualização de espaços e fenômenos, que podem ser difíceis de abstrair para alguns, devido à dimensão da sua extensão territorial (FERREIRA, 2013).

Figura 7: Páginas sobre a Bacia Hidrográfica do Rio Potengi.



Fonte: Autores (2023).

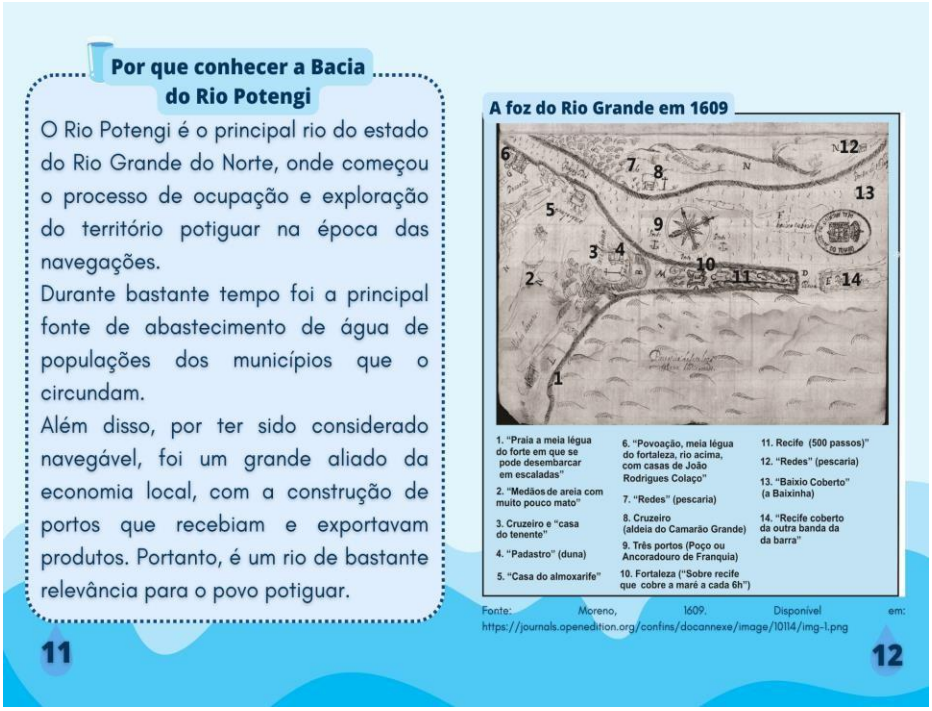
Figura 8: Páginas com o mapa de localização.



Fonte: Autores (2023).

As páginas 11 e 12 (figura 9), se detém a realizar uma exposição de características histórico-culturais sobre a bacia do Rio Potengi, reforçando a sua relevância para o estado do Rio Grande do Norte, e apresentando um mapa histórico da foz do referido rio, datado em 1609, com demarcações sobre áreas e atividades desenvolvidas na região da foz do rio no período. É importante ressaltar que a abordagem de uma área de conhecimento dos alunos proporciona uma aproximação maior com o conteúdo trabalhado, o que se espera que atue como facilitador do processo de ensino - aprendizagem.

Figura 9: Aspectos histórico-culturais.



Fonte: Autores (2023).

O item 4 da cartilha foi denominado de “Áreas Degradadas”, e compõe as páginas 13 e 14 (figura 10), nesta parte foi dado ênfase aos perigos da falta de cuidados com as bacias hidrográficas, além disso, foi criado um tópico para informar que ações levam a degradação das regiões de bacia. A utilização dos recursos hídricos é um tema presente no ensino fundamental, e levar os alunos a pensarem sobre os impactos que estas áreas podem sofrer é permitir que estes trabalhem no desenvolvimento de sua capacidade crítica sobre os diferentes assuntos que podem encontrar em sua trajetória.

Figura 10: Áreas degradadas.

Fonte: Autores (2023).

O tópico 5 da cartilha, que foi chamado de “Saneamento Básico”, é responsável por abordar o ciclo e caracterizar o que é o saneamento básico, além de trazer curiosidades e possíveis problemas que podem ser ocasionados pela falta de saneamento básico.

O saneamento básico é um tema imprescindível quando se fala da utilização dos recursos hídricos, portanto, para que os alunos compreendam a bacia para além da área do rio, e consigam compreender que diferentes ações podem interferir na bacia de diferentes maneiras, é necessário abordar o que é o saneamento, quais são atividades desenvolvidas que englobam o ciclo do saneamento e como este, ou sua ausência afetam a bacia hidrográfica.

Entre as competências específicas para o ensino de ciências humanas, a partir do ensino fundamental, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018) atenta para a possibilidade de permitir a construção de argumentos que promovam uma consciência socioambiental, portanto, pensar sobre a qualidade do ambiente em que se está inserido, é primordial que temáticas como saneamento, qualidade da água, sejam trabalhados, sendo assim, as páginas 15, 16, 17 e 18 (figura 11 e figura 12), abordaram o saneamento básico.

Figura 11: Páginas sobre saneamento básico.

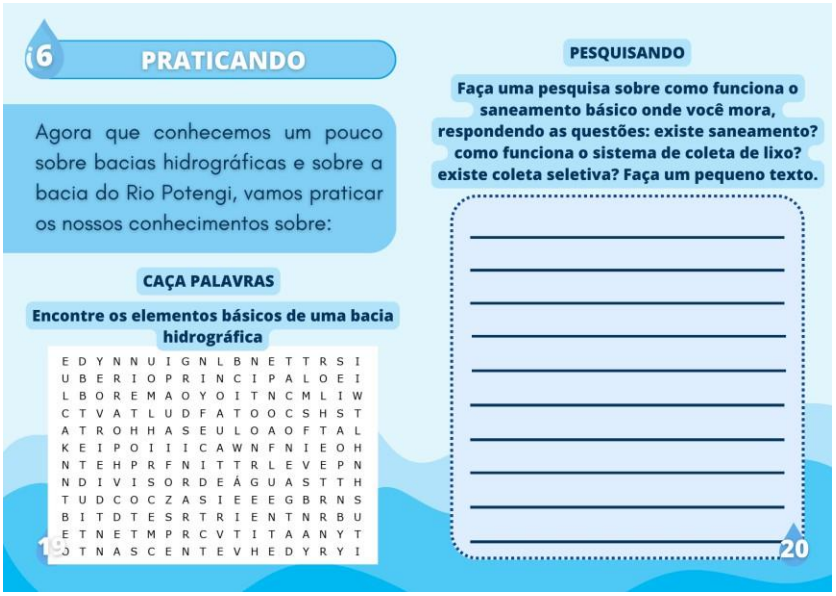
Fonte: Autores (2023).

Figura 12: Páginas com curiosidades sobre saneamento básico.

Fonte: Autores (2023).

Considerando que a cartilha deve funcionar como instrumento auxiliar dentro de sala de aula na abordagem do assunto de bacias hidrográficas, foi desenvolvido um tópico com atividades que denominado de “Praticando” (figura 13), que é composto por duas atividades que devem servir como fixadoras do conteúdo.

Figura 13: Páginas da seção “Praticando”.



Fonte: Autores (2023).

A cartilha é então finalizada com a seção de “Referências” que apresenta os documentos utilizados para a construção da mesma, estes foram consultados e tiveram seus conteúdos adaptados à uma linguagem acessível para o público-alvo da cartilha, alunos do ensino básico a partir do 6º ano, portanto, considerando que se trata de um público diverso, é necessário facilitar o entendimento dos leitores acerca do assunto.

Considerando a relevância da temática e a escassez de materiais desta natureza, e que a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) tem como um de seus objetivos a produção e difusão do conhecimento científico de maneira universal, a fim de contribuir com a sociedade. A construção da cartilha foi pensada como forma de colaborar com a comunidade e consolidar a função social da Universidade, e poderá ser utilizada em diferentes espaços formais e não formais de ensino.

A concepção da cartilha foi baseada na ideia de tornar o ensino do conteúdo mais dinâmico, visto que materiais didáticos tem um forte apelo atrativo, fazendo com que os alunos se envolvam mais com a aula, facilita a aprendizagem, motiva os alunos, desperta os mesmos para a discussão, e ainda ocupa os mesmos. Além disso, faz com que estes se envolvam ainda mais, participando das aulas e não deixando apenas os professores responsáveis pela discussão, isto porque, o material didático de maneira física, concretiza o conteúdo que está sendo abordado em aula (FISCARELLI, 2007).

Portanto, enquanto a cartilha estava em desenvolvimento o foco foi torná-la o mais atrativa possível, de maneira que a mesma além do seu caráter estético, aproximasse os alunos do conteúdo, a partir do recorte espacial utilizado como foco da mesma que é a Bacia Hidrográfica do Rio Potengi. Além disso, ela pode compor acervo bibliográfico acerca da

referida bacia, para que seja utilizado futuramente em diferentes espaços que se detenham a trabalhar com o Rio Potengi.

Considerações Finais

A partir do trabalho, é possível a verificação de que a temática de bacias hidrográficas se configura como fundamental para a compreensão da necessidade de se conservar e preservar os recursos naturais, entretanto, a utilização de recursos didáticos que corroborem para o melhor entendimento é necessária, uma vez que o estímulo para o interesse pela temática inicia no espaço escolar.

A cartilha enquanto recurso contribui para os objetivos pretendidos, uma vez que leva em consideração não apenas o aspecto informacional, ela contribui para a difusão da importância da bacia hidrográfica estudada, abordando aspectos inerentes a sua relevância para o Estado.

Os benefícios da cartilha estão relacionados a sua formatação, edição e diagramação, na qual possibilita o acesso direto e em formatos ilustrados podendo ser compreendidos nos espaços materiais e imateriais, corroborando também para futuras pesquisas que visem construir materiais que deem continuidade a cartilha, construindo coletâneas para todas as bacias hidrográficas do Estado.

Esta também pode ser essencial para o desenvolvimento de uma prática docente mais significativa para os alunos, visto que ao abordar assuntos numa escala local, em que os agentes estão inseridos, permite uma melhor apreensão dos conceitos abordados e exemplos que sustentam o conteúdo, sendo o desenvolvimento de materiais didáticos locais elementar para um ensino-aprendizagem mais eficiente e impactante para os alunos, e uma área a ser cada vez mais explorada.

Agradecimentos:

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de Doutorado; a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); ao Programa Residência Pedagógica; ao Programa de Educação Tutorial (PET); ao Laboratório de Geografia Física (Lab Geo Fís) pela estrutura concedida para elaboração do estudo e ao Grupo de Pesquisas em Geoecologia das Paisagens, Educação Ambiental e Cartografia Social (GEOPEC).

Referências

ALVES, R. J. M.; GUTJAHR, A. L. N.; PONTES, A. N. Processo metodológico de elaboração de uma cartilha educativa socioambiental e suas possíveis aplicações na sociedade.

Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), [S. l.], v. 14, n. 2, p. 69–85, 2019. DOI: 10.34024/revbea.2019.v14.2595. Disponível em: https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/2595. Acesso em: 10 jul. 2023.

BISPO, M. A concepção de natureza na Geografia e a relação com a Educação Ambiental. Revista Terceiro Incluído Nupeat–Iesa–UFG, v.2, n.1, jan./jun./2012, p.41–55, Artigo 19.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BRASIL, CAPES. Grupo de trabalho Produção Técnica. Brasília, 2019. Disponível em:https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/10062019-producao-tecnica-pdf.

Acesso em: 01 jul. 2023.

CONCEIÇÃO, E. H. et al. A produção e uso de uma cartilha educativa como recurso didático no ensino do ciclo da água. VI Congresso Internacional das Licenciaturas Cointer-PDVL 2019. Disponível em: <https://cointer.institutoidv.org/inscricao/pdvl/uploadsAnais2020/A-PRODU%C3%87%C3%83O-E-USO-DE-UMA-CARTILHA-EDUCATIVA-COMO-RECURSO-DID%C3%81TICO-NO-ENSINO-DO-CICLO-DA-%C3%81GUA.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2023.

FERREIRA, R. V. A cartografia escolar e o desenvolvimento da habilidade espacial. Geografia Ensino & Pesquisa, [S. l.], v. 17, n. 1, p. 71–80, 2013. DOI: 10.5902/223649948740. Disponível em: https://periodicos.ufsm.br/geografia/article/view/8740. Acesso em: 4 jul. 2023.

FISCARELLI, R. B. O. Material didático e prática docente. Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação. v. 2, n. 1. 2007. Disponível em:https://periodicos.fclar.unesp.br/iberoamericana/article/view/454/333. Acesso em: 04 jul. 2023.

FREITAS, Naceli Barbosa. et al. A relação campo-cidade: o ensino de Geografia e as especificidades do Semiárido. In: Caderno multidisciplinar – Educação e contexto do Semiárido Brasileiro: múltiplos espaços para o exercício da contextualização. Juazeiro: Selo editorial RESAB, 2009. p. 105-117.

LOUZADA, C. O.; FROTA FILHO, A. B. Metodologias Para O Ensino De Geografia Física. Geosaberes, Fortaleza, v. 8, n. 14, p. 75-84, jan. / abr., 2017.

MORAES, A.C.R. Geografia: pequena história crítica. 19ª. ed. São Paulo: Annablume, 2003. v. 1. 132p

PIMENTA, Selma Garri, LIMA, Maria Socorro Lucena- Revista Poíesis -Volume 3, Números 3 e 4, pp.5-24, 2005/2006.

SANTOS, O. C. de O. Análise do uso do solo e dos recursos hídricos na microbacia do igarapé Apeú, Nordeste do Estado do Pará. (Tese de Doutorado). Rio de Janeiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2010.

SEMARH, Secretaria de Estado de Recursos Hídricos. Plano Estadual de Recursos Hídricos. 1998.

SILVA, F. L. Estudo sobre a Educação Ambiental na ugrhi-22, São Paulo: os materiais educativos do comitê da bacia hidrográfica do pontal do Paranapanema. 2021.126 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) –Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2021.

SILVA, Katia Araújo et al. Elaboração de uma cartilha como material educativo para preservação da tartaruga verde (chelonia mydas) em itaipú, niterói, rio de janeiro. Revista Presença, [S.l.], v. 2, p. 35-58, aug. 2017. ISSN 2447-1534. Disponível em: <http://revistapresenca.celsolisboa.edu.br/index.php/numerohum/article/view/117>. Acesso em: 21 jun. 2023.

SILVA, Lucas Gabriel Da et al.. A cartilha “inclusão geografica”: uma ferramenta para o ensino de geografia na comunidade cega. Anais II CONEDU... Campina Grande: Realize Editora, 2015. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/15049>. Acesso em: 09 jun. 2023.

Ações teóricas e práticas na formação superior: Experiência de Monitoria em Gestão Ambiental

Theoretical and practical actions in higher education: Monitoring Experience in Environmental Management

Juliana Felipe Farias
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0000-0002-0185-2411
juliana.farias@ufrn.br

Rebecca Letice Ferreira da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0009-0001-3330-5041
rebecca.letice@gmail.com

Gabriella Cristina Araújo de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0000-0002-4228-1934
limagabriella8@gmail.com

Francisco Plínio Santos Relva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0009-0001-4703-692X
franciscoplinior@gmail.com

Resumo: As experiências de monitoria discente possibilitam o contato direto com a prática docente no ambiente acadêmico. Neste trabalho, destaca-se a importância da monitoria como instrumento metodológico no processo de ensino e aprendizagem dos discentes, com base na experiência de monitoria na disciplina de Gestão Ambiental no curso de Geografia. A metodologia incluiu revisões bibliográficas, nivelamento entre professores e monitores, apresentação do planejamento curricular e acompanhamento das atividades, além de grupos de estudos e debates sobre os temas da aula. Os resultados abarcam uma proposição de atividades mediadas pela professora-orientadora e a inserção dos monitores no grupo de estudos, coordenado pelo grupo de pesquisa.

Palavras-chave: Monitoria, Gestão Ambiental, Geografia, Formação Docente.

Abstract: The experiences of student tutoring allow for direct contact with teaching practice in the academic environment. In this work, the importance of tutoring is highlighted as a methodological tool in the teaching and learning process of students, based on the experience of tutoring in the subject of Environmental Management in the Geography course. The methodology included literature reviews, alignment between teachers and tutors, presentation of the curriculum planning, and monitoring of activities, as well as study groups and debates on class topics. The results encompassed the proposal of activities mediated by the teacher-mentor and the involvement of the tutors in study groups, coordinated by the research team.

Keywords: Tutoring, Environmental Management, Geography, Teacher Training.

Introdução

O projeto de monitoria acadêmica é uma importante atividade complementar à formação do profissional em geografia, seja no âmbito da pesquisa ou do ensino. Conforme Nunes (2007), a monitoria acadêmica se apresenta como um programa dentro das Instituições de Ensino Superior (IES) que deve cumprir, principalmente, duas funções: iniciar

o aluno na docência de nível superior e contribuir com a melhoria do ensino de graduação. Para que isso ocorra, é necessário que o monitor esteja envolvido no planejamento e execução das atividades com o seu professor-orientador.

Nesse sentido, o presente trabalho é resultado do projeto de monitoria aplicado no componente curricular Gestão Ambiental (DGE0199), do curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), no semestre de 2023.1. A UFRN dispõe de registros de monitores a partir de 1971, ano em que foram abertas 80 vagas distribuídas por disciplinas. Em 1977, o número de vagas já alcançava o total de 90 e a distribuição passou a ser por departamento (SANTOS; LINS, 2007). Isso demonstra que há uma preocupação por parte da Instituição em fornecer formação preparatória para docência dentro do período de graduação dos discentes.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é demonstrar a importância da monitoria como instrumento metodológico na prática da formação docente e no ensino e aprendizagem dos discentes através das experiências adquiridas em sala de aula. O componente em questão é ofertado no bacharelado, dada a importância de o profissional em geografia ser capaz de analisar as mais diversas atividades econômicas e sociais à luz da utilização racional dos recursos naturais.

É importante ressaltar a relevância que a disciplina possui para os estudantes que se formam como licenciados, onde a disciplina é oferecida como opcional, uma vez que proporciona um amplo conhecimento sobre os problemas relacionados ao uso dos recursos naturais e a importância de promover ações de sustentabilidade. Esses são tópicos que podem ser abordados durante o exercício do ensino no contexto da educação ambiental, pois permitem a reflexão sobre os problemas causados pela utilização inadequada dos recursos naturais.

O projeto de monitoria contou com a participação de dois discentes monitores, ambos licenciandos em Geografia, cujas atividades foram desempenhadas na organização e exercício de atividades práticas, participação no grupo de pesquisa e auxílio na organização da aula de campo. Sendo assim, os monitores realizaram atividades que fazem parte do conteúdo programático da disciplina de Gestão Ambiental, que tem por objetivo entender como se dá a administração e o controle do impacto humano no meio ambiente.

Referencial teórico

Monitoria acadêmica na formação superior

Quando refletimos sobre a formação do professor universitário, é comum dar-se maior enfoque para projetos necessariamente de pesquisa, sob o risco de deixar de lado o ensino da tríade universitária. Partindo desse ponto, a monitoria acadêmica é observada como um

elemento importante na formação superior, pois é entendida como uma modalidade de ensino-aprendizagem, visando atender necessidades na formação universitária no que se refere ao futuro exercício docente dos monitores, além de melhorar os cursos de graduação.

De acordo com Santos e Lins (2007), a primeira referência normativa à existência de monitores nas universidades brasileiras está na Lei nº 5.540, de 28 de novembro de 1968. Com o intuito de promover uma formação superior diversificada, a monitoria visa uma formação ambientada para que o aluno possa ingressar na carreira acadêmica.

Segundo Garcia, Filho e Silva (2013), o Programa de Monitoria da UFRN foi regulamentado pela Resolução nº 013/2006, e prevê que a melhoria nos cursos de nível superior acontecem em três aspectos, na atuação do professor, no processo de ensino-aprendizagem do aluno e na formação do monitor. No que concerne a atuação do professor, a monitoria acadêmica pode ser um aliado à sua prática docente, quando bem conduzida, uma vez que o monitor colabora no desenvolvimento das atividades, desde sua elaboração até sua execução, tornando-se um apoio pedagógico necessário ao professor. Dessa forma, o trabalho do professor deixa de ser individual e por vezes solitário, e se torna dialógico, pois tem a oportunidade de compartilhar suas impressões e aprendizagens visando alcançar os objetivos de ensino (GARCIA; FILHO; SILVA, 2013, p. 978).

Em relação a formação do monitor, inicialmente é importante ressaltar que o futuro professor universitário passa por diferentes momentos ao longo de sua carreira que perpassam o âmbito da pesquisa e antecedem o ingresso nos programas de pós-graduação. Sendo assim, a carreira do docente superior começa desde sua graduação, na observação de seus professores e colegas, na identificação com as disciplinas e áreas de interesse. Nessa fase, a monitoria acadêmica pode contribuir para concepções que vão sendo construídas nesse momento da graduação com o auxílio do professor, que também é orientador e norteia esse novo processo de descobertas e percepções de futuro, despertando o desejo de seguir carreira acadêmica no aluno.

Indo nessa direção, Pessôa (2007) comenta que as experiências e vivências pedagógicas, as semelhanças e diferenças, os hábitos e valores construídos na inter-relação entre discentes e docentes transformaram histórias vivas em conhecimentos teóricos e práticos. Portanto, torna-se imprescindível a parceria entre professor e monitor, não apenas para o monitor, mas também para o professor, dado que algumas vezes o professor em sua prática docente pode vir a sentir dificuldade de adaptar sua linguagem bem como conseguir extrair conhecimentos prévios dos alunos, dos quais o monitor também está inserido. Sobre isso, Frison (2016) argumenta que a colaboração entre docente e monitor ganha força na monitoria, pois “pressupõe-se que ela pode contribuir para que todos os

estudantes aprendam, pois se acredita que o modelo relacional e interativo estimula, de forma mais efetiva, o desenvolvimento das capacidades cognitivas" (p.136).

A disposição em ouvir o monitor é extremamente relevante no seu processo formativo, pois o aluno não fica em uma posição apenas de ouvinte e, junto ao professor-orientador, torna possível que sua criatividade e opinião sejam exploradas e discutidas no planejamento das ações. Além disso, considerar que o monitor também é aluno, contribui ainda mais para uma condução eficaz na disciplina pelo professor, pois minimiza o risco de construção de questões de sentido ambíguo ou fora do nível de compreensão da turma (NUNES, 2007).

Além disso, o convívio com outros professores e alunos de pós-graduação e de graduação são experiências que enriquecem a sua prática com vistas ao ingresso na carreira superior docente, que irão moldar sua concepção de ensino e aprendizagem. Essas concepções e imagens são modificadas por meio de uma variedade de experiências formais e informais, quando está cursando pós-graduação ou durante sua carreira profissional (STATON e HUNT, 1992 *apud* NUNES, 2005).

Base teórica de gestão ambiental: leituras que conduzem o início da prática docente

A discussão teórica apresentada a seguir foi sistematizada a partir do conteúdo ministrado na disciplina, selecionada em conjunto com a docente responsável e discutida em grupos de estudos, ações essas que compõem a monitoria acadêmica, entendida como uma ferramenta de auxílio no processo de ensino-aprendizagem do discente e docente.

O grande tema que conduziu a base teórica da disciplina é a Gestão Ambiental, compreendida como um processo que se estabelece quando há adaptações ou modificações no ambiente natural para atender às necessidades humanas, coletivas ou individuais. Posto isto, saber como gerir os recursos naturais é fundamental neste processo, para que os impactos negativos sejam reduzidos no meio ambiente.

Nesse sentido, o processo de gestão ambiental se insere e fundamenta-se em variáveis como a velocidade de extração desses recursos, a diversidades dos recursos extraídos, o modo de disposição e tratamento dos seus resíduos e efluentes, entre outros que somam no grau de impacto do ambiente urbano sobre o ambiente natural (JUNIOR; ROMERO; BRUNA, 2014), senda essas variáveis trabalhadas ao longo da disciplina em diferentes momentos teóricos e práticos.

O início das discussões se voltou para a compreensão dos processos de concentração e aglomeração populacional nas zonas urbanas que necessita de adaptações do ambiente natural, isso se deve ao intenso processo de urbanização em consonância com o processo de industrialização, iniciado em meados do século XX. Nesse processo os recursos naturais são cada vez mais utilizados, gerando também uma grande quantidade de resíduos. Assim,

os discentes eram estimulados a pensar no contexto de ocupação a nível federal, estadual e municipal.

Tendo a abordagem considerada em sua devida escala, é momento de se pensar a raiz do problema e suas variáveis afetadas, as quais produzem diferentes os impactos. Os problemas gerados são complexos, e por esse motivo, exigem uma abordagem multidisciplinar, com a presença de vários profissionais que atuem nos processos (JUNIOR; ROMERO; BRUNA, 2014). Dessa forma, vários conhecimentos são unificados em busca de soluções para uma gestão ambiental efetiva. Assim, o tema interdisciplinaridade foi desde a primeira aula até o fechamento da disciplina, uma das questões mais enfatizadas, considerando nesse contexto o papel do geógrafo na composição de grupos interdisciplinares.

Pensar em processos de ocupação e impactos associados, nos remete a necessidade de considerar as legislações pertinentes e as diretrizes gerais para a adoção de um processo de planejamento que estabeleça etapas para a implantação de planos, projetos e programas (JUNIOR; ROMERO; BRUNA, 2014). Nesse quesito, a importância da participação da comunidade nessas áreas é imprescindível, conforme destacado no Estatuto da Cidade (Lei. 10.257/01), sendo a lei que estabelece as diretrizes gerais da política urbana que deve ser executada pelos municípios. Essas questões foram discutidas nas legislações federais e estaduais, pertinentes a cada tema/questão discutida em sala de aula, que possibilitam a elaboração de ações de intervenção diversas.

O processo de planejamento, conforme Junior, Romero e Bruna (2014), exige que fases do desenvolvimento técnico sejam executadas, sendo elas: eclosão, projeto, execução e retroalimentação. Essas fases foram trabalhadas em diferentes atividades práticas, desenvolvidas em sala de aula, gerando produtos que foram discutidos em grupos. A primeira fase, chamada fase de eclosão, visa identificar necessidades e dificuldades a enfrentar, para criar condições de engajamento social e político nas comunidades. A segunda fase, projeto, visa a obtenção de informações para estabelecer critérios de construção das intervenções.

Essa fase exige conhecimentos e habilidades técnicas dos profissionais para que seja realizado o estudo preliminar, o diagnóstico e o prognóstico, além do plano diretor. Quando, enfim, é realizado o estudo preliminar, o diagnóstico, o prognóstico, que culminam no plano diretor, vem a terceira fase do processo de planejamento, que é a execução. Essa etapa prevê sua efetivação a partir de prioridades organizadas por necessidades locais e regionais, a fim de garantir continuidade em qualquer gestão.

Em face dessas etapas, é importante que os resultados da fase de execução sejam conhecidos. Posto isto, a fase de retroalimentação envolve a análise crítica dos resultados alcançados em relação aos objetivos iniciais, sua importância se dá para aprimorar a

abordagem utilizada e aplicar esses aprendizados em futuros projetos ou intervenções. Essa fase de avaliação também ajuda a manter a transparência e prestar contas à população e às partes envolvidas no processo, a partir de sistemas de avaliação e controle que demonstrem seu reflexo para as comunidades.

A aplicação e execução dessas etapas, mesmo que uma atividade simulada, permite aos discentes se aproximarem de realidades que irão encontrar na sua atuação profissional, sendo necessárias no seu processo formativo, além de desenvolver outras habilidades como: domínio de fala e argumentação/apresentação em público e elaboração de relatórios técnicos e projetos.

Por fim, a sistematização dessa base teórica foi essencial para o início e posterior desenvolvimento das diferentes ações executadas na disciplina, uma vez que os monitores estavam preparados para participar dos debates que eram feitos nas aulas junto aos discentes.

Metodologia

O desenvolvimento e execução do projeto de monitoria expostos no trabalho basearam-se em revisões bibliográficas relativas à Gestão Ambiental, com enfoque para o planejamento, estruturação e execução para a preservação e conservação dos recursos ambientais utilizados nos processos produtivos. Conjuntamente, as ações desenvolvidas pelos monitores seguiram uma metodologia firmada em etapas, dispostas no plano de ementa do projeto, que são abordadas no Quadro 1.

Quadro 1 - Etapas de ações desenvolvidas com os discentes e monitores.

Ação de nivelamento entre professor e monitores, com a discussão do planejamento e das ações, demonstrando como deve ser pensado e estruturado o plano de um componente curricular. Na ocasião serão definidos como se dará o acompanhamento das ações dos monitores;
Apresentação do planejamento do componente curricular e dos monitores para a turma, discutindo com os alunos o papel, função e as ações que serão desempenhadas pelos monitores;
Acompanhamento com a participação e mediação na resolução das atividades propostas;
Realização de grupos de estudos e debates sobre os temas da aula, mediados pelos monitores e professor responsável, tendo como suporte o Grupo de Pesquisa em Geoecologia das Paisagens, Educação Ambiental e Cartografia Social (GEOPEC);

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Assim, as atividades desenvolvidas durante a monitoria seguiram o cronograma de aulas e foram colocadas em prática pelos monitores, professora e pelos discentes que

estavam matriculados na disciplina. As avaliações da disciplina estavam organizadas em provas, trabalhos escritos, atividades práticas e o relatório final de campo.

Além de auxiliar a professora-orientadora com as atividades acadêmicas direcionadas aos alunos da disciplina, foi proposto aos monitores o planejamento e aplicação de atividades em sala de aula. No decorrer do desenvolvimento das atividades planejadas, os monitores puderam utilizar as dependências da Universidade para elaboração de materiais didáticos, nos debates acerca das bibliografias selecionadas e nas práticas para auxiliar de maneira diversa os discentes da turma com plantões de dúvidas.

As aulas tiveram como base o uso de recursos tecnológicos como projetor de imagem para a apresentação de slides, caixas de som para exibição de vídeos e materiais interativos e acesso/consulta a plataformas e bancos de dados. Além disso, aprofundou-se o conhecimento acerca das práticas das geotecnologias, onde por meio das ferramentas de geoprocessamento foi possível a elaboração de materiais cartográficos temáticos, tais como: mapa de localização, mapa de bairros, mapa das unidades de conservação do Rio Grande do Norte e seleção de dados para compor a atividade de campo. Estes exemplares foram utilizados como materiais didáticos e viabilizaram a aplicação dos conteúdos propostos em sala de aula.

Resultados e discussões

Com base na experiência de monitoria realizada na disciplina de Gestão Ambiental no curso de Geografia, demonstrou-se a importância do programa para os monitores, dado que estes estiveram ativamente envolvidos na experiência teórica e prática com o seu futuro ambiente de trabalho, sob supervisão do profissional que já está imerso na instituição.

Na ação de nivelamento entre professor e monitores, a princípio, houve discussões do planejamento e das ações para a disciplina em questão, demonstrando como deve ser pensado e estruturado o plano de um componente curricular. Nessa ocasião, a professora orientadora disponibilizou o calendário da disciplina bem como o conteúdo programático do semestre, sendo definidos como se dará o acompanhamento das ações dos monitores, inclusive, dando espaço para que os monitores sugerirem atividades a serem planejadas e executadas em determinados momentos ao longo da disciplina.

Definidas as atribuições dadas aos monitores, é chegado o momento de apresentação do planejamento do componente curricular e dos monitores para a turma. Este momento é muito importante para os monitores, pois é o primeiro contato com a turma e, a partir das observações inferidas, torna-se possível pensar e repensar as atividades que serão ou podem ser desenvolvidas. Também foi neste momento que os alunos puderam conhecer o que é o

projeto de monitoria e qual a função do monitor. Assim, futuramente, os alunos podem ter interesse em inserir-se em um projeto dessa natureza.

Após estas etapas, os monitores auxiliaram a professora-orientadora nas atividades acadêmicas direcionadas para os alunos da disciplina. Em razão da presença da estagiária docente do doutorado, vinculada a disciplina, também se tornou possível a realização de atividades pensadas em conjunto não só com a professora-orientadora. Em resumo, vinculadas a monitoria, foram desenvolvidas oficinas de capacitação e grupos de estudos, além de duas grandes ações práticas, descritas a seguir.

As primeiras ações foram os grupos de estudos e oficinas de capacitação, fundamentais para aprimorar as práticas dos monitores e suas intervenções em sala de aula. Desde o momento inicial do projeto de monitoria, os discentes passaram a compor o Grupo de Pesquisa em Geoecologia das Paisagens, Educação Ambiental e Cartografia Social (GEOPEC), e estiveram ativamente envolvidos em suas atividades, proporcionando uma interação maior com alunos de graduação e pós-graduação.

Essa participação foi enriquecedora dado o contato com estes alunos que possuem projetos de pesquisa com planos de trabalho em andamento. Nesta integração, portanto, há a busca por temas que são trabalhados no grupo para produção de trabalhos por parte dos monitores, contando com o incentivo, tanto da professora orientadora como dos demais membros (Figura 1).

Figura 1 - Momento de discussão do grupo de estudos.

Fonte: Os autores (2023).

Cabe mencionar também que no GEOPEC foram desenvolvidas oficinas de capacitação, a partir de demandas trazidas pelos monitores e estudantes de graduação inseridos no grupo envolvidos em temáticas ambientais. Sendo assim, uma destas oficinas foi a Capacitação em Princípios Básicos do Geoprocessamento, realizada nos dias 15 e 28 de junho de 2023 (Figura 2). Essa oficina viabilizou a elaboração de diferentes produtos

cartográficos, produzidos pelos monitores e utilizados em suas práticas em sala de aula. A oficina foi ministrada por integrantes do próprio grupo, onde em um primeiro momento realizou-se uma exposição teórica sobre geoprocessamento e suas aplicações, e no segundo encontro foi feita a atividade prática, que obteve como produto a confecção de um mapa de localização através do software ArcGis.

Figura 2 - Oficina de capacitação em geoprocessamento.

Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

Com relação as ações práticas em sala, a primeira foi o auxílio em uma aula que teve como tema a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), Gestão Ambiental e Sustentabilidade, e objetivou discorrer sobre o seu surgimento e importância. A ideia era que os monitores planejassem uma atividade direcionada para a temática da PNMA. Foram explorados aspectos sobre a concepção da PNMA através da Lei nº 6.938/81, como uma resposta às preocupações crescentes com a degradação ambiental e a necessidade de se adotar ações efetivas para a conservação dos recursos naturais.

Os monitores focaram no contexto de criação dessa política, pois na época o Brasil enfrentava diversos problemas ambientais, como desmatamento, poluição industrial, contaminação de rios, entre outros. Para viabilizar o aprofundamento dessa questão os monitores discutiram com a turma os instrumentos da PNMA, que foram criados com o intuito de visar conter as atividades econômicas que ameaçam determinado sistema ambiental, a partir de medidas preventivas e coibitivas, traduzindo-se em normas de comando e controle (BARROS, et. al., 2012), explorando os seguintes instrumentos/temas: Legislação Ambiental; Licenciamento Ambiental; Estudos de Impacto Ambiental e Relatórios de Impacto Ambiental (EIA/RIMA); Controle da poluição e o Planejamento Urbano e Territorial.

No planejamento da atividade, foi elaborada uma atividade prática com base em situações-problema dos relatórios de EIA/RIMA dispostos no banco de dados no site do Instituto de Desenvolvimento e Meio Ambiente do Rio Grande do Norte (IDEMA), sendo estes

dados de consulta pública. O objetivo era que os alunos analisassem os empreendimentos e definissem quais instrumentos da PNMA podem e devem ser utilizados, baseado na aula. Assim, realizou-se a atividade utilizando três casos reais de empreendimentos dentro do estado do Rio Grande do Norte, sendo eles: Empreendimento Complexo Eólico Aurora, Empreendimento Parque Urbano: Costeira Parque e Empreendimento Unidade de Valorização Sustentável de Macaíba.

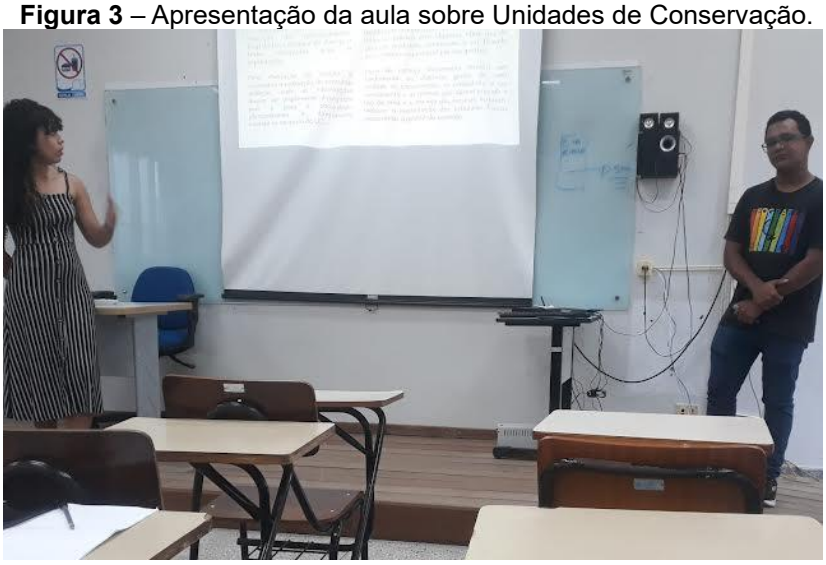
A turma foi dividida em três grupos, sendo distribuídas informações sobre as especificações de cada empreendimento, elencando seus principais aspectos. Cada grupo ficou responsável por uma situação-problema e, ao longo da atividade, foram tirando dúvidas com os monitores. Por fim, os grupos apresentaram seu caso e explicaram o motivo de escolherem os instrumentos da PNMA. Esta etapa foi de extrema relevância para a prática docente experienciada através da monitoria, pois permitiu uma aproximação ainda maior com a experiência docente universitária, sob supervisão da professora orientadora da disciplina.

A segunda ação prática, além do planejamento e execução das atividades, os monitores foram incumbidos de planejar uma aula e atividade prática. Esse momento foi realizado com a supervisão da professora-orientadora, cujo tema foi Unidades de Conservação (UC's) no Brasil e no Rio Grande do Norte, com foco para a Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão, no município de Macau (RN).

Para a atividade, considerou-se a necessidade de se contextualizar a legislação a respeito do tema. Assim, em 18 de julho de 2000, por meio da Lei 9.985, o Governo Federal criou o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), responsável por instituir as UC's e geri-las com base nas normas e critérios para a criação, implantação e gestão. As Áreas de Conservação e Áreas Protegidas existem porque há uma grande pressão e ameaça à conservação da biodiversidade e dos recursos naturais. Portanto, as UC’s servem de proteção de áreas de relevância biológica e cultural ou de beleza cênica, ou mesmo para assegurar o uso sustentável dos recursos naturais pelas populações tradicionais.

O contexto geral foi aplicado em escala estadual, na UC Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão, localizada no município de Macau-RN. Essa atividade estava vinculada também com a proposta de aula de campo que foi desenvolvida na disciplina, tendo como área a UC citada (Figura 3). Dessa forma, tornou-se possível que a aula de campo fosse articulada com os conteúdos teóricos vistos em sala de aula, culminando numa aprendizagem eficaz.

Figura 3 – Apresentação da aula sobre Unidades de Conservação.

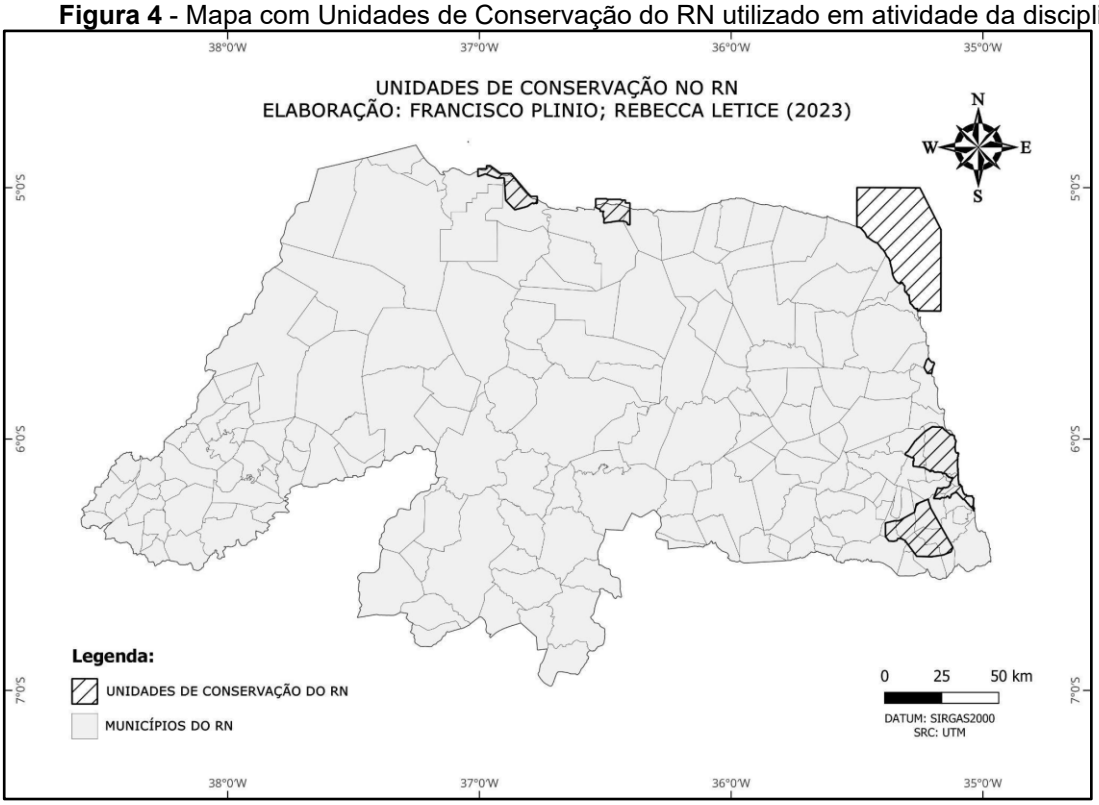


Fonte: Os autores (2023).

Para o embasamento teórico da aula, foram utilizados trabalhos referentes à gestão das UC’s (CASES, 2012), as UC's no Rio Grande do Norte (OLIVEIRA, 2019) e, em específico, as UC’s de uso sustentável (SILVA, 2022). Cabe ressaltar que a abordagem deu importância para as UC's como um todo, tendo em vista suas aplicações e tipos de manejo, bem como as bases legislativas que as regem. Dessa forma, os alunos puderam entender suas diferentes aplicações e a relação destas com o território e a sociedade como um todo, tendo em vista seus objetivos e justificativas de implantação e a manutenção e gestão das unidades.

Como preparativo prático para a atividade de campo, foi elaborado um mapa de localização das Unidades de Conservação no Rio Grande do Norte (Figura 4), para que a partir do exposto no momento teórico, os discentes pudessem exercitar além de aspectos envoltos na Gestão Ambiental, os conceitos geográficos de localização, território, paisagem e espaço geográfico.

Figura 4 - Mapa com Unidades de Conservação do RN utilizado em atividade da disciplina.



Fonte: Os autores (2023).

A turma foi dividida em grupos e entregue o mapa com as UC's do Estado, onde os alunos deveriam identificar a UC Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão e escrever suas características, destacando o uso sustentável e quais são os aspectos principais de uma UC dessa modalidade. Durante a execução da tarefa, os monitores promoveram um debate com a turma e sanaram algumas dúvidas.

A aplicação destas atividades práticas permite um empenho maior dos alunos, assim como uma vinculação entre teoria e prática, tornando o conhecimento mais eficaz. Assim, a professora responsável pela disciplina considerou essa atividade como uma etapa de pré campo, que ocorreu nas semanas seguintes (Figura 5).

Figura 5 - Grupo de alunos presentes na aula de campo.

Fonte: Os autores (2023).

Nesta atividade, os monitores puderam não só conhecer como se estrutura uma aula de campo, mas também participar ativamente do seu processo de elaboração, na etapa do pré-campo em específico, em que se articulam conteúdos teóricos. Ao longo do percurso, foram vistas e discutidas como se deu a criação da UC Ponta do Tubarão, bem como sua dinâmica e os desafios ainda hoje enfrentados. Cabe mencionar que essa Reserva de Desenvolvimento Sustentável possui base comunitária, isso significa que as comunidades locais se integram nas atividades de gestão, monitoramento e proteção da área protegida.

A importância da aula de campo para a disciplina de Gestão Ambiental reside em conhecer como os gestores implementam suas ações, onde há um conjunto de leis, políticas, instrumentos de gestão disponíveis, tanto de comando e controle como de persuasão e, de outro, um conjunto de dificuldades na ação. A implantação desses instrumentos exige que se encontrem formas distintas e, por vezes, extremamente criativas (MELLO-THÉRY, 2020).

Diante da imersão dos monitores no grupo de pesquisa e na participação ativa no planejamento das aulas e na atividade de campo, foi possível constatar uma maior facilidade e segurança em elaborar as atividades dentro da disciplina de Gestão Ambiental. Aliado ao apoio e orientação da professora, o contato com estudantes de pós-graduação possibilitou subsídios para uma prática de monitoria mais fluida e eficaz, tanto através do debate e discussão de textos quanto nas atividades práticas.

Considerações Finais

De acordo com o processo vivido e as experiências ao longo da monitoria, verifica-se que a ação do monitor deve envolver estratégias sistematicamente estruturadas com grupos

de alunos, buscando, sob orientação do professor, coordenar momentos de estudo coletivo e de aprofundamento de temáticas de interesse de parte ou de toda a turma.

Nesse quesito, o projeto de monitoria acadêmica em questão contribuiu significativamente para a formação dos discentes, uma vez que estiveram envolvidos nestas estratégias, desde o momento de nivelamento entre a professora-orientadora e os monitores, até o desenvolvimento e aplicação de atividades.

Estas atribuições dadas aos monitores não contribuem apenas na sua formação profissional e acadêmica, mas também refletem na melhoria da qualidade do ensino de graduação. Sua importância também reside nesse fato, e por isso, projetos dessa natureza devem ser incentivados e dispostos nas demandas dos Projetos Pedagógicos dos Cursos de Graduação.

Nota-se que o exercício da monitoria acadêmica permite à formação do geógrafo o desenvolvimento de competências e habilidades que serão cobradas quando for inserido no mercado de trabalho, assim como no planejamento e execução de aulas e atividades relacionadas à docência.

Avalia-se como positiva a participação no projeto de monitoria na contribuição para a formação docente, ao mesmo tempo em que contribui na prática enquanto futuros professores. Aqui cabe mencionar a extrema relevância que teve a professora-orientadora na construção deste projeto, na disposição para tirar dúvidas e incentivo à vida acadêmica. Ademais, destaca-se a estagiária docente da disciplina, que esteve sempre disposta a colaborar na elaboração de ideias para atividades.

Assim sendo, a monitoria acadêmica possibilita não somente a inserção nas atividades docentes no ambiente acadêmico com alunos da graduação, mas também proporciona a apreensão de habilidades e competências indispensáveis na formação acadêmica e científica, articulando elementos importantes na tríade universitária de pesquisa, ensino e extensão.

Agradecimentos:

Agradecemos ao Programa de Monitoria da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, ao Grupo de Pesquisas em Geoecologia das Paisagens, Educação Ambiental e Cartografia Social (GEOPEC) e ao Laboratório de Geografia Física (Lab Geo Fís) pela estrutura concedida para elaboração do estudo.

Referências

BARROS, D. A. B. et al. Breve análise dos instrumentos da política de gestão ambiental brasileira. **Política e Sociedade**, v. 11 (22), p. 155-179, 2012. Disponível em: https://doi.org/10.5007/2175-7984.2012v11n22p155 Acesso em: 17 jul 2023.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jul. 2001. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm. Acesso em: 17 jul 2023.

CASES, M. (Org.). **Gestão de unidades de conservação:** compartilhando uma experiência de capacitação. Brasília: Áttema Editorial, 2012. Disponível em: https://www.terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/1sem2015/Abril/24-Gestao%20de%20unidades%20de%20conservacao.pdf Acesso em: 17 jul 2023.

FRISON, L. M. B. Monitoria: uma modalidade de ensino que potencializa a aprendizagem colaborativa e autorregulada. **Pro-Posições**, Campinas, v. 27, n. 1, p. 133-153, abr. 2016. Disponível em: https://www.scielo.br/j/pp/a/WsS9BVxr8VXR796zcdDNcmM/?format=pdf&lang=pt Acesso em: 17 jul 2023.

GARCIA, . T. dos S.; SILVA FILHO, . G. da; SILVA, . V. G. da. Monitoria e avaliação formativa em nível universitário: desafios e conquistas. **Perspectiva**, *[S. l.]*, v. 31, n. 3, p. 973–1003, 2013. DOI: 10.5007/2175-795X.2013v31n3p973. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/2175-795X.2013v31n3p973 . Acesso em: 17 jul. 2023.

MELLO-THÉRY, N. A. de. CONFINS - **Revista Franco-Brasileira de Geografia**. O campo é um laboratório para a gestão ambiental. São Paulo: OpenEdition Journals, 2020. Disponível em: https://journals.openedition.org/confins/27859. Acesso em: 10 jul. 2023.

NUNES, J. B. C.. Monitoria Acadêmica Espaço de Formação. In: SANTOS, Mirza Medeiros; LINS, Nostradamus de Medeiros (Orgs.). **A monitoria como espaço de iniciação à docência:** possibilidades e trajetórias. Natal, Editora UFRN, 2007.

OLIVEIRA, J. P. **Análise da participação e percepção da comunidade local sobre o uso turístico em Unidades de Conservação Estadual no RN.** Dissertação. 2019. (Mestrado em Turismo). Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/27274 Acesso em: 17 jul 2023.

PESSÔA, J. M. **Programa de monitoria como prática de formação do professor-contador**: percepções e identidade, 2007. Disponível em: https://silo.tips/download/programa-de-monitoria-como-pratica-de-formaao-do-professor-contador-percepoes-e#google_vignette Acesso em: 17 jul 2023.

PHILIPPI JR, A.; ROMERO, M. de A.; BRUNA, G. C. Uma Introdução à Gestão Ambiental. In: PHILIPPI JR., A.; ROMÉRO, M. de A., BRUNA, G. C. (Orgs.). **Curso de Gestão Ambiental.** 2. ed. São Paulo: Manole, 2014.

SANTOS, M. M. dos; LINS, N. de M. A monitoria na Universidade Federal do Rio Grande do Norte: um resgate histórico. In: SANTOS, Mirza Medeiros; LINS, Nostradamus de Medeiros (Orgs.). **A monitoria como espaço de iniciação à docência:** possibilidades e trajetórias. Natal, Editora UFRN, 2007.

SILVA, M. A. da. **GESTÃO DO TERRITÓRIO EM UNIDADES DE CONSERVAÇÃO DE USO SUSTENTÁVEL NO RIO GRANDE DO NORTE:** UMA ANÁLISE INSTITUCIONAL DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL DE JENIPABU. Dissertação (Mestrado em Geografia). Centro de Ciências Humanas, Letras e Arte, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal,

2022. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/48372 Acesso em: 17 jul 2023.

Explorando a Metodologia Ativa de Casos para Ensino em Geografia Física: Um Olhar Sob a Paisagem em Baía Formosa (RN)

Exploring The Active Case Methodology For Teaching Physical Geography: A Look At The Landscape In Baía Formosa (RN)

Larícia Gomes Soares
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0001-8731-8780
laricia.gomes.121@ufrn.edu.br

Joanderson Fernandes Simões
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0003-2008-4283
joanderson.fernandes.086@ufrn.edu.br

Maria Valéria Pereira de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0001-6302-1173
valeriaaraujoufrn@gmail.com

Resumo: O Ensino de Geografia Física nos permite estudar os aspectos naturais do planeta Terra a partir de uma série de estratégias teórico-metodológicas. Uma dessas técnicas é o Caso para Ensino, utilizado em diversas áreas para construir situações-problemas, com vistas a atingir objetivos educacionais que corroboram significativamente no processo formativo de cidadãos críticos e reflexivos. O presente trabalho tem como objetivo apresentar a utilização da metodologia ativa de Casos para Ensino no contexto do ensino de Geografia Física, expondo um caso inédito acerca da análise da paisagem e o descarte de resíduos sólidos na sede urbana de Baía Formosa, localizado no Estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. Metodologicamente foram empregadas atividades de revisão bibliográfica sobre a temática e a elaboração de um caso para ensino inédito, expondo como resultado a importância da realização desse tipo de metodologia para o processo formativo de alunos na área de Geografia Física.

Palavras-chave: Caso para ensino. Geografia Física. Paisagem. Resíduos sólidos.

Abstract: The Teaching of Physical Geography allows us to study the natural aspects of planet Earth from a series of theoretical-methodological strategies. One of these techniques is the Case for Teaching, used in several areas to construct problem-situations, with a view to achieving educational objectives that significantly corroborate the formative process of critical and reflective citizens. The present work aims to present the use of the active Case methodology for Teaching in the context of Physical Geography teaching, exposing an unprecedented case regarding landscape analysis and solid waste disposal in the urban center of Baía Formosa, located in the state of Rio Grande do Norte, Northeastern Brazil. Methodologically, bibliographic review activities were employed on the theme and the elaboration of a case for unpublished teaching, exposing as a result the importance of carrying out this type of methodology for the formative process of students in the area of Physical Geography.

Keywords: Case for Teaching. Physical Geography. Landscape. Trash.

Introdução

A ciência geográfica abrange uma ampla variedade de temas em seu arcabouço de estudos. Logo, no ensino de geografia, o trabalho docente é práxis, fundamentando-se em teoria e prática para realizar transformação social conjugada à ação humana, sobre a realidade vivida que ocorre através da reciprocidade entre teoria e prática (Pimenta, 2001).

Nesse contexto, o ensino de Geografia Física desempenha um papel crucial na formação dos estudantes, fornecendo-lhes uma compreensão dos processos naturais que moldam o planeta Terra. Com ênfase na interação entre a biosfera, a litosfera, a atmosfera, a hidrosfera, e as ações antrópicas que atuam como catalisadores de diversos processos físicos-ambientais. Assim, a Geografia possibilita aos alunos uma análise e interpretação da complexidade do ambiente em que vivemos.

Uma abordagem cada vez mais adotada no ensino de Geografia Física é a utilização de metodologias ativas. Beier *et al*. (2017) reforçam que as metodologias ativas vêm como uma concepção educacional que coloca os estudantes como principais agentes de seu processo de aprendizado, através dela, percebe-se o estímulo à crítica e à reflexão.

Logo, uma das características fundamentais das metodologias ativas reside no posicionamento do estudante como o sujeito que assume o papel central. “O protagonismo desses sujeitos é valorizado por meio de atitudes e da autonomia, como princípios do conhecimento a se construir, fruto da mediação pedagógica do professor” (Santos e Moura, 2012, p. 71).

Geralmente, a expressão “aprendizagem ativa”, conforme Morán (2015) pode ser entendida como aprendizagem significativa, objetivando processos mais avançados de reflexão, de integração cognitiva, e de reelaboração de novas práticas. Um exemplo em ascensão de metodologia ativa é os "Casos para Ensino". O Método do Caso ou Caso para Ensino possui longa tradição. De acordo com Roesch (2007) foi usado pela primeira vez em 1908, em cursos de Direito Comercial na Harvard Business School, EUA. E até hoje as aulas de algumas disciplinas são ministradas exclusivamente por meio da discussão de casos-problema.

Atualmente esse tipo de abordagem no ensino já é utilizada em diversas áreas do conhecimento, e na Geografia Física se mostra com alto potencial. Essa metodologia se destaca por proporcionar um ambiente de aprendizagem dinâmico e participativo, onde os estudantes são desafiados a resolver situações-problemas e tomar decisões com base em situações reais ou cenários fictícios.

Ao aplicar a metodologia de Casos para Ensino, os alunos são estimulados a analisar contextos complexos, desenvolver habilidades críticas de pensamento, comunicação e trabalho em equipe, além de aprimorar sua capacidade de relacionar conceitos teóricos com a prática do mundo real.

Nesse contexto, entendendo a necessidade da aproximação do conhecimento teórico dado em sala de aula e momentos práticos no ensino, o objetivo do estudo é apresentar a utilização da metodologia ativa de Casos para Ensino no contexto do ensino de Geografia Física, enfatizando um caso inédito acerca da análise da paisagem e o descarte de resíduos

sólidos na sede urbana de Baía Formosa (RN). A escolha da área se deu pelo seu rico potencial físico-ambiental, social e cultural. O município tem apresentado um crescimento urbano elevado nos últimos anos e um turismo em ascensão, o que gera mudanças e impactos na configuração da paisagem, proveniente da ocupação e uso.

Assim, por meio da construção de um Caso para Ensino no âmbito da Geografia Física se torna possível analisar a sua aplicabilidade como aprimorador do processo de ensino-aprendizagem, entendendo como essa abordagem pedagógica pode potencializar a compreensão dos conteúdos apresentados e ampliar o envolvimento dos alunos com a disciplina, despertando o interesse pela ciência geográfica e sua relevância no contexto contemporâneo.

Dessa forma, a pesquisa se propõe a contribuir para aprimorar a qualidade do ensino de Geografia Física, ao mesmo tempo em que explora as possibilidades oferecidas pela metodologia de "Casos para Ensino" na construção de uma formação mais sólida, reflexiva e crítica dos estudantes, preparando-os para enfrentar os desafios do mundo em constante transformação.

Material e método

Metodologias Ativas no Ensino de Geografia: Enfoque nos Casos para Ensino

A trajetória histórica da implementação dos casos para ensino é relativamente recente no território brasileiro, apesar de já ter uma trajetória de mais de cem anos em universidades americanas. Na década de 2000, houve um crescimento significativo de elaboração de estudos sobre essa temática, principalmente por influência dos eventos da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Administração (ANPAD), conforme discutido por Alberton e Silva (2018).

Ainda segundo esses autores, de forma objetiva, pode-se conceituar o Caso para Ensino como sendo uma simulação de situações reais, caracterizadas por promover uma representação da realidade que auxilia na tomada de decisão, utilizando uma fonte de dados diversificada capaz de representar a complexidade organizacional de um determinado contexto. Ressalta-se aqui a importância da elaboração de um relato estruturado e detalhado, apresentando um dilema bem definido.

Autores como Extremera e Cavalcante (2021) consideram o Caso para Ensino um instrumento pedagógico que promove a reflexão de uma pessoa ou um grupo, baseada nas narrativas de um determinado dilema no contexto escolar, levando em consideração os objetivos educacionais desejados. As três características básicas de um bom caso para ensino, apontadas pelas autoras, são:

> a) apresentar una trama atractiva y que despierte en el participante una reflexión sobre el tema central de la historia; b) destacar elementos que provoquen una sensación de proximidad con el contexto con el fin de que el lector relacione sus experiencias con el propósito establecido; c) no influir en las respuestas preestablecidas, lo que significa disociarse de lo establecido a partir de una determinada dirección (Extremera e Cavalcanti, 2021, p. 6).

Podemos observar que o Caso para Ensino apresenta diversas vantagens, contudo também a desvantagens, tendo em vista que não há metodologia ativa certa ou errada, o que existe na verdade é a metodologia mais eficaz para determinado grupo, por isso é tão relevante entender o perfil da turma trabalhada. Entre as vantagens destacadas por Brito (2021) estão: o desenvolvimento de habilidades para pensamentos críticos, orientação para ação, análise de diferentes contextos, gestão de conflitos, estímulo à criatividade, integração com outras áreas do conhecimento, relação entre teoria e prática, aprendizado da escuta e trabalho em equipe etc.

Já quanto às desvantagens, ressalta-se a resistência dos estudantes, a falta de tradição na produção de casos, a inexperiência de autores brasileiros na elaboração de casos e as dificuldades em estabelecer a ligação entre teoria e prática. Todavia, mesmo com essas desvantagens, a autora conclui que o método de ensino por meio de casos é recomendado como uma das estratégias mais eficazes para o processo de ensino-aprendizagem.

É válido ressaltar ainda que, o Estudo de Caso é frequentemente confundido ou equivocadamente denominado como Caso para Ensino. Conforme a concepção de Ikeda et al. (2006), o Estudo de caso é uma técnica de pesquisa qualitativa que concentra esforços de análise em um objeto denominado caso. Já o Caso para Ensino trata-se de uma estratégia que pode, inclusive, ser elaborada a partir de um caso. Enquanto o primeiro é recomendado na fase inicial das pesquisas científicas e se dedica à investigação de fenômenos sociais nos quais o pesquisador não pode manipular comportamentos relevantes que influenciam e/ou alteram seu objeto de estudo (Yin, 2005), o segundo é a reconstrução de situações problemáticas gerenciais ou organizacionais para fins didático-educacionais (Roesch e Fernandes, 2017). As principais diferenças entre essas duas metodologias de ensino encontram-se no Quadro 1.

Quadro 1 - Diferenças entre Caso para Ensino e Estudo de caos.

	Casos para Ensino	**Estudo de Caso**
Tamanho	-Máximo de 8 a 10 páginas de texto, espaço 1, e até cinco páginas de anexo.	-Geralmente acima de 30 páginas, espaço 1.
Objetivos	(objetivos educacionais explícitos apenas nas notas de ensino). -Desenvolver habilidades gerenciais. -Ilustrar aulas expositivas. -Informar sobre o contexto gerencial e organizacional.	(objetivos de pesquisa explícitos no texto). -Descrever ou explorar situações. -Ilustrar ou desenvolver teorias. -Testar hipóteses

Público-alvo	Alunos de determinado curso e nível de ensino.	Acadêmicos e profissionais
Coleta de dados	-Planos de ensino. -Coleta específica a uma organização, de fatos, opiniões, números, documentos, dados publicados, cenários, episódios, gestos, falas.	-Revisão bibliográfica. -Coleta ampla em uma ou mais organizações, de fatos, opiniões, números, documentos, dados publicados.
Estrutura do texto	-Sanduiche ou na forma de uma história.	-Analítico-linear, ensaio, ordem cronológica ou por itens
Redação	-Narração da situação-problema do ponto de vista de um ou mais personagens do caso. -Descrição, sumário cronológico de eventos, uso de cenas e diálogos. -Nota de ensino dirigida ao professor para uso do caso.	-Narração por um observador independente. -Descrição, análise dos dados, críticas, sugestões. -Interpretação, tendo em vista conceitos ou teorias.

Fonte: Retirado de Clemente Júnior (2012). Construído com base em Roesch e Fernandes (2007).

Procedimentos metodológicos

Metodologicamente, o presente trabalho se desdobra em duas etapas fundamentais, com o propósito de abordar a aplicação efetiva de metodologias ativas no ensino de Geografia Física, com ênfase no "*Caso para ensino*". A primeira etapa consiste no inventário e análise, respaldado por uma revisão bibliográfica, com especial ênfase na viabilidade e eficácia das metodologias ativas em sala de aula. Neste contexto, os Casos para Ensino ganham destaque como uma ferramenta potencializadora, proporcionando uma abordagem que amplia a compreensão dos conteúdos apresentados, enquanto estimula o desenvolvimento do senso crítico dos alunos e suas habilidades de resolução de problemas, com foco nas questões que envolvem conhecimentos geográficos e suas aplicações práticas.

A segunda etapa concentra-se na elaboração de um caso para ensino, cuidadosamente construído em torno de uma situação-problema de cunho socioambiental no município de Baía Formosa, tomando como base informações advindas dos moradores locais, professores e alunos do município. O caso em questão foi intitulado - Lixo à Vista: Desvendando a Paisagem Urbana de Baía Formosa (RN)

Para tal finalidade, baseamo-nos na estrutura proposta por Roesch (2007) de casos para ensino, adaptando-a de acordo com nossos objetivos e necessidades (Ver Quadro 2). Dessa forma, o caso desenvolvido se torna uma ferramenta pedagógica, capaz de envolver os alunos em uma experiência de aprendizagem significativa, que permite a aplicação prática dos conceitos teóricos e a compreensão profunda das questões geográficas relacionadas ao contexto socioambiental em questão.

Quadro 2 – Estrutura do caso para ensino

	PRESENTE OU PASSADO
	Parágrafo inicial
	• Introdução dos personagens do caso; • Apresentação da situação-problema (brevemente);

O CASO: Lixo à Vista: Desvendando a Paisagem Urbana de Baía Formosa (RN)	• Definição do local e época em que a situação ocorreu/ocorre;
	CONTEXTO
	• Narração da história; • Descrição do contexto;
	Situação-problema
	Descrição detalhada e narração da situação-problema por meio de fatos e depoimentos dos personagens.
	Parágrafo final
	Recolocação da situação-problema aos leitores, com vista a receber as proposições de resolução e melhorias elaboradas pelos alunos.

Fonte: Adaptado de Roesch (2007)

Ademais, para além da estrutura central do caso (quadro 2) é importante destacar, o Quadro 3, que apresenta as notas de ensino, com destaque principal nesse estudo para os objetivos educacionais alcançados pelo caso proposto no ensino de Geografia Física, fazendo uma relação direta com habilidades presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do ensino fundamental, e as questões para aprofundamento do caso em sala de aula.

Quadro 3 - Notas de ensino

AS NOTAS DE ENSINO	- Resumo do caso - Fontes dos dados - Objetivos educacionais - Questões para a discussão do caso em sala de aula Reflexões gerais sobre as três questões - Bibliografia recomendada para fundamentar a análise do caso

Fonte: Adaptado de Roesch (2007)

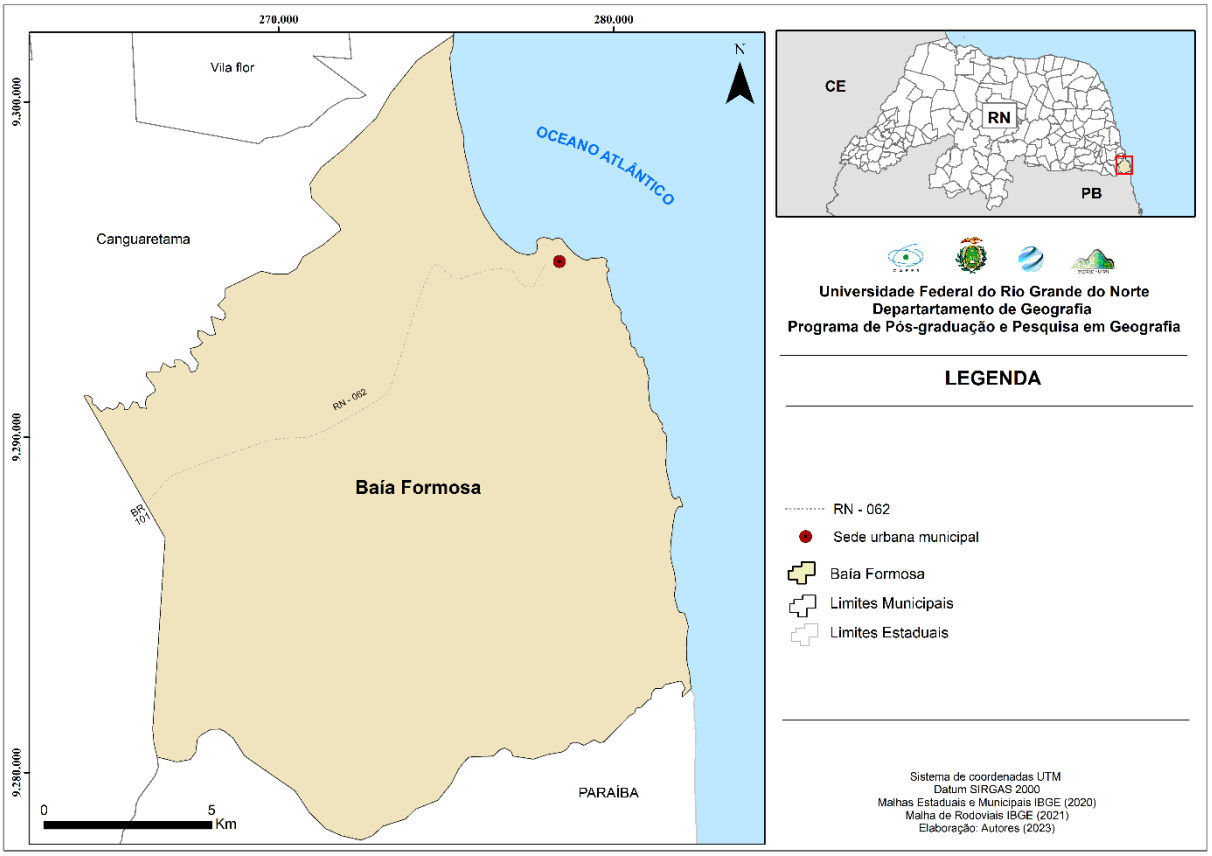
Resultados e Discussão

Como resultado, apresenta-se a elaboração de um Caso para Ensino inédito que aborda dois assuntos-chave da ciência geográfica: a análise da paisagem e o descarte inadequado dos resíduos sólidos, este último vinculado diretamente à Educação Ambiental. O objetivo educacional alcançado com a elaboração deste caso nos permite compreender a potencialidade dessa metodologia ativa no processo de ensino-aprendizagem. Ademais, o convite lançado e as reflexões apontadas são capazes de despertar o interesse dos discentes para a tomada de decisões e o desenvolvimento de habilidades relacionadas à BNCC, que serão abordadas no tópico seguinte à apresentação do Caso para Ensino.

Introdução

Baía Formosa localiza-se no estado do Rio Grande do Norte a, aproximadamente, 98 km de Natal - capital potiguar (Figura 1). O município, inserido na região turística denominada Polo Costa das Dunas, pertence à microrregião do litoral sul. Devido a sua localização, está situado geologicamente entre o embasamento sedimentar do Grupo Barreiras e depósitos sedimentares holocênicos estando inseridas na Zona Intertropical e no Domínio Morfoclimático denominado Domínio Tropical da Mata Atlântica, de acordo com a classificação dos Domínios Morfoclimáticos proposta por Aziz Ab'Saber (2003). A área se encontra na região natural "Planícies e planaltos sedimentares úmidos e subúmidos" que se divide em 2 (dois) geocomplexos: "Planícies costeiras úmidas" e "Tabuleiros costeiros úmidos", com clima predominante – Tropical do Nordeste Oriental. (Souza et al, 2019).

Figura 1 – Mapa de localização do município de Baía Formosa (RN)



Fonte: Autores (2023).

As primeiras ocupações no município remotam a um núcleo de pescadores que se organizaram em torno do movimentado porto de embarcações, situado no Oceano Atlântico, após a extração do pau-brasil, em meados do século XVIII. A área ficou conhecida como zona

de pesca e praia de pescadores, também sendo utilizada para veraneio de famílias com alto poder aquisitivo (Lima, 2004). Posteriormente, com a expansão da cana-de-açúcar (cultura temporária) como atividade econômica, houve o avanço da monocultura (que permanece até hoje), da pesca, da colheita do côco-da-baía (cultura permanente) e da atividade turística um pouco rústica, na qual a praia do pontal é palco de campeonatos amadores e profissionais de surfe (Soares, 2013).

Atualmente, o município é fortemente conhecido por suas belezas naturais características da paisagem litorânea, ganhando destaque e apresentando alto crescimento na atividade turística em especial após as Olímpiadas de Tóquio 2020 quando Ítalo Ferreira, munícipe de Baía Formosa, conseguiu a vitória na modalidade surfe, o que fez dele o primeiro medalhista de ouro desse esporte na história das Olimpíadas. Com o destaque de surfista, houve um aumento significativo da divulgação das praias da cidade, recebendo diversas nomeações, como a “a cidade do surfe” e “as praias de um campeão olímpico”, atraindo, assim, cada vez mais visitantes.

Contudo, com a expansão urbana e o turismo em crescimento, nota-se desafios e problemas de caráter socioambiental, entre eles: O descarte inadequado de resíduos sólidos em praias e vias públicas do município, este causado tanto por moradores, quanto por turistas, e mais bem visualizados no ano de 2022 e 2023. Nesse cenário, o que fazer para minimizar ou solucionar esse problema? É uma ação exclusiva da gestão municipal? Ou a comunidade local também tem responsabilidade? E os diferentes grupos de turistas? Então, o que fazer? Como solucionar esse problema?

Contexto

Em uma aula de Geografia no 5° ano C, do ensino fundamental da Escola Municipal Manoel Germano dos Santos em Baía Formosa (RN), o professor Milton que estava trabalhando a unidade temática: Natureza, ambientes e qualidade de vida, especificamente o conteúdo “Paisagem e as modificações antrópicas”, escuta um grupo de alunos comentando a seguinte observação:

> **Beatriz**: Estávamos voltando da aula de Educação Física que foi na Praia do Bacopari, e Jorge jogou o pacote de biscoito que estava comendo bem na faixa de areia. Eu disso para ele que isso não é o correto.
> **João**: Exato. Já basta a quantidade de lixo que os turistas deixam na praia.
> **Elisa:** Só os turistas não, os próprios moradores fazem isso, e não apenas na praia, nas ruas da cidade também.

O professor Milton ouvindo o trecho daquela conversa inicia a aula dando continuidade ao conteúdo da aula anterior, recapitulando com os alunos a ideia de paisagem. Ao se falar em PAISAGEM, é importante destacar que este conceito está entre os cinco principais conceitos da ciência geográfica aplicados nos estudos espaciais, sendo os demais: espaço,

território, região e lugar. Logo, a paisagem é frequentemente abordada em sala de aula, com diversas definições.

A visão da paisagem sempre teve importância prática para todos os povos ao longo da história. Na Antiguidade, na região mesopotâmica, a paisagem era considerada existente e aceita somente quando estava dentro dos muros. Atualmente, a paisagem abrange praticamente tudo o que podemos conhecer e controlar através do conhecimento e da tecnologia humana (Maximiano, 2004). A paisagem sempre existiu junto com os seres humanos, sendo utilizada para aproveitar seus recursos ou apreciada em seu encanto e contemplação.

Portanto, a paisagem é o resultado da combinação dinâmica e em constante evolução dos elementos físicos, biológicos e antrópicos (Bertrand, 1972). Tendo isso em vista, o professor continuou destacados os pontos principais dos aspectos físicos-ambientais de paisagens litorâneas, como é o caso do município de Baía Formosa. Tendo resgatado esses tópicos de aulas passadas, era o momento de destacar o conteúdo “Modificações na paisagem causadas por ações antrópicas” e objetivamente um processo de ensino aprendizagem mais efetivo trabalhando a realidade do aluno, o professor resolve trazer para a pauta da sala de aula o descarte inadequado de resíduos sólidos.

Situação-Problema

Ao longo da história, a humanidade passou por diversas transformações em seu modo de vida. Mudanças como o sedentarismo, o capitalismo e a industrialização tiveram um papel significativo no aumento populacional e no desenvolvimento tecnológico. Entretanto, com o avanço dessas evoluções, também surgiram preocupantes impactos ambientais, especialmente relacionados à geração de resíduos sólidos.

A adoção de um estilo de vida mais industrializado e consumista resultou na substituição dos resíduos orgânicos por uma ampla variedade de resíduos inorgânicos. Infelizmente, parte desses resíduos inorgânicos não é facilmente decomposta pela natureza e, em alguns casos, leva um tempo considerável para se degradarem completamente (Silva e Cervieri, 2015).

Nesse contexto, é crucial que sejamos conscientes sobre o impacto de nossas ações no meio ambiente e busquemos maneiras sustentáveis de lidar com os resíduos gerados pela nossa sociedade.

Conforme observado por Garcia et al. (2016) apud Santos et al (2020), ao longo da história, o lixo frequentemente não recebe a destinação apropriada, acarretando problemas como a poluição dos recursos hídricos, empobrecimento do solo e aumento de doenças, prejudicando o bem-estar humano.

Os Resíduos sólidos, quando não submetidos a uma destinação final e tratamento ambientalmente correto, acabam comprometendo a qualidade do ar, solo e água (Gouveia, 2012). Estes materiais, indesejáveis e inúteis para seus descartadores, representam riscos para a saúde humana e para o meio ambiente caso sejam eliminados de forma inadequada.

No Brasil, a Lei n° 12.305, de 2 de agosto de 2010, regulamentada pelo decreto nº 10.936, de 12 de janeiro de 2022, aborda a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Essa legislação modifica a Lei n° 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, fornecendo diretrizes importantes sobre o tratamento dos Resíduos Sólidos no país (Brasil, 2022).

Após a apresentação desses dados de cunho geral, o professor Milton apresenta para os alunos um mosaico de diferentes locais na sede urbana do município apresentando descarte irregular (Figura 2), além de um mapa base evidenciando os locais em Baía Formosa, onde há maior concentração irregular de resíduos sólidos (Figura 3).

Figura 2 – Mosaico: Registro do descarte irregular de lixo em Baía Formosa (RN)

Fonte: Autores (2023). Legenda: **a**) descarte de lixo na praia do porto, **b**) e **c**) descarte em vias públicas, **d**) descarte de resíduos sólidos em bueiros e estruturas de passagem de água e esgoto. Registros fotográficos do ano de 2022.

Figura 3 – Espacialização do descarte inadequado de resíduos sólidos na sede urbana de Baía Formosa

Fonte: Autores (2023).

Ademais, verifica-se que no dia 21 de abril de 2021, foi encontrada uma grande quantidade de lixo nas praias do RN, mais precisamente no litoral de Baía Formosa, Canguaretama, Tibau do Sul e Nísia Floresta. A matéria disponibilizada pelo G1-RN (disponível aqui: <https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2021/04/23/lixo-praias-rio-grande-do-norte.ghtml>) nos mostra que foram mais de 1,5 toneladas de lixo envolvendo seringas, tubos para coleta de sangue, documentos, restos de roupas e sapatos. Uma situação lamentável que descaracteriza a paisagem local e é responsável por agravar significativamente os problemas urbanos relacionados as zonas costeiras.

Fatos e Decisão Final

Tendo em vista, tudo já apresentando, entende-se que o lixo é um fenômeno do ser humano, sempre houve a produção, porém com o passar dos anos aumentou-se a quantidade e modificou-se sua composição drasticamente. Nesse sentido, em Baía Formosa não é

diferente. No município o descarte inadequado de resíduos sólidos é o problema socioambiental mais bem especializado em toda a sede urbana, o que arreta outros problemas como por exemplo áreas de alagamento. Ademais, o descarte inadequado ocorre em diferentes locais inapropriados, tanto em praias como em vias públicas, práticas advindas dos moradores locais, intensificados pela grande circulação de turistas.

Logo, os resíduos sólidos descartados de modo inadequado em diferentes locais podem causar inúmeros problemas como cheiros fortes e desagradáveis, poluição visual, contaminação das águas, tanto subterrâneas quanto superficiais. Pensando nisso, o professor Milton lança os seguintes questionamentos para sua turma: Vocês enquanto moradores locais, quais mudanças vêm percebendo na paisagem em Baía Formosa? Quais práticas devem ser adotadas visando solucionar esse problema e melhorar o cenário atual? Quem são os agentes responsáveis por essa mudança?

Outros Elementos no Caso: Notas de Ensino

Resumo

O caso versa sobre o problema do descarte inadequado de resíduos sólidos na sede urbana de Baía Formosa (RN), sendo esse um problema vivenciado e visualizado constantemente pelos alunos da Escola Municipal Manoel Germano dos Santos. Nessa perspectiva, os alunos são postos no lugar de protagonistas de seu processo de ensino-aprendizagem, levados a refletir sobre a paisagem como resultado dos fatores físicos, biológicos e antrópicos, acerca deste último, quanto às modificações que o lixo causa no município e consequentemente na qualidade de vida dos moradores.

Fontes dos dados

Para elaboração do caso foram coletados dados primários, por meio de conversas com os moradores, alunos e professores de escolas no município. Além de referências quanto ao conceito de paisagem (Bertrand, 1972), dados do município (Souza, 2019; Lima 2004; Soares 2013), Impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de resíduos sólidos (Santos et al, 2020), e notícias de jornal em meio eletrônico G1 RN (<https://g1.globo.com/rn/rio-grande-do-norte/noticia/2021/04/23/lixo-praias-rio-grande-do-norte.ghtml>).

Objetivos educacionais alcançados pelo caso – Lixo à Vista: Desvendando a Paisagem Urbana de Baía Formosa (RN)

À luz da BNCC, é possível integrar a temática abordada no Caso para Ensino na unidade temática *natureza, ambientes e qualidade de vida*, trabalhada com turmas do Ensino Fundamental, mais especificamente alunos do 5º ano – Quadro 4. Após identificar e elencar

problemas que são ocasionados pelo descarte inadequado de lixo na cidade de Baía Formosa, os estudantes são convidados a refletirem sobre ações as quais possam mitigar tal cenário, desenvolvendo assim as habilidades que são propostas na BNCC. A tomada de uma decisão final coloca em prática esse aspecto.

Quadro 4 – BNCC trabalhada no Caso para Ensino Lixo à vista: desvendando a paisagem urbana de Baía Formosa (RN).

Unidade temática	Objetos de conhecimento	Habilidades
Natureza, ambientes e qualidade de vida	Diferentes tipos de poluição	Identificar e descrever problemas ambientais que ocorrem no entorno da escola e da residência (lixões, indústrias poluentes, destruição do patrimônio histórico etc.), propondo soluções (inclusive tecnológicas) para esses problemas.

Fonte: BNCC. Acesso em 16 de julho de 2023.

Questões para a discussão do caso em sala de aula

1. Quais mudanças são perceptíveis na paisagem de Baía Formosa (RN)?

Os alunos podem destacar que é perceptivo o lixo jogado em diferentes locais no município, nas praias pode facilmente prejudicar os ecossistemas marinhos, e nas vias públicas causar a obstrução de drenagem, uma vez que o descarte de lixo, como garrafas plásticas, sacolas, embalagens e outros objetos, pode obstruir bueiros, canais de drenagem e sistemas de escoamento de água. Com o bloqueio dessas vias de drenagem, a água da chuva não consegue escoar adequadamente, resultando em alagamentos.

Ademais, pode causar a redução da capacidade de absorção do solo, tendo em vista que áreas urbanas frequentemente têm grande quantidade de superfícies impermeáveis, como concreto, asfalto e calçadas, que não permitem a absorção natural da água da chuva pelo solo. O lixo acumulado nessas áreas pode intensificar essa impermeabilidade, impedindo ainda mais que a água seja absorvida pelo solo, levando ao aumento das áreas de alagamento.

Assim, modificando a paisagem e seus processos naturais, causando desequilíbrios e impactos negativos para o meio ambiente e comunidade local.

2. Quais práticas devem ser adotadas visando solucionar o problema, e melhorar o cenário atual?

Inicialmente os alunos podem pontuar algumas ações para solucionar o problema do descarte inadequado de resíduos sólidos em Baía Formosa e melhorar a situação atual, dentre elas:

- Implementar um sistema de coleta seletiva para facilitar a separação e a reciclagem de resíduos.
- Realizar campanhas de conscientização ambiental para moradores e turistas, destacando a importância de descartar corretamente o lixo.
- Disponibilizar lixeiras estrategicamente localizadas nas praias e áreas de grande circulação.
- Estabelecer parcerias com associações locais, empresas e instituições para promover ações de limpeza e incentivar a reciclagem.
- Incentivar a responsabilidade compartilhada, envolvendo todos os cidadãos na tarefa de cuidar do meio ambiente.

3. Quem são os agentes responsáveis por essa mudança?

Com o objetivo de facilitar a dessa questão o professor pode compartilhar com os alunos o art. 225 da Constituição Federal de 1988:

> Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao **Poder Público e à coletividade** o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações. (BRASIL, 1988).

Logo, os alunos podem refletir na ideia de que a responsabilidade por promover essa mudança e encontrar soluções para o gerenciamento adequado dos resíduos sólidos é compartilhada entre diferentes agentes:

- **Poder Público**: O governo municipal tem o papel fundamental de implementar políticas públicas que incentivem a coleta seletiva, a destinação correta de resíduos e a conscientização ambiental.
- **Moradores locais**: Os próprios moradores têm responsabilidade em adotar práticas sustentáveis e descartar corretamente seus resíduos.
- **Empresas e Instituições**: Podem contribuir através da promoção de práticas sustentáveis em suas atividades e apoio de preservação ambiental e a iniciativo a ações de educação ambiental.
- **Turistas**: Os visitantes também devem ser conscientizados sobre a importância de respeitar o meio ambiente e seguir práticas sustentáveis durante sua estadia em Baía Formosa.

Assim, somente com a colaboração e ação conjunta de todos esses agentes será possível promover mudanças significativas no gerenciamento de resíduos sólidos e melhorar o cenário ambiental em Baía Formosa.

Reflexões gerais sobre as três questões

Em suma, os alunos tendem a apresentam suas sugestões em uma aula posterior. Alguns propõem campanhas de conscientização para a população sobre a importância do descarte correto do lixo, enfatizando a redução, reutilização e reciclagem de materiais. Outros alunos sugerem a implementação de um sistema de coleta seletiva, com pontos estratégicos para separação de resíduos, e a criação de um programa de reciclagem em parceria com associações locais de catadores de materiais recicláveis. Ainda há quem pense em parcerias com empresas privadas para desenvolver tecnologias que permitam a transformação de resíduos sólidos em energia limpa e outros produtos úteis.

O professor precisar guia/mediar a discussão, relacionando as ideias dos alunos com as habilidades da BNCC, e enfatiza a importância da participação ativa da comunidade para a solução do problema ambiental. Ele também pode ressaltar como a conscientização sobre a preservação ambiental pode influenciar positivamente a qualidade de vida dos moradores e a sustentabilidade do turismo na cidade.

Ao final da aula, os alunos tendem a se sentirem mais empoderados e motivados a contribuir efetivamente para a preservação da paisagem e a promoção de uma cidade mais sustentável. É importante que o professor elogie em forma de reforços positivos a criatividade e o envolvimento de todos na busca por soluções práticas e sustentáveis, destacando a importância da educação ambiental para a formação de cidadãos conscientes e responsáveis. O caso encerra com a certeza de que o aprendizado não se restringe à sala de aula e que a ação coletiva é fundamental para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos.

Bibliografia recomendada para fundamentar a análise do caso

A depender do caso o professor pode disponibilizar vídeos retirados de plataformas como o YouTube abordando a temática, além de cartilhas e outros materiais didáticos visando auxiliar a melhor compreensão dos alunos.

Considerações Finais

Diante do que foi visto, nota-se que a utilização de casos para o ensino na Geografia Física mostra-se como uma estratégia plausível para incorporação no processo formativo de cidadãos críticos e reflexivos. A integração da Geografia com diferentes áreas nos mostra que é possível tratar assuntos de forma multidisciplinar.

Assim, considera-se a relevância do presente estudo por este abordar uma temática inédita: a incorporação de temáticas de ensino de Geografia Física dentro de uma estratégia de aprendizado intitulada caso para ensino. O fato de não encontrar nenhuma produção

acadêmica que trate diretamente sobre essa temática confere grau de relevância sobre o estudo apresentado.

Agradecimentos

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão das bolsas de Mestrado dos discentes Larícia Gomes Soares e Joanderson Fernandes Simões; a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN); ao Laboratório de Geografia Física (Lab Geo Fís); ao Grupo de Pesquisas em Geoecologia das Paisagens, Educação Ambiental e Cartografia Social (GEOPEC) e a docente Maria Valéria Pereira de Araújo pela orientação e maestria profissional na disciplina de Docência no Ensino Superior.

Referências

ALBERTON, Anete; SILVA, Anielson Barbosa da. Como escrever um bom Caso para Ensino? Reflexões sobre o método. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 22, n. 05, 2018.

BEIER, Alifer Andrei Veber et al. Metodologias ativas: um desafio para as áreas de ciências aplicadas e engenharias. In: Seminário Internacional de Educação, II., 2017, Cruz Alta / RS. **Anais Seminário Internacional de Educação**. Cruz Alta / RS: UERGS, 2017. p. 349-350.

BERTRAND, G. Paisagem e geografia física global: esboço metodológico. **Cadernos de Ciências da Terra**, São Paulo, n. 13, 1972.

BRASIL (1988). [Constituição (1988)]. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília, DF: Presidente da República.

BRASIL (2022). **Decreto nº 10.936 de 12 de janeiro de 2022**. Regulamenta a Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10936.htm.

BRITO, Maria Isabel de Medeiros. Casos para ensino em administração: um estudo do processo de avaliação de aprendizagem na percepção de docentes e discentes da UFRN e UFPB. **Dissertação** (Mestrado em Administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2021.

CLEMENTE JÚNIOR, Sérgio dos Santos. Estudo de caso x Caso para estudo: esclarecimentos a cerca de suas características e utilização. **Anais** do VII Seminário de Pesquisa em Turismo do Mercosul, novembro de 2012 – Universidade de Caxias do Sul.

EXTREMERA, Marta María Olmo; CAVALCANTE, Maria Mikaele Silva. Casos didácticos: notas sobre una estrategia de investigación y formación para docentes. **Revista Roteiro**, v. 46, 2021.

GOUVEIA, N. Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social. **Ciência & Saúde Coletiva**, 2012.

IKEDA, Ana Akemi; VELUDO-DE-OLIVEIRA, Tânia Modesto; CAMPOMAR, Marcos Cortez. O caso como estratégia de ensino na área de Administração. **Revista de Administração**, v. 41, n. 02, 2006. p. 147 – 157.

LIMA, Carlos José Cavalcanti de. **Entre o mar e a estrela, um lugar para se bem viver: a problemática da expansão da cidade de Baía Formosa**. 2004. Dissertação (Mestrado em

Arquitetura), Departamento de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2004.

MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações sobre o conceito de paisagem. **Revista RA'EGA**, Curitiba, v. 8, p. 83-91, 2004. Disponível em: https://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3391. Acesso: 20 abr. 2023.

MORÁN, José. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, Carlos Alberto de; MORALES, Ofélia Elisa Torres. Coleção Mídias Contemporâneas. **Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens**. [S.l.]: UEPG, 2015. p. 15-33.

PIMENTA, S. G. **O Estágio na Formação de Professores: Unidade Teoria e Prática?** São Paulo: Cortez, 2001.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo. **NOTAS SOBRE A CONSTRUÇÃO DE CASOS PARA ENSINO**. 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rac/a/7TmgTyh7rBfMWnWD4Hg3twL/. Acesso em: 07 jul. 2023.

SANTOS, Regis Stresser dos; MOURA, Jeani Delgado Paschoal. **AS METODOLOGIAS ATIVAS NO ENSINO DE GEOGRAFIA: UM OLHAR PARA A PRODUÇÃO CIENTÍFICA E A PRÁTICA DOCENTE**. 2021. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/55765/32394. Acesso em: 07 jul. 2023.

SANTOS, Maurina de Jesus; RODRIGUES, Alex Sandro Santos; ANDRADE, João Vieira de; QUEISSADA, Daniel Delgado. **OS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS PELO DESCARTE INADEQUADO DE RESÍDUOS SÓLIDOS**. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/24090/1/Artigo%20Os%20impactos%20ambientais%20.pdf. Acesso em: 02 jul. 2023.

SILVA, F.; CERVIERI, L. (2015). Tratamento de resíduos sólidos: uma grande contribuição para o meio ambiente. **Revista Maiêutica** (v. 3, n. 1, p. 41-47).

SOARES, A. M. C, 2013. **Gestão ambiental no turismo: uma análise dos Impactos Ambientais nos atrativos turísticos de Baía Formosa/RN**. Monografia (Graduação em Turismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

ROESCH, Sylvia Maria Azevedo; FERNANDES, Francisco. **Como Escrever Casos para o Ensino de Administração**. São Paulo: Editora Atlas, 2007, 159p.

SOUZA, Ana Caroline Damasceno; SILVA, Sandro Damião Ribeiro da; SILVA, Jucielho Pedro da; DINIZ, Marco Túlio Mendonça. Identificação e delimitação de unidades de paisagem do município de Baía Formosa (RN). **Revista Brasileira de Geografia Física**, Pernambuco, v. 12, n. 7, p. 2629-2644, dez. 2019.

YIN, Robert K. **Estudo de Casos**: Planejamento e Métodos. São Paulo: Editora Bookman, 2005, 212p.

A Utilização do Sensoriamento Remoto nas aulas de Geografia

The Use of Remoto Sensing in Geopraphy classes

Anny Karollainy da Silva Lisboa
Campus Professor Alberto Carvalho-UFS
https://orcid.org/0009-0007-2583-9346
annykarolainy2001@gmail.com

Lara Beatriz Bispo Santos
Campus Professor Alberto Carvalho-UFS
https://orcid.org/0009-0006-0996-1723
bispo.lara12@gmail.com

Cristiano Aprígio Dos Santos
Campus Professor Alberto Carvalho-UFS
https://orcid.org/0000-0001-7502-9391
aprigeo@academico.ufs.br

Resumo: Diante do cenário atual, mediante aos avanços tecnológicos é preciso integrar a operacionalização destes recursos em benefício ao progresso da ciência. Dessa maneira, o presente artigo busca discutir sobre o uso do sensoriamento remoto nas aulas de Geografia fazendo pontuações convictas acerca das dificuldades, as quais incluem a carência na formação dos professores e a falta de investimentos do poder público, em salas devidamente equipadas. Nesse sentido, o artigo traz como referência o Colégio Estadual João XXIII do município de Ribeirópolis, o qual enfrenta anseios ao empregar o sensoriamento remoto nas aulas de Geografia e nas outras disciplinas perdendo de vista a possibilidade do estudante "navegar" da sua realidade em busca de novos descobrimentos pelo mundo dentro da própria sala de aula. De modo contraditório, característico ao modo de produção capitalista, a BNCC afirma a importância do mesmo, mas não assegura o acesso, assim, o professor acaba perdendo a sua autonomia perante o almejo de uma educação mais humana, libertadora e emancipadora.

Palavras-chave: Geografia, Sensoriamento Remoto, Carência, Emancipação.

Abstract: In view of the current scenario, through technological advances, it is necessary to integrate the operationalization of these resources to the benefit of the progress of Science. In this way, this article seeks to discuss the use of remote sensing in Geography classes, making convincing points about the difficulties, which include the lack of teacher training and the lack of investments by the public power, in properly equipped rooms. In this sense, the article refers to Colégio Estadual João XXIII in the municipality of Ribeirópolis, which faces concerns when using remote sensing in Geography classes and in other disciplines, losing sight of the possibility fot students to "navigate" their reality in search of new discoveries around the word within the classroom itself. In a contradictory way, characteristic of the capitalista mode of production, the BNCC affirms its importance, but does not guarantee access, thus, the teacher ends up losing his autonomy in the face of the desire for a more humane, liberating and emancipating education.

Keywords: Geography, Remoto Sensing, Lack, Emancipation.

Introdução

A educação geográfica na sala de aula dentre todas as possibilidades permite a provocação e o olhar perante as mais demasiadas desigualdades, injustiças e descobrimentos, cabe ao professor observar e realizar tal ciência, de acordo com suas

propensões, a considerar a realidade e o desejo do que apreender pelo educado. Assim, é preciso ter a fundamentalidade de pautar o ensino de Geografia numa base estimulante no pensar, pois

> a relação entre uma ciência e a matéria de ensino é complexa, ambas formam uma unidade, mas não são idênticas. A ciência geográfica constitui-se de teorias, conceitos e métodos referentes á problemática de seu objeto de investigação. A matéria de ensino Geografia corresponde ao conjunto de saberes dessa ciência e de outras que não têm lugar no ensino fundamental e médio como Astronomia, Economia, Geologia, convertidos em conteúdos escolares, a partir de uma seleção e de uma organização daqueles conhecimentos e procedimentos tidos como necessários á educação geral (CAVALCANTI, 2010, p.09).

A autores que discutem sobre estarmos vivendo um período de revolução, em que "coloca o mundo diante da Quarta Revolução Industrial, caracterizada por: inteligência artificial, *internet* das coisas, armazenamento de energia, biotecnologia, veículos autônomos e as mais variadas inovações. (Schwab, 2016. In: SALES; BEZERRA, 2018, p.02). Com isso, a articulação da tecnologia inserida nas aulas de Geografia é uma possibilidade de viabilizar o conhecimento do local, em tempo real, onde o estudante vive, como o do mundo todo, além de captar a atenção dos discentes, envolvendo a curiosidade e o estigma por uma participação efetiva na aula.

"Com o desenvolvimento das modernas tecnologias espaciais, dentre as quais se incluem os satélites artificiais, tornou-se possível "(re)conhecer" a terra, através da coleta de diferentes dados e da aquisição de imagens da sua superfície, por meio de sensores remotos (GONÇALVES, 2005, p.1289). O presente artigo abordará uma discussão referente ao uso do sensoriamento remoto nas aulas de Geografia.

O Sensoriamento Remoto e as Aulas de Geografia

"A ciência está cercada de ideologia e senso comum, não apenas como circunstâncias externas, mas como algo que está já dentro do próprio processo científico, que é incapaz de produzir conhecimento puro, historicamente não contextualizado" (DEMO, 1995, p. 18), ou seja, o fazer ciência carrega consigo a subjetividade do cientista, por isso, a idealização de realizar uma educação pautada na centralização do conhecimento, que é o aluno. Em que na sua práxis se construa um educar concreto, dialogado, reflexivo e libertador.

Entretanto, a sala de aula no Brasil é marcada por um tradicionalismo decorativo e memorativo. Sendo assim,

> quanto mais analisamos as relações educador-educandos, na escola, em qualquer de seus níveis (ou fora dela), parece que mais nos podemos convencer de que estas relações apresentam um caráter especial e marcante- o de serem relações fundamentalmente narradoras, dissertadoras (FREIRE, 2021, p.79).

Consequência de um sistema maçante, cujo o capital propõe a alienação e a desumanização do ser, o qual tem a sua consciência degolada.

> Na atualidade, na área educacional é importante que as novas tecnologias sejam incorporadas para a ampliação do conhecimento. Além disso, ao se trazer para sala de aula a tecnologia espacial pôde-se contribuir para a alfabetização científica dos estudantes do Ensino Fundamental, considerando-se que nos primeiros anos de escolarização o interesse pelas ciências e pela tecnologia é despertado e as primeiras concepções científicas são construídas (REIS & GARCIA, 2006. In: RAMOS; CHAVES, 2017, p.140).

O novo pode causar estranhamento aos discentes, mas esta geração é marcada pelo interesse nos aparelhos tecnológicos, há um envolvimento e facilidade em movimentar o que estar por trás da tela, é incrível.

“O sensoriamento remoto (SR) teve início com a invenção da câmera fotográfica que foi o primeiro instrumento utilizado e que, até os dias atuais, são ainda utilizadas para tomada de fotos aéreas” (FIGUEIREDO, 2005, p.02). As fotos nas aulas de Geografia continuam sendo instrumento pedagógico de visualização do objeto que estar sendo estudado, pois os livros didáticos são problematizados e traçados por fotos o tempo todo, geralmente, logo na página que destaca a unidade vem uma imagem dando enfoque a temática e isso é decorrente no restante das páginas.

Com os avanços tecnológicos foi possível o surgimento de diversas técnicas no uso sensoriamento remoto, uma delas é a técnica de obtenção de imagens dos objetos da superfície terrestre sem que haja um contato físico de qualquer espécie entre o sensor e o objeto, (SAUSEN, 2008) - sobretudo o orbital (a bordo de satélites), que tornou possível “(re)conhecer” a Terra, através da coleta de diferentes dados e da aquisição de imagens da sua superfície terrestre (CARVALHO, 2006). Os satélites são recursos que promovem aos discentes diversas interpretações acerca do mundo, de modo a visualizar e a manusear imagens com uma boa definição, com dados que foram armazenados e processados de acordo com o real, sem alcance ao duvidoso. Dessa forma, “os mapas digitais e as imagens de satélite são ferramentas básicas para o professor em sala de aula estimular o senso crítico do aluno.” (MACHADO; SAUSEN, 2004, p.05).

Dessa maneira, garantir internet e computadores, notebooks ou tabletes de qualidade nas escolas públicas é dever do Estado. Contudo, os dados indicam “de acordo com o Cenário da Infância e Adolescência no Brasil, divulgado pela Fundação Abrinq, que 31,7 mil escolas da educação básica não tinham um computador em 2020, é indiscutível que

a Constituição brasileira não pode continuar a ser utópica, tem que se concretizar na sua prática, proporcionar uma educação plena, desde da base ao ensino superior.

Ademais, outro dado muito alarmante indica que “em 2022, Brasil registrou 9,5 mil escolas sem acesso à internet,” segundo o Ministério das Comunicações, há ainda escolas que apresentam acesso a rede, mas que encontram descomprometimento com a garantia da qualidade, a cíclica contenção de investimentos na área educacional suprime as alternativas de rendimento e desenvolvimento do país. Estes dados refletem o desuso do sensoriamento remoto nas escolas brasileiras, principalmente as públicas, as quais poderiam ser exemplos para o mundo.

Em caminho e rumo a resistência, a didática geográfica como mediadora da transformação e libertação, em sua realização precisa estar direcionada sob o viés da pedagogia histórico crítica atrelada a crítica social dos conteúdos e um grande artifício para a aprendizagem é o uso do sensoriamento remoto, mesmo com todas as anuências e desafios é uma ferramenta a multiplicar os diversos tipos de saberes.

Desse modo, o papel da Geografia, em conjunto com o uso do sensoriamento remoto é o de prover bases e meios de desenvolvimento e ampliação da capacidade dos alunos de apreensão da realidade do ponto de *vista da espacialidade,* ou seja, de compreensão do papel do espaço nas práticas sociais e destas na configuração do espaço (CAVALCANTI, 2010, p.11).

A Carência na Formação nos Professores de Geografia

Os avanços da tecnologia, sobretudo no campo da informação e da comunicação, nos últimos anos têm impulsionado grandes transformações na sociedade, e estas acontecem de maneira cada vez mais rápida e definitiva (BORGES, 2015). Com os resultados desses avanços podemos cada vez mais observa e estudar, nas mais variadas escalas, o monitoramento das mudanças na superfície terrestre. Porém esses avanços acontecem de maneira desigual, principalmente nas escolas públicas, onde essas tecnologias chegam de forma lenta.

> Em todos os níveis de ensino, desde o fundamental até o médio, a utilização de fotografias aéreas e de imagens de satélite pode representar um grande avanço no sentido de implementar uma melhoria na qualidade do ensino como um todo, e em especial na Geografia, na medida em que se mostra capaz de imprimir o dinamismo necessário ao estudo do espaço geográfico e capaz, ainda, de solucionar um dos grandes problemas em que se esbarra o ensino da Geografia que é a falta de experiência dos alunos diante de situações que requeiram um grau acentuado de abstração como o estudo através de mapas. As imagens de satélite apresentam uma larga vantagem em relação a essa e a outras dificuldades (CARVALHO, 2006).

Além disso, a exploração de imagens de satélite em sala de aula é uma estratégia metodológica que amplia e agrega positivamente no processo de educação, visto que o educador pode partir de uma situação concreta em que se dá a ação educativa, como relatam Moraes et al. (2007) e Voss et al. (2009).

Logo, sabemos que nem todos os professores possuem domínios tecnológicos mais um desafio para o Estado em relação a educação, principalmente a formação continuada de professores. Para Melo e Oliveira (2009) o professor, sobretudo o de Geografia, precisa de constante atualização para acompanhar as transformações no ensinar e aprender no mundo das geotecnologias para que este possa desenvolver novas metodologias, visando o desenvolvimento de novas habilidades e recursos didáticos que sejam estimuladores da atenção dos alunos.

> Ainda existem muitas disparidades entre aquilo diz a lei sobre a formação do professor e o que ele de fato aprende em seus cursos de graduação, tendo em vista que os currículos de formação de professores no Brasil, além de não terem uma padronização, não formam o futuro professor para o trabalho com as tecnologias digitais, como as geotecnologias (SILVA, 2007, p. 181).

Mas, a Lei de Diretrizes de Bases da Educação – LDB e os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs reforçam a importância do uso de novas tecnologias, como a do Sensoriamento Remoto, como recurso educacional. Porém, não proporciona uma formação de qualidade aos professores.

É evidente que os professores precisam de uma boa formação tecnológica, dentro da universidade, o licenciar através do sensoriamento remoto está comprometido não por falta de interesse, mas sim por falta de oportunidade, pois como ressalta Santos (2011, p. 90):

> O professor atua como mediador do conhecimento no ambiente escolar e cabe a ele a responsabilidade de buscar por novos conhecimentos, no sentido de se estruturar e atualizar seus saberes, com o intuito de construir uma prática fundamentada em conhecimentos adequados da sociedade contemporânea. Nesse sentido os saberes deverão ser reconstruídos e atualizados através da formação continuada para oferecer suporte teórico na prática pedagógica do educador.

Neste aspecto, Santos (2011, p. 90) destaca:

> Ao pensar a formação de professores, devem ser reavaliados saberes, objetivos, métodos e formas da organização do ensino diante da realidade que está constantemente se transformando. É necessário que ser redirecione as propostas de formação continuada no sentido de aperfeiçoar a conscientização sobre a educação de seus alunos para uma melhor captação de conhecimentos.

Sendo assim, é preciso que seja acrescentado na formação de professores, disciplinas que busque o aperfeiçoamento tecnológico em todas as áreas do saber e na Geografia, em especial, com o uso de técnicas do geoprocessamento entre outras, visando complementar na formação de seus alunos e proporciona-los uma aula mais dinâmica para uma melhor compreensão, solucionando uma das lacunas do ensino em Geografia que é a falta de interpretação dos alunos para compreender imagens de satélites e mapas.

O Uso do Sensoriamento Remoto no Colégio Estadual João XXIII em Ribeirópolis-Se

O município de Ribeirópolis/SE está localizado no agreste sergipano a 76,9 km da capital do estado (Aracaju), segundo o último censo realizado pelo IBGE, em 2022, o município apresentava uma população de 17.033 habitantes, com um território equivalente de 259,044 km². O Colégio Estadual João XXIII, localizado na cidade de Ribeirópolis/SE, avenida Dr. Carlos Firpo, trabalha com o ensino fundamental do 6° ano ao 9° ano e o ensino médio do 1°ano ao 3°ano, é uma instituição bastante respeitada pela população do município por apresentar um excelente corpo docente e administrativo.

Como já foi mencionado no tópico anterior existe uma grande dificuldade na utilização da técnica de sensoriamento remoto em sala de aula, tanto por causa da estrutura dos colégios quanto em relação a formação dos professores. Sendo assim, o Colégio João XXIII apresenta um laboratório de informática (Figura 1), o mesmo não tem capacidade para ser utilizado por uma sala que contenha mais de 30 alunos, ou seja, não comporta a capacidade de alunos atendida pela instituição, pois não têm a quantidade de computadores necessários, uma das alternativas que os professores podem realizarem é formar duplas ou trios para a realização da aula no laboratório, o que pode ocasionar prejuízos individuais na hora da produção para o discente.

Figura 1- Lab. de informática

Fonte: LISBOA (2023)

Ademais, um fator que contribui para o uso do sensoriamento remoto em sala de aula é a internet, visto que os aplicativos necessários para a realização do estudo só funcionam por meio de um sistema de Internet potente. Assim, o colégio que está sendo realizado a pesquisa, conta com uma rede de internet, porém ainda não é a adequada, por não apresentar um sinal de boa qualidade, o que é um grande impasse para o professor.

Portanto, o intuito da pesquisa é desenvolver um estudo voltado ao uso do sensoriamento remoto direcionado ao alvo, na escola citada. Essa metodologia de estudo vem ganhando destaque no campo das geotecnologias, por ter uma delimitação, ou seja, um objeto definido, que nesse caso seria, por exemplo, o lixão a céu aberto no povoado Ouricuri do município. Desse modo, é uma proposta que parte da realidade do aluno pelo fato do objeto de estudo estar associado ao cotidiano, além de ser uma problemática ambiental preocupante para o futuro, sendo assim, para a realização do estudo deve ser realizado o mapeamento e monitoramento do alvo e algumas etapas precisam ser seguidas, entre elas:

> Definição dos objetivos e da área de estudo, revisão bibliográfica, coleta de dados, escolha das bandas espectrais, definição da escala, aquisição de imagens e de outros produtos necessários, processamento (no caso de produtos digitais), análise e interpretação visual preliminar, trabalho de campo, processamento, análise e interpretação visual final, elaboração e impressão de mapas e relatório. O SR possibilita aplicações em inúmeras áreas: agricultura, meio ambiente, geologia, recursos hídricos, estudo de solos, florestas, etc (FIGUEIREDO, 2005, p.23).

Consequentemente, a atividade inclui-se nos parâmetros da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), uma vez que inserida na competência 1 para o ensino de Geografia no fundamental, que é “Utilizar os conhecimentos geográficos para entender a interação

sociedade/natureza e exercitar o interesse e o espírito de investigação e de resolução de problemas.” Outrora, pode ser atribuída no ensino médio por meio também da competência 01, em que consiste “analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir de procedimentos epistemológicos e científicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente com relação a esses processos e às possíveis relações entre eles. ”

Figura 2- Imagem satélite do lixão no povoado Ouricuri

Fonte: Google maps, 2023.

Assim, para um ensino de Geografia que contemple a aplicabilidade de produtos e ferramentas de sensoriamento remoto e geoprocessamento não se pode perder de vista o estudo do espaço geográfico, pois é a partir dele que se desencadeará um processo de questões a serem respondidas (MIAIA; PÁDUA, 2008, P.04). Nesse caso, o espaço, o qual vai ser apreendido, o lixão (figura 2), direcionam questões a serem respondidas, nisso cabe ao docente escolher a que conteúdo correlacionar e vincular a outros temas, como os impactos que aquele lixão traz para as pessoas que moram próximo, violência, saúde, analisar os malefícios e prejuízos causados ao solo entre outros conflitos que podem ser levantados e discutidos.

Por conseguinte, é evidente que vai ser preciso enfrentar diversos desafios que já foram mencionados. No entanto, os resultados esperados contribuem para que o professor tente ultrapassar as barreiras e cooperar para uma formação de qualidade dos seus alunos desenvolvendo seu senso crítico e explorador.

Considerações Finais

A inclusão do uso de sensoriamento remoto em sala de aula é uma problemática que precisa ser mais debatida e colocada em prática, pelo fato de contribuir com a formação do

aluno, porém pouco se tem feito para que essa metodologia seja inserida em sala de aula, além de que poucas escolas tem um suporte estrutural para a aplicação desse recurso.

Em prol da liberdade e emancipação a educação precisa ser vista pelo governo com seriedade e responsabilidade a garantir os direitos, toda forma de resistência é válida e cabe aos educadores e educados perpassar o velho e desfrutar do novo. O uso do sensoriamento é uma das possibilidades de viajar da sala de aula para o mundo.

Referências

BORGES, Gustavo Marques. **O USO DO SENSORIAMENTO REMOTO COMO RECURSO DIDÁTICO NAS AULAS DE GEOGRAFIA DO ENSINO MÉDIO: DESAFIOS E POSSIBILIDADES PARA UMA AÇÃO PEDAGÓGICA.** 2015. Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Universidade Federal de Pernambuco.

CAVALCANTI, Lana de Souza. **Geografia, escola e construção de conhecimentos.** 14ª ed. Campinas, SP: Papirus, 2010.

DEMO, Pedro. **Metodologia científica em ciências sociais.** 3ª ed. ver. e ampl. São Paulo: Atlas, 1995.

FIGUEIREDO, Divino. Conceitos Básicos de Sensoriamento Remoto, 2005. Disponível em: https://clickgeo.com.br/apostila-conceitos-basicos-sensoriamento-remoto/. Acesso em: 17 jul. 2023.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 77ª ed. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2021.

GONÇALVES, Marianina Impagliazzo. Uso do sensoriamento remoto na produção do conhecimento escolar como proposta para utilização das tecnologias espaciais na sala de aula. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,** Goiânia, p. 1289-1296, 16-21 abr. 2005.

MACHADO, Clairton Batista; SAUSEN, Tania Maria. a geografia na sala de aula: informática, sensoriamento remoto e sistemas de informações geográficas – recursos didáticos para o estudo do espaço geográfico. **4ª Jornada de Educação em Sensoriamento Remoto no Âmbito do Mercosul,** São Leopoldo, RS, ago. de 2004.

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES. Em 2022, Brasil registrou 9,5 mil escolas sem acesso à internet. Gov.br, Brasília, jan. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/anatel/pt-br/assuntos/noticias/em-2022-brasil-registrou-9-5-mil-escolas-sem-acesso-a-internet. Acesso em: 17 jul. 2023.

MORAES, E; FLORENZANO, T. G; LIMA, S. F. S. **Avaliação do curso de uso escolar de Sensoriamento Remoto no estudo do meio ambiente.** Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1531-1536.

RAMOS, Ana Paula Amorim; CHAVES, Joselisa Maria. Potencial pedagógico do sensoriamento remoto como recurso didático no ensino de geografia. **Boletim gáucho de geografia**, Porto Alegre, v. 44, nº 1/2, 2017.

RIBEIRO, Bruna. 31,7 mil escolas da educação básica não tinham computador em 2020, aponta estudo. **Estadão,** São Paulo, mar. 2022. Disponível em: https://www.estadao.com.br/emais/bruna-ribeiro/317-mil-escolas-da-educacao-basica-nao-tinham-um-computador-em-2020-aponta-estudo/. Acesso em: 17 jul. 2023.

SALES, Lilia Maia de Morais; BEZERRA, Mário Quesado Miranda. Os avanços tecnológicos do século XXI e o desenvolvimento de habilidades necessárias ao profissional do Direito a partir das abordagens das Universidades de Harvard e Stanford. **Pensar,** Fortaleza, v. 23, n. 4, p. 1-13, out./dez. 2018.

SANTOS, F. K. S. dos. **O trabalho e a mobilização de saberes docentes: limites e possibilidades da racionalidade pedagógica na educação superior.** Fortaleza-CE, 2011, Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, Universidade Federal do Ceará.

VOSS, K. et al. **Remote Sensing, New Media and Scientific Literacy – A New Integrated Learning Portal for Schools Using Satellite Images.** Bonn, Deutschland. Disponível em: Acesso em: 17 jul. 2023.

Os Desafios no Ensino Remoto em Tempos Críticos: O Uso de Novas Metodologias como Ferramentas de Fomento as Aulas de Geografia Física

The Challenges in Remote Teaching In Critical Times: The Use of New Methodologies as Promotion Tools in Physical Geography Classes

Maria Rayssa Vieira Antunes
Universidade Regional do Cariri
https://orcid.org/0009-0009-4293-1181
antunes95rayssa@gmail.com

Agenor Leandro de Sousa Filho
Universidade Regional do Cariri
https://orcid.org/0000-0003-4814-4129
agenor.leandro@gmail.com

Resumo: O sistema educacional brasileiro, passa por um momento ímpar. Pego de forma desprevenida, os profissionais vinculados ao sistema de educação tiveram que realizar ajustes em suas dinâmicas de trabalho, dinâmicas estas que são resultantes de uma conjectura que exige o isolamento social da população dado o cenário de crise sanitária que assola não somente o Brasil, mas também o mundo. O presente estudo trata-se de relato de experiência desenvolvido durante a modalidade remota de ensino, que tinha por objetivo principal promover maior interação entre professor e aluno no âmbito desta modalidade de ensino. Para tal, destaca-se a importância do desenvolvimento metodologias mais lúdicas de ensino via aulas práticas, com o uso de experimentos tornando o aprendizado mais elucidativo para o estudante.

Palavras-chave: Metodologias de ensino. Ensino remoto. Ensino de Solos. Experimentos.

Abstract: The Brazilian educational system is going through a unique moment. Caught off guard, professionals linked to the education system had to make adjustments to their work dynamics, dynamics that are the result of a conjecture that demands the social isolation of the population given the scenario of the health crisis that plagues not only Brazil, but also the world. The present study is an experience report developed during the remote teaching modality, whose main objective was to promote greater interaction between teacher and student within the scope of this teaching modality. To this end, the importance of developing more playful teaching methodologies through practical classes is highlighted, with the use of experiments making learning more enlightening for the student.

Keywords: Teaching Methodologies. Remote Teaching. Soil Teaching. Experiments.

Introdução

A sociedade perpassou e perpassa por um momento único, momento este marcado por uma crise sanitária sem precedentes e que provocou mudanças radicais no cotidiano da população. A crise sanitária em questão que afetou não somente o Brasil, mas também como todo o mundo tem como principal vetor o novo Corona Vírus, causador da doença que ficou mundialmente conhecida como COVID-19, pode-se afirmar que a crise sanitária ganhou proporções mundiais a partir da decretação do estado de pandemia realizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em Março de 2020. Tal decretação, tinha por finalidade

alertar o mundo sobre o alto risco de contágio que o vírus em questão possui, bem como desenvolver ações que tenham por finalidade reduzir os impactos da pandemia nos sistemas de saúde (pública ou privada), bem como nas economias locais.

Dentre as orientações apresentadas pela OMS para os países-membros dessa organização, destacam-se: O desenvolvimento de ações que tenham como foco o isolamento social e em massa da população, realização de testes em massa da população e o desenvolvimento de estudos que permitissem o desenvolvimento de vacinas, bem como de um tratamento para a COVID-19. Esse cenário, fez com que o sistema educacional brasileiro, fosse pego de surpresa, haja vista que as atividades educacionais desenvolvidas pelas instituições de ensino, tiveram de ser suspensas dada a necessidade de se garantir a segurança/proteção da comunidade escolar, o que mudanças profundas neste setor seja de esfera pública ou privada.

Tais mudanças no cenário educacional, restringiram de forma direta a atuação docente no cenário presencial, fazendo com que estes passassem a observar os desafios apresentados pela pandemia de modo mais receoso, haja vista que estes profissionais não sabiam como exercer suas atividades em uma modalidade de ensino diferente da habitual, porém com o auxílio de ferramentas digitais, e da internet foi possível realizar uma reinvenção de metodologias de ensino contribuindo para que a internet antes vista como inimiga do professor, torna-se sua aliada.

A ausência da escola enquanto estrutura física, o contato humano, fez com que o docente busca-se adotar estratégias que tenham como foco a inovação das aulas tornando-as mais lúdicas e interativas. Desse modo, o ensino remoto apresentou-se como uma nova forma de educar, e utilizar o espaço da sala de aula on-line permitindo uma aula invertida facilitando assim a realização de experimentos dentro da ciência geográfica. Destaca-se que nesse processo, estudantes e pais podem ser colocados como coadjuvantes no processo de construção de conhecimento. Pois o ensino de Geografia física para muitos alunos é tido como enfadonho e decorativo, e a realização de experimentos funcionam como ferramentas que tornam as aulas mais produtivas, aliando teoria e prática, tornando o processo de ensino e aprendizagem enriquecer para docentes e discentes.

Assim, o presente estudo via relato de experiência no ensino remoto, tem por objetivo mostrar como o ensino de Geografia física na Educação Básica, pode se tornar algo lúdico e criativo via utilização de metodologias ativas e de experimentação, que colocam o estudante como protagonista do seu processo de aprendizagem. Este é um ponto importante, dada a importância que o solo e a água representam para a Humanidade e a pouca visibilidade que estes possuem nos programas de ensino, fazendo-se necessária uma buscar por subsídios que tornem o ensino mais lúdico e de proporcionar um ensino de qualidade, especificamente

nos anos finais da Educação Básica buscando assim educar para a vida, contribuindo não só na educação, mas também para com o meio ambiente, ou seja, para a construção de um ser humano integral que seja crítico as mudanças que possam afetar seu convívio em sociedade.

Neste sentido, em tempos de degradação ambiental, é clara a percepção da necessidade de se entender em que tais processos que a acarretam para a sociedade, pois a ausência de informação e conhecimento sobre o uso e manejo do solo e a água, podem acarretar em uma degradação acentuada do meio ambiente. Embora o solo exerça função importante para ambientes antropisados ou naturais, ele não é amplamente trabalhado no ensino médio, visto que alguns livros didáticos abordam a questão do solo de forma superficial, não dando ênfase em seus processos e sua importância. Já a hidrografia, por sua vez é trabalhada de forma mais detalhada no que diz respeito as bacias hidrográficas, tipos de reservatórios e alimentação de rios, porém não é abordada sua relação com o solo.

Com isso, torna-se notório que o ensino da Geografia é por vezes cansativo, pelo fato de o conteúdo não dialogar com o espaço vivido do aluno, e pelas aulas serem em sua maioria teóricas. Diante esse contexto a utilização de experimentos, vem para tentar mudar essa forma de aplicar o ensino de Geografia em sala de aula. Assim, a organização de aulas teóricas em conjunto com a realização de experimentos, torna processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico. Proporcionando uma construção de conhecimento mais acentuada sobre a dinâmica e os processos de solos.

O Ensino em Tempos Críticos no Brasil: Algumas Considerações

Conforme apresentado até aqui vimos que com o agravamento da pandemia no Brasil e no mundo, os sistemas educacionais foram obrigados a desenvolverem metodologias alternativas para que a comunidade escolar não fosse prejudicada em seu processo de aprendizado. No Brasil, é importante destacar a adoção de medidas que tinham como foco promover em caráter emergencial, mudanças na modalidade presencial de ensino que até então era ofertada nesse sistema, assim, o primeiro documento a ser editado e que regulamentou de forma extraordinária o desenvolvimento de ações para funcionamento do setor educacional brasileiro abrangendo dos níveis básico e superior foi a medida provisória nº: 934 e sancionada no dia 1 de Abril de 2020. A promulgação deste documento ocorreu logo após a decretação do estado pandemia pela OMS, e do reconhecimento de calamidade pública por emergência em saúde pública no Brasil por meio do decreto legislativo nº: 6/2020. Destaca-se que por ser uma medida provisória, o documento foi convertido na de lei nº. 14.040/2020. No documento, destacam-se as seguintes orientações:

> [...]§ 2º A reorganização do calendário escolar do ano letivo afetado pelo estado de calamidade pública referido no art. 1º desta Lei obedecerá aos princípios dispostos no art. 206 da Constituição Federal, notadamente a igualdade de condições para o acesso e a permanência nas escolas, e

> contará com a participação das comunidades escolares para sua definição.
> § 5º Os sistemas de ensino que optarem por adotar atividades pedagógicas não presenciais como parte do cumprimento da carga horária anual deverão assegurar em suas normas que os alunos e os professores tenham acesso aos meios necessários para a realização dessas atividades.
> § 6º As diretrizes nacionais editadas pelo CNE e as normas dos sistemas de ensino, no que se refere a atividades pedagógicas não presenciais, considerarão as especificidades de cada faixa etária dos estudantes e de cada modalidade de ensino, em especial quanto à adequação da utilização de tecnologias da informação e comunicação, e a autonomia pedagógica das escolas assegurada pelos arts. 12 e 14 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (BRASIL, 2020).

Após a promulgação da referida lei, o Conselho Nacional de Educação (CNE), em conjunto com os Conselhos Estaduais e Municipais (CEE) e (CME), editaram resoluções e pareceres normativos referentes as mudanças das modalidades de ensino em caráter excepcional, ou seja, enquanto o cenário pandêmico perdurasse, e procedimentos referentes a reorganização de calendários letivos (Brasil, 2020).

Neste sentido, destacam-se os pareceres de números 5 e 9/2020 emitidos pelo CNE, de abrangência nacional esses documentos dispõem de diretrizes para as instituições de ensino frente a pandemia de COVID-19 destacando pontos como: reorganização de calendário letivo, desenvolvimento de ações de contingência para a continuidade das atividades letivas do ano de 2020 . É importante frisar que esses documentos normatizadores serviram de base para reforçar a modalidade remota de ensino fomentada pelas Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) haja vista a necessidade de continuidade do calendário letivo e de distanciamento social da população. Mesmo com o uso das TIC, é importante frisar os seguintes pontos:

> - dificuldade para reposição de forma presencial da integralidade das aulas suspensas ao final do período de emergência, com o comprometimento ainda do calendário escolar de 2021 e, eventualmente, também de 2022;
>
> - retrocessos do processo educacional e da aprendizagem aos estudantes submetidos a longo período sem atividades educacionais regulares, tendo em vista a indefinição do tempo de isolamento;
>
> - danos estruturais e sociais para estudantes e famílias de baixa renda, como *stress* familiar e aumento da violência doméstica para as famílias, de modo geral;
>
> - abandono e aumento da evasão escolar (Conselho Nacional de Educação, 2020, p. 3).

Os pontos alertam para a necessidade de atuação do poder público a respeito do desenvolvimento de ações no cenário educacional que minimizassem os efeitos da COVID-19 nos sistemas de ensino daí a necessidade de desenvolvimento de orientações que determinassem condições mínimas de acesso. É preciso lembrar que o acesso à Educação conforme preconizado na carta magna brasileira são de responsabilidade do Estado, em

conjunto com a sociedade, ou seja, o acesso à Educação é tido e visto como direito do cidadão (Brasil, 1988), por isso.

> […] a realização de atividades pedagógicas não presenciais (mediadas ou não por tecnologias digitais de informação e comunicação) enquanto persistirem restrições sanitárias para presença de estudantes nos ambientes escolares, garantindo ainda os demais dias letivos mínimos anuais/semestrais previstos no decurso (Brasil, 2020, p. 6).

É nesse cenário que as TIC ganham mais destaque no campo educacional, dada a necessidade de manutenção do distanciamento social da população defendido por autoridades de saúde, pois elas serviram de fomento para as atividades de ensino ofertadas no meio digital. Com isso, o discente passa a ter acesso aos conteúdos que anteriormente eram ministrados de forma presencial, remotamente, via internet, de modo síncrono, ou seja, em tempo real, ou assíncrono, por meio de gravações realizadas pelos docentes. Desse modo o uso das TIC no contexto educacional permitiu uma reorganização do calendário escolar de modo que essas instituições se planejassem, e, por conseguinte, desenvolvessem suas atividades de modo a amenizar os prejuízos causados ao aprendizado do estudante.

> […] Por atividades não presenciais entende-se, neste parecer, aquelas a serem realizadas pela instituição de ensino com os estudantes quando não for possível a presença física destes no ambiente escolar.
>
> A realização de atividades pedagógicas não presenciais visa, em primeiro lugar, que se evite retrocesso de aprendizagem por parte dos estudantes e a perda do vínculo com a escola, o que pode levar à evasão e abandono (Conselho Nacional de Educação, 2020, p. 6).

Assim, a autorização para realização do ensino remoto fomentado pelas TIC, demonstra uma observância por parte do ente estatal sobre a necessidade de promoção de garantia de aprendizado do estudante em termos de disponibilização de conteúdo de forma que este não tenha o aprendizado prejudicado por conta das medidas de restrição adotadas durante a quarentena. Esses pontos demonstraram também a necessidade de promoção de debates sobre o uso das TIC como fomento para as ações de ensino não só em tempos de pandemia, pois conforme apresentado pelo próprio CNE:

> O desenvolvimento do efetivo trabalho escolar por meio de atividades não presenciais é uma das alternativas para reduzir a reposição de carga horária presencial ao final da situação de emergência e permitir que os estudantes mantenham uma rotina básica de atividades escolares mesmo afastados do ambiente físico da escola (Brasil, 2020, p. 7).

Assim, é possível compreender e entender que a realização de debates em torno desta pauta são essenciais para a promoção de uma educação de qualidade, pois a modalidade remota de ensino é desafiadora para o professor no sentido de receber um *feedback* do estudante no decorrer da aula, ou seja, saber se este está conseguindo acompanhar o conteúdo que está sendo disponibilizado, bem como condições de acesso às TIC, pois é importante lembrar que o Brasil, é um país de dimensões continentais e que o desenvolvimento desse tipo de ação requer a ampliação de uma infraestrutura tecnológica que atenda de forma satisfatória a demanda apresentada pelo setor educacional.

Um ponto que torna essa modalidade desafiadora, é a garantia de acesso às TIC por docentes e discentes. Sabe-se que com o agravamento da pandemia, houve também um agravamento na desigualdade social do país, fatores estes que indiretamente impactam o cotidiano da população por inviabilizar o acesso às TIC. O resultado disso, é uma modalidade de educação excludente, que não atende a todos os públicos, tornando a transposição didática das disciplinas em âmbito escolar cada vez mais desafiadora.

Diante disso, o ensino de disciplinas como Geografia que busca apresentar para o estudante uma explicação dos atributos físicos da paisagem como um suporte para a sociedade, bem como análise espacial dos elementos e processos da superfície terrestre, assim como o solo, por exemplo, ao apresentar como este é constituído, onde podemos encontrar a materiais nos estados líquido, sólido e gasoso, onde se encontra vida, bem como os processos antrópicos (Becker, 2005).

Mesmo antes do ensino remoto, o ensino de solos por vezes é esquecido, ou pouco trabalhado/abordado em materiais didáticos, de modo que quando este seja trabalhado em sala, de maneira superficial dificultando o que dificulta a realização de uma abordagem e discussão dessa temática de maneira mais aprofundada, o que contribui diretamente para um processo de não reconhecimento de importância do solo para a manutenção da vida na Terra.

> [...] o espaço dedicado a esse importante componente do sistema natural é geralmente nulo ou relegado a um plano menor nos conteúdos de Ensino Fundamental Médio do país. Há, portanto, uma lacuna no ensino de solos pois o conteúdo que trata do assunto nos materiais didáticos, normalmente, está em desacordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs – (BRASIL, 1997) e, frequentemente, encontra-se desatualizado, incompleto ou fora da realidade brasileira (Becker, 2005, p.75).

Esse desarranjo curricular dificulta pode dificultar de forma indireta a abordagem da temática de solos em sala de aula, daí a necessidade de sempre que possível trabalhar esse conteúdo de uma forma que chame a atenção do discente. Pois este é um elemento mutável da paisagem, onde o homem atua e o modifica, e seu uso e manejo de forma inadequada podem acarretar em impactos ambientais, e para mitigar tais impactos se faz necessário acesso à informação, e, consequentemente, conhecimento sobre o manejo do solo. Por isso é essencial que tal temática seja ensinada e debatida em âmbito escolar.

Ruellan (1998 apud Cunha, et al, 2013, p.76) destacam que:

> [...] que uma das formas de atingir essa realidade é através do ensino sobre o solo, ou seja, promovendo estudos (projetos de ensino, pesquisa e de extensão) que integrem tanto a comunidade interna das universidades (professores e acadêmicos), como a comunidade externa, composta por professores e alunos de escolas públicas ou privadas e a sociedade em geral, em especial, os agricultores que lidam direta ou indiretamente com a terra.

A água está presente em todas as esferas da terra, em todos os estados físicos, atuando na manutenção da vida, um mineral de grande importância para a sustentação dos seres vivos e alimentação dos recursos hídricos. O ensino da hidrografia nos livros didáticos do ensino médio tem seu conteúdo bem explanado, ou seja, bem elaborado e autoexplicativo, contudo, não se relaciona com o solo. Neste sentido, Harumi e Ricardo (2020, apud Kiehl, 1979) destacam que a água do solo provém das chuvas ou irrigação e é absorvida pelas plantas, principalmente através das raízes. A água da chuva ao atingir a solo infiltrar-se ou escorre pela sua superfície. Da água que penetra no solo, parte retorna à atmosfera através da evaporação, ou por transpiração das plantas (evapotranspiração). O restante fica armazenado nos horizontes do solo ou se acumula nas camadas mais profundas na forma de lençol freático, dando origem às nascentes de pequenos rios.

Dessa forma um dos pontos que pode contribuir positivamente para o ensino de solos, tanto nas modalidades presencial quanto na remota, seria a adoção de experimentos em sala de aula, aliando teoria e prática, e contribuindo para uma aprendizagem mais efetiva em ambas modalidades de ensino, pois ao atrelar o lúdico as aulas, o estudante sente-se instigado das interações realizadas pelo professor. Neste sentido, Muglller (2006, p. 733-740) destaca que:

> Nesses debates, a realidade dos educandos é o ponto de partida a ser investigado e discutido detalhadamente, para permitir uma maior percepção de seus aspectos e o desenvolvimento de uma nova visão, que promova a análise crítica e possibilite a intervenção com potencial de transformação dessa realidade.

Quando o professor assume o papel de formador de pensadores no qual vem a dedicar-se a sua profissão, seu trabalho será eficiente. E a ação deste profissional que vem a promover uma educação de cunho libertador no qual colocará o aluno como sujeito protagonista de sua realidade. Desta forma Tadiotto, Bogado e Spanceski (2010) afirmam que:

> O ensino de geografia pode levar os alunos a compreenderem de forma mais ampla a realidade, possibilitando que nela interfiram de maneira mais consciente e propositiva. Para tanto, porém, é preciso que os educandos adquiram conhecimentos, dominem categorias, conceitos e procedimentos básicos com os quais este campo de conhecimento opera e constitui suas teorias e explicações, de modo a poder não apenas compreender as relações socioculturais e o funcionamento da natureza às quais historicamente pertence, mas também conhecer e saber utilizar uma forma singular de pensar sobre a realidade, ou seja, o conhecimento geográfico.

Daí a necessidade de utilização de metodologias que promovam a participação do aluno, e, por conseguinte, a inovação ao ambiente escolar, no que concerne ao ensino de solos, o uso de experimentos despertam a curiosidade do aluno contribuindo para um aprendizado mais efetivo, ao aliar teoria e prática em sala de aula. Por ser a Geografia uma ciência que possibilita um trabalho mais interativo, cabe ao professor exercer o papel crucial nesse processo de aprendizagem, pois o uso de experimentos colocam o estudante como único ator, e o professor passa a atuar como mediador de aprendizagem, ou seja, os experimentos fazem com que o estudante indiretamente seja protagonista em sua construção de conhecimento.

O advento da pandemia da COVID-19 promoveu mudanças significativas no cotidiano da população brasileira, principalmente na atuação docente com a atuação na modalidade remota de ensino, caracterizada fortemente pelo uso Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) como instrumento de fomento para o desenvolvimento de novas abordagens para a disponibilização de aulas on-line, pois a falta de metodologias que chamem a atenção do aluno a participar das aulas dificulta a interação entre estudante e professor, refletindo diretamente no aprendizado.

A abordagem de experimentos em aulas remotas para que estes possam visualizar e relacionar a teoria com a prática, faz com que os alunos tornem-se agentes ativos em seu aprendizado. Esse tipo de atividade de demonstração pode trazer um impacto positivo para os alunos, pois estes participam ativamente da construção do conhecimento. Esse modelo lúdico apresenta-se como uma ferramenta de fomento para o professor em sala de aula, pois desperta a curiosidade do aluno e, consequentemente, a sua participação nas aulas, aproximando-o da disciplina de Geografia.

Resultados e Discussão: A experimentação em aulas remotas

Com a experimentação, as aulas síncronas deixam de possuir cunho teórico maior, ganhando um formato mais interativo com a exibição dos experimentos ao vivo. A realização de experimentos na modalidade remota serve como um instrumento de apoio à realização das aulas, pois ao passo que em que o conteúdo é explanado nas aulas, as experiências servem para dar maior consistência ao processo de aprendizado. O caso apresentado neste relato de experiência exibiu ao todo três tipos de experimentos que foram realizados em aulas teóricas de Geografia que abordavam temáticas como: Solos e Ciclo Hidrológico.

A utilização de experimentos para a abordagem o ensino da temática de solos serve de base para apresentar temáticas quanto a porosidade do solo, microporos e macroporos, que são os espaços porosos do solo são ocupados pelo ar e/ou água, que são provenientes

de atividades de irrigação ou das chuvas. A porosidade do solo vai indicar a capacidade de retenção ou escoamento da água, assim a adoção de experimentos nessa abordagem permite a utilização de uma metodologia lúdica que permitam a explanação do conteúdo de forma mais lúdica.

Antes da aplicação dos experimentos juntamente com os estudantes, foi feito uma nuvem de palavras a respeito do que eles acreditavam que significava a palavra solo para a geociências, através da ferramenta Mentimeter onde consiste em uma plataforma online que permite a elaboração de apresentações interativas onde pode conta com a participação das pessoas que obtiverem o link ou fizerem a leitura do Qr Code com os smartfones. Esse aplicativo permite criar varias possibilidades de perguntas com designes e template diversos.

Figura 01 – Nuvem de palavras

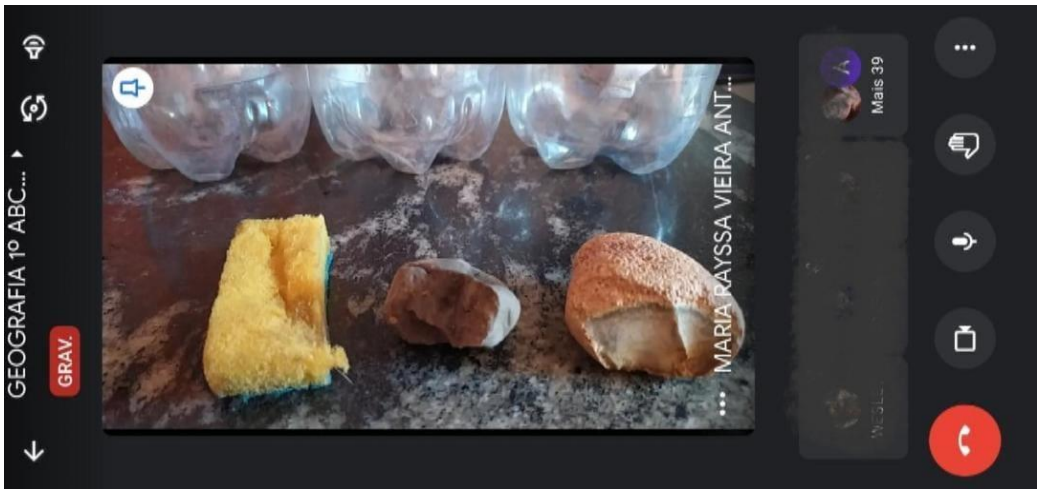
Fonte: Mentimeter/autora (2021)

O conhecimento que os estudantes tem a respeito do solo é bastante limitado, as palavras mais utilizadas para tal definição foram “terra”, “vida”, “chão”, “rocha”, “piso” e “planta”. Apresentam um conhecimento prévio mas não sabem ao certo o que é essa superfície sólida, reconhecem minerais, rochas e matéria orgânica mas tratam isso de forma isolada e não como um complemento de um mesmo produto.

A realização de experimentos deu-se por meio da exibição de materiais como: esponja, rocha e torrão de solo. Através da adição de água sobre eles a fim de modo a permitir que os estudantes pudessem observar qual tipologia de solo absorvia a água de forma mais rápida e qual escoava superficialmente. Antes da exibição dos experimentos, os estudantes foram indagados sobre qual desses três materiais apresentaria uma absorção mais rápida, devagar ou qual escoaria superficialmente. Nesse momento os estudantes que pegaram esponjas em casa para observar o processo de infiltração.

Nas atividades relacionadas à experimentação em sala de aula, a figura da espoja assemelha-se muito com o solo de macroporos, pois seus espaços são maiores e sua capacidade de absorção é mais rápida, característica típica de solo arenoso, já o torrão de terra por sua vez possui a presença de microporos, com isso absorção de forma mais lenta, a rocha por sua vez, por não ter porosidade, ocorre o escoamento da água. A partir destes momento foram abordadas a questões sobre a compactação de solo, e os processos erosivos decorridos do escoamento da água quando o solo não possui a devida proteção chegando a degradar o solo, sendo a partir daí elencadas e apresentadas estratégias de combate à erosão do solo.

Figura 2 – Porosidade do solo



Fonte: Dados da pesquisa (2021)

Durante o procedimento de experimentação, foi dada maior ênfase a classificação pedogenética e dos perfis do solo, tendo em vista que os livros didáticos não abordam esse assunto de forma bem contextualizada, principalmente quanto a porosidade e sua capacidade de infiltração e retenção de líquidos por parte dos tipos de solo, assim foram exibidas amostras de solo ao passo que iam sendo exemplificadas suas definições e classificações.

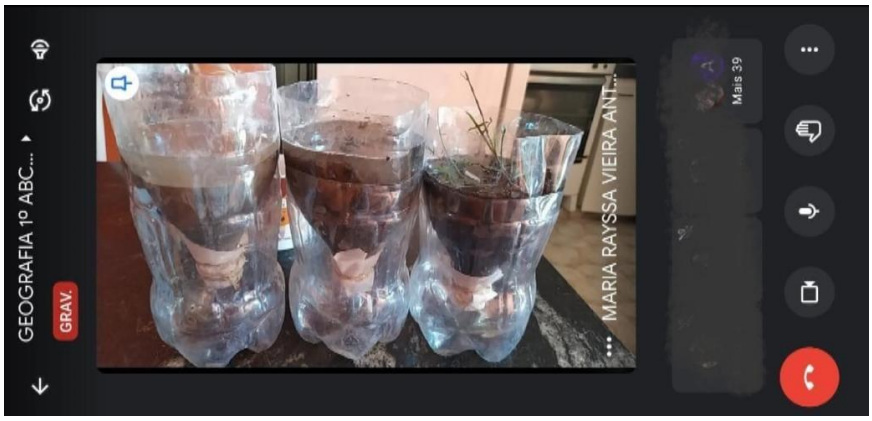
Após a finalização dos experimentos, foi abordada em sala de aula, questões relacionadas à infiltração de água no solo, especificadamente nos solos de tipologia arenosa, argilosa e os solos que contam com a presença de matéria orgânica, onde foi dada maior ênfase quanto as suas classificações. Para a explicação do processo de infiltração de água no solo, foram utilizados os seguintes materiais: garrafas pet, tecido, liga e os três tipos de solo supracitados.

O experimento de infiltração do solo constituiu-se em colocar a mesma medida de água nas três amostras e analisar quais delas absorvia a água mais depressa e em qual delas a água ao final da absorção ficaria mais limpa. É válido lembrar que, o solo funciona como

uma espécie de “filtro natural” da água, pois na medida em que a água adentra as camadas dos solos, dependendo da composição pedogenética, ela pode apresentar a coloração mais cristalina.

Como os estudantes já haviam vivenciado o experimento de porosidade, eles conseguiram rapidamente falar qual tipologia de solo infiltraria a água rapidamente que nos caso em questão seria o arenoso, na concepção previa deles o argiloso também infiltraria mais rapidamente e o com presença de vegetação o processo de infiltração seria mais demorado. Certamente ocorreu de forma diferente do esperado, pois solo argiloso é compactado e tem presença de microporos fazendo com que o processo de infiltração seja mais lento. A amostra de solo com vegetação foi a segunda mais rápida na absorção da água, ao final a característica da coloração da água foi cristalina. Nesse contexto foi destacada a importância da cobertura vegetal bem como a preservação das matas ciliares como forma de prevenção da degradação e poluição dos mananciais.

Figura 03 – Infiltração dos solos



Fonte: autora (2021)

O ciclo hidrológico também conhecido como ciclo a água, é um processo biogeoquímico que passa pelas esferas da Terra (hidrosfera, atmosfera, biosfera e litosfera) exercendo um movimento contínuo no meio físico. Tal ciclo é condição *sine qua non* para a manutenção da vida, pois é nele que ocorrem as mudanças de estado físico da água que por sua vez podem apresentar-se nos estados sólido, liquido ou gasoso.

Esse movimento contínuo da água dependem diretamente do movimento de rotação da Terra e da energia solar. O Sol exerce papel de grande importância nesse ciclo, pois, é através dele que se tem energia para que tal processo ocorra. Atuando diretamente na evaporação da água por meio do seu aquecimento, alterando seu estado físico, evaporando, para as camadas mais altas da atmosfera, condensando transformando-se em nuvem e retornando novamente ao solo no estado líquido, em forma de chuva. Ao abordar essa

temática em aula, foi primeiramente indagado a respeito do ciclo da água, e de sua importância para a manutenção da vida na Terra e regulação dos climas, posteriormente foi executado um experimento que produz uma chuva artificial, permitindo assim que os estudantes visualizassem como esse ocorre.

O experimento em questão apresentou a água em seus três estados físicos, sendo utilizado para isso uma panela com água quente, um prato e cubos de gelo. Em conjunto com a realização do experimento, foram sendo apresentadas, as etapas do ciclo hidrológico, facilitando assim o aprendizado dos alunos. Durante o experimento, a água quente representou o calor do sol e a evaporação da água, o prato serviu para visualização da água em estado gasoso que ao entrar em contato com este, transformava-se em líquido, pois o prato servia como barreira, os cubos de gelo foram colocados acima do prato para ilustrar que devido as temperaturas o gelo pode manter-se ou derreter mudando o seu estado. Após a experimentação, foi destaca como a ação do homem com suas praticas insustentáveis podem modificar o regime do ciclo hidrológico, e, consequentemente causar processos de desertificação, afetando o abastecimento de mananciais, lençóis freáticos comprometendo a sustentação da vida.

Figura 04 – Chuva artificial.

Fonte: autora (2021).

A realização das experiências aqui apresentadas, foram baseadas em um projeto intitualado Experimentotecas de Solos, desenvolvido pela Universidade Federal do Paraná (UFPR) por meio do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, tal projeto aborda diversos experimentos que podem e devem ser trabalhados em sala de aula como ferramenta lúdica para melhor abordagem das explicações dos conteúdos sobre os fenômenos envolvidos facilitando assim o aprendizado dos alunos. Destaca-se que uma mesma experiência pode servir para diversas finalidades, abordando contextos tanto naturais como socioambientais desde que adequados a cada nível de ensino.

Considerações Finais

Como uma das consequências do contexto pandêmico, o ensino remoto foi e ainda é um grande desafio para o período de isolamento social vivenciado não só pela população mundial quanto pela população brasileira, neste sentido adequar-se as novas ferramentas de trabalhado faz-se necessário, para que assim os docentes possam buscar novos instrumentos que facilitem e permitam um processo de ensino eficaz para docentes e discentes, pois o foco com a realização metodologias de experimentação tem por finalidade alcançar esses estudantes rompendo barreiras de tempo e espaço, proporcionando um ensino de qualidade para todos.

Destaca-se que esse período, além de possibilitar o desenvolvimento de metodologias de transposição didática que tornassem as aulas mais proveitosas para a comunidade escolar, ao mesmo tempo é excludente e pode apresentar barreiras no desenvolvimento de um ensino de qualidade para a população. Apesar de a tecnologia romper barreiras de tempo e espaço, a ponto de tornar possível a identificação do conhecimento prévio dos alunos, por meio do uso de perguntas subjetivas ou pelo uso de uma linguagem acessível antes da explicação o conteúdo em concomitante com a realização de experiências.

Desse modo, é possível observar que a metodologia utilizada durante as aulas fez com que os estudantes se interessassem mais pelo conteúdo, pois além de algo “novo” ela tornou a aula mais interativa. Promovendo assim maior aproximação entre os estudantes, professores e o restante da comunidade escolar, destacando que essa metodologia é algo que irá requerer maior tempo de planejamento por parte do docente, e ao mesmo tempo uma adaptação do conteúdo apresentado para que torne-se mais acessível para o estudante, além de contribuir para a construção de conhecimento.

Desse modo, foi possível observar que a utilização de experimentos aliados à explicação do conteúdo possibilitou a realização de aulas mais proveitosas, lúdicas, tornando o processo de ensino e aprendizagem mais significativo. Porém, sabe-se que nem todos os conteúdos conseguem adaptar-se a tal metodologia, mas em assuntos tidos como mais concretos pode-se e deve-se realizar uso de ferramentas que facilitem tal processo. Aliando assim a teoria com a prática transformando o professor numa espécie de mediador de informações que estinga o aluno a ser protagonista em seu processo de construção do conhecimento.

Mas é preciso lembrar que essa metodologia, é algo que requer planejamento tanto por parte da escola, do professor, como também do Estado e Sociedade. Pois, essa metodologia requer maior tempo de dedicação do docente no que tange a elaboração e adaptação de conteúdos para serem ministrados em na metodologia remota do ensino. Do

contrário, tal modalidade, além de se tornar excludente pelo fato de usar como plano de fundo as TIC bem como o fato de nem todos os estudantes possuírem acesso à internet, tal metodologia também promove o que Souza (2021) caracteriza como processo de precarização do trabalho docente.

Além disso, tal metodologia se não for bem planejada acaba indo de encontro com a concepção de Educação Bancária apresentada por Freire (2016) onde o estudante passa a ser visto como uma espécie de “envelope” onde o professor por sua vez descarrega o conteúdo pragmático sem levar em consideração a realidade vivida pelo estudante. Tornando assim, essa modalidade de ensino excludente e sem a devida qualidade, não obtendo os resultados esperados pelos profissionais da Educação. Entende-se que as questões abordadas neste relato de experiência, não se esgotam aqui visto que o ensino remoto seja na esfera pública ou privada necessitam de um planejamento constante, que atenda a comunidade escolar de forma satisfatória, respeitando o princípio apresentado pela Carta Magna brasileira (1988) e pela LDB que é o de garantir um ensino com equidade e qualidade para a população.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6502 - Rochas e Solos** Disponível em: http://www.ebah.com.br/content/ABAAAAyA0AG/nbr-6502-rochas-solos

BECKE. Elsbeth Léia Spode . **Solo e ensino**. VIDYA, v. 25, n. 2, p. 73-80, jul/dez, 2005. Disponível em: https://www.periodicos.unifra.br/index.php/VIDYA/article/view/396

CUNHA, José Edézio da. ROCHA, Anderson Sandro da. TIZ, Greicy Jhenifer. MARTINS, Vanda Moreira. Práticas pedagógicas para ensino sobre solos: aplicação à preservação ambiental. Campinas, **Terræ didatica** v.9, n. 2, p. 74-81, 2013.

CURI, N.; LARACH, J. O. I.; KAMPF, N.; MONIZ, A. C.; FONTES, L. E. F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: SBCS, 1993. 90 p.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido.** 62. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

IMBERNON, Rosely Aparecida Liguori, et al. Experimentação E Interatividade (Hands-On) No Ensino De Ciências: a prática na práxis pedagógica. Cuiabá, **Experiências em ensino de ciências** – v.4 n.1, p.79-89, 2009.

LIMA. Marcelo Ricardo de. O solo no ensino de Ciências no nível fundamental. Bauru, **R. Ciência & Educação**, v. 11, n. 3, 2005, P. 383-394.

LIMA, M.R.; YOSHIOKA, M.H.; MACANHÃO, P. O ensino de solos através do uso de experimentoteca. in: Fórum de atividades formativas, 1., Curitiba, 2002. **Anais**. Curitiba: UFPR, Pró Reitoria De Graduação, 2002.

MUGGLER, C. C. et al. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. R. Bras. Ci. Solo, n. 30, 2006, p.733-740.

OLIVEIRA, D. DE. **O conceito de solo sob o olhar de crianças do ensino fundamental em escolas de São Paulo-sp**. R. Ciência e Natura, v. 36, ed. especial, 2014, p. 210–214.

SANTOS, Maria Zélia Ferreira dos. et al. **Prática de atividades em educação ambiental da ciência do solo, para alunos do ensino médio**

SOUZA, K. R. ; el al. Trabalho remoto, saúde docente e greve virtual em cenário de pandemia. **Trabalho, Educação e Saúde**, v. 19, 2021, e00309141. DOI: 10.1590/1981-7746-sol00309. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/tes/v19/0102-6909-tes-19-e00309141.pdf Acesso em 25 fev. 2021

TADIOTTO, Luciana Bedin; BOGADO, Samir Recalde; SPANCESKI, Janice Licieski. **O ensino de geografia e o aprendizado na escola**. Uniguaçu: União de Ensino Superior de Iguaçu. Disponível em: http://www.faesi.com.br/nucleo-depesquisa-cientifica/75-portal-do-saber/220-o-ensino-de-geografia-e-o-aprendizado-naescola Acesso em: 20 dez. 2020

YOSHIOKA, Maria Harumi. LIMA, Marcelo Ricardo de. **Experimentoteca de solos infiltração e retenção de água no solo**. Disponível em: http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/experimentotecasolos1.pdf Acesso em: 20 dez. 2020

YOSHIOKA, Maria Harumi. LIMA, Marcelo Ricardo de. **Experimentoteca de solos - porosidade do solo.** Disponível em: http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/experimentotecasolos2.pdf Acesso em: 20 dez. 2020

Águas urbanas no ensino de Geografia e uso da SarndBox como recurso didático

Urban waters in Geography teaching and use of SarndBox as a didactic resource

Matheus Santos Lima
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0003-0862-2819
santoslimamatheus@yahoo.com.br

Josefa Mônica Santos Barbosa
Colégio Estadual Nestor Carvalho Lima
https://orcid.org/0009-0001-3026-4352
monicamaedemiguel@yahoo.com

Cristiano Aprígio dos Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0001-7502-9391
aprigeo@academico.ufs.br

Resumo: As discussões sobre o tema água estão sempre em pauta, principalmente no tocante em relação a problemas ambientais nos centros urbanos. A expansão urbana desordenada e sem o acompanhamento devido, sem um planejamento sustentável reduz a disponibilidade dos recursos hídricos. Tal problemática está presente no cotidiano dos centros urbanos brasileiros, partindo disto, é preciso desenvolver e produzir o conhecimento sobre a água e todas as questões circundantes. Com esse propósito, foi desenvolvida na educação básica discussões embasadas na Educação Ambiental, tendo como tema basilar a água, utilizando-se de metodologias ativas com o intuito de promover a construção de pensamento crítico e bem posicionado dos discentes em relação a tais problemáticas.

Palavras-chave: Recursos Hídricos, Planejamento Sustentável, Educação Ambiental, Metodologias Ativas.

Abstract: Discussions on the subject of water are always on the agenda, especially in relation to environmental problems in urban centers. Urban sprawl in disarray and without proper monitoring, without sustainable planning, reduces the availability of water resources. This problem is present in the daily life of Brazilian urban centers, starting from this, it is necessary to develop and produce knowledge about water and all surrounding issues. With this purpose, discussions based on Environmental Education were developed in basic education, with the basic theme of water, using active methodologies in order to promote the construction of critical and well-positioned thinking of students in relation to such problems

Keywords: Water Resources, Sustainable Planning, Environmental Education, Active Methodologies.

Introdução

A discussão de cunho ambiental é pauta recorrente, do âmbito global ao local é observável a discussão sobre tais temáticas, nos centros urbanos, questões relacionadas a água estão sempre em pauta. No Brasil, é comum se deparar com notícias referentes as consequências da supressão dos corpos hídricos. O processo de urbanização é violento para/com a natureza, encostas são ocupadas, áreas de rios, riachos ou córregos são desmatadas e impermeabilizadas, os recursos hídricos são controlados por tubulações ou

canais. Atitudes como estas geram resultados devastadores para a natureza e para o homem, pois como afirma Tucci (p. 97, 2008), “o meio formado pelo ambiente natural e pela população (socioeconômico urbano) é um ser vivo e dinâmico que gera um conjunto de efeitos interligados, que sem controle pode levar a cidade ao caos”.

Na grande maioria das cidades o crescimento se dá de forma heterogênea e a consciência de planejamento urbano sustentável, geralmente, é inexistente. Loteamentos, arruamentos e casas são construídos sem o acompanhamento de uma boa infraestrutura local e sem o desenvolvimento de questões básicas como referente no saneamento básico: esgotos correm a céu aberto, sistema de fossas são irregulares, o descarte de lixo é inadequado, a implantação do sistema de pavimentação e esgotamento sanitário além de ser, muitas vezes, tardio é equivocado.

Tal situação de falta de alinhamento entre urbanização e planejamento sustentável tem como uma das principais consequências a questão envolvendo a drenagem urbana. Um dos erros mais corriqueiros no tocante a drenagem urbana é a junção entre drenagem pluvial e esgotamento sanitário, dado que esta confusão ocorre justamente no momento da pavimentação das ruas, é comum encontrar a rede de esgotamento de residências ligadas aos canais de drenagem pluvial, os quais como o nome já sugere, devem captar água proveniente das chuvas. Com esta falta de diferenciação, surge o primeiro erro residente no ato de contaminar água “limpa” das chuvas com esgotos domésticos, além de muitas vezes haver a contaminação com resíduos sólidos, provocando também os fenômenos dos alagamentos.

A situação exposta leva a discussão sobre as águas urbanas, já que tal temática envolve desde a drenagem urbana, gestão de sólidos, até a relação com a saúde humana e da natureza. Partindo deste pressuposto, é de suma importância trabalhar a questão das águas urbanas na educação básica. O fator de trazer para análise a realidade local, também contribui para o maior entendimento dos discentes, tendo em vista que a reflexão está pautada no cotidiano desses. Favorecendo assim, um maior distanciamento do modelo tradicional do ensino e valorizando os conhecimentos dos alunos nas discussões do tema tratado, além de usar nas discussões tecnologias para auxiliar, ainda mais, o desenvolvimento do entendimento do alunado sobre o tema e propor uma educação mais instigante e plural.

O presente artigo almeja trazer os resultados da aplicação do projeto “Águas urbanas no ensino de Geografia e uso da SarndBox como recurso didático”, o qual teve como recorte espacial dois bairros do município de Itabaiana para análise, o Mamede Paes Mendonça e Marcela. O projeto foi aplicado na turma do Prosic 4ª Fase do Colégio Estadual Nestor Carvalho Lima, localizado no município de Itabaiana/SE, como uma atividade desenvolvida durante a atuação no Programa Residência Pedagógica, além disso, o recurso SarndBox

também foi apresentado a turma ingressante do primeiro período no curso de licenciatura em Geografia e uma turma de EJA do município de Malhador/SE que fez visita ao laboratório de Cartografia.

Objetivos

Geral

Analisar as transformações da paisagem decorrentes da urbanização de Itabaiana, bem como entender a importância do planejamento urbano sustentável.

Específicos

- Analisar a relação socioambiental a partir do processo formativo histórico do munícipio;
- Identificar os sistemas canalizados trabalhados e suas implicações no centro urbano;
- Compreender e descrever os impactos ambientais decorrentes da canalização de corpos hídricos.

Metodologia

Para a consecução deste artigo foi feito levantamento bibliográfico sobre os temas “Águas Urbanas”, “Drenagem Urbana”, “Planejamento Sustentável”, “Meio Ambiente, escola e Formação de Professores” e “Educação Ambiental”. Além da leitura de manuais de uso da Sarndbox, bem como análise de artigos sobre a importância e benefícios da utilização do recurso na educação básica.

A atividade foi realizada em 2 partes, para ambos os momentos foram preparados planos de aula contendo os principais objetivos, conteúdos abordados e ações a serem desenvolvidas. Na primeira parte da atividade, foi trabalhado com os alunos as questões relacionadas ao município de Itabaiana, perpassando todo o histórico formativo do município, apresentando aspectos constitutivos dos bairros Mamede Paes Mendonça e Marcela e expondo os sistemas canalizados presentes nesses bairros, demonstrando todo o seu percurso de montante a jusante e as consequências de tais sistemas na malha urbana da cidade, também foi levado aos alunos recortes de notícias referente aos alagamentos na cidade.

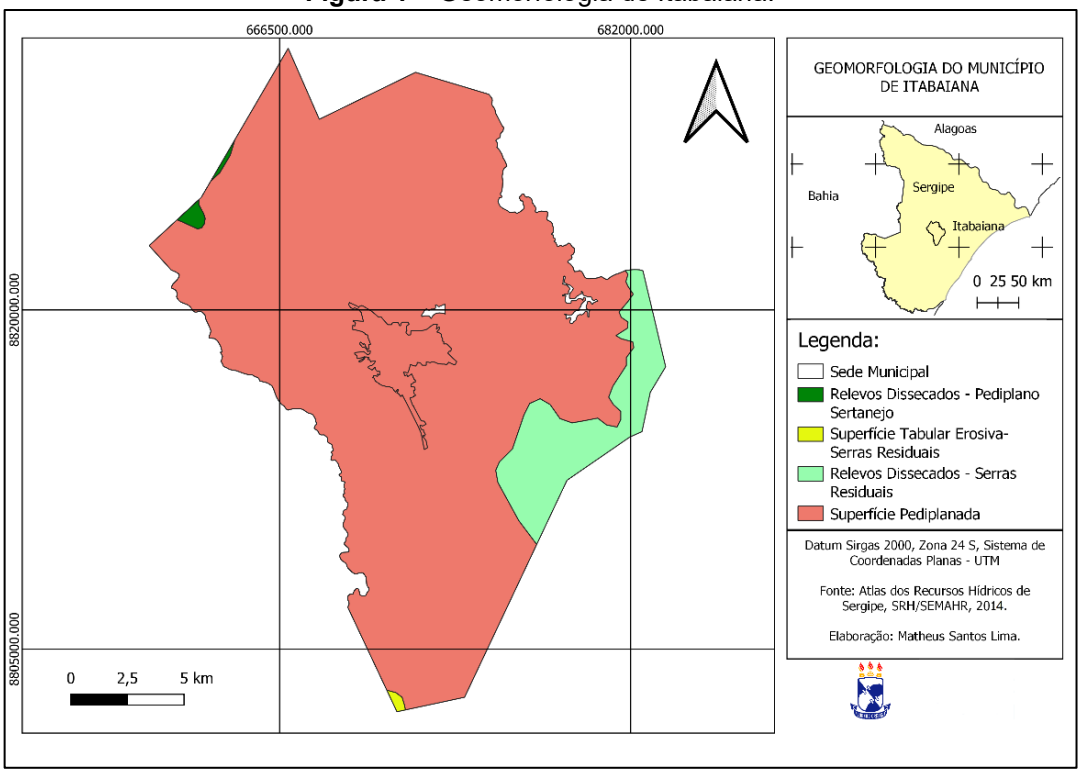
A segunda parte da atividade, foi com a utilização do recurso SarndBox, o qual possibilitou a análise da canalização de corpos hídricos na cidade com o viés da Geomorfologia. Exemplificando como estão dispostos os canais em relação ao relevo urbano de Itabaiana e discorrendo também, as causas de determinados pontos serem localidades de alagamentos em momento de chuvas torrenciais, podendo aliar na explicação a relação entre

a ação antrópica e topografia da cidade. Para a apresentação aos calouros e visitantes de Malhador, antes da apresentação da caixa também foi feito todo um embasamento referente ao tema das águas urbanas de Itabaiana.

Resultados e discussões

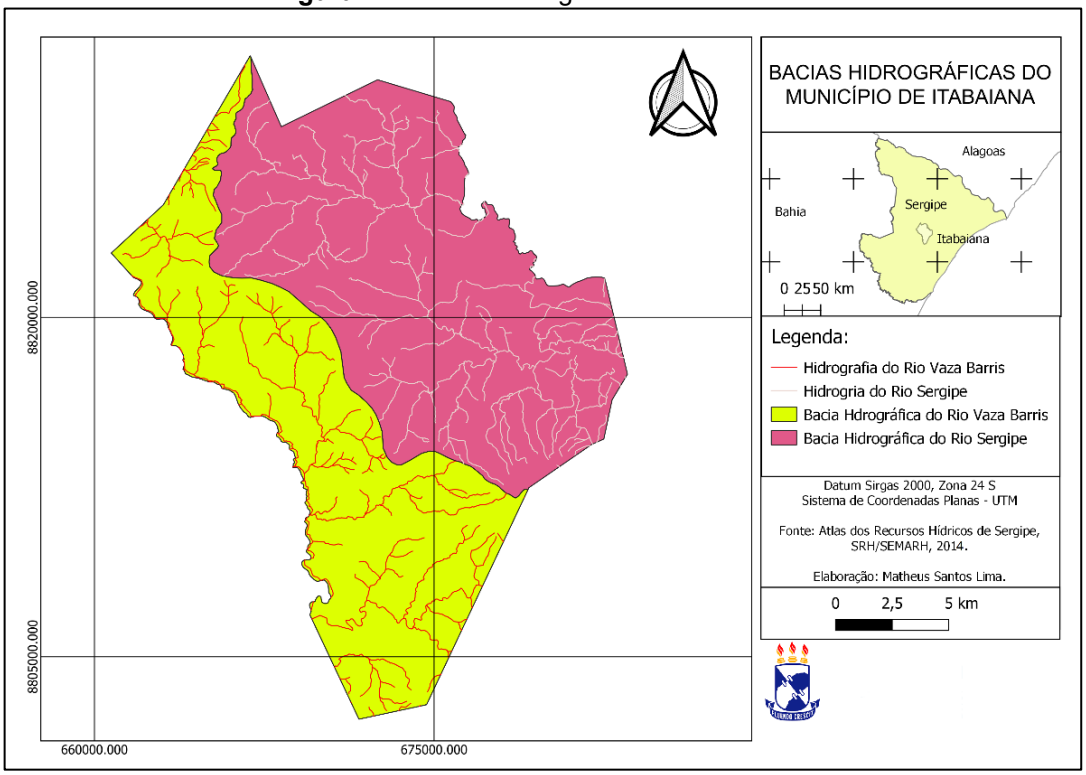
Trabalhar questões relacionadas as águas urbanas de Itabaiana com alunos da própria cidade foi uma oportunidade de aprendizado mútuo. O início da apresentação deu-se com a abordagem de características pertencentes a Geomorfologia da localidade onde Itabaiana está situada (Figura 1), apresentando os principais aspectos e relacionando-os com o relevo da malha urbana do município. Em seguida, foi levado aos alunos a contextualização referente as bacias hidrográficas em que o município está localizado, depois fazendo o recorte da localidade referente a via urbana (Figuras 2 e 3). No transcorrer desta introdução, foi sanada dúvidas dos discentes sobre as temáticas da Geomorfologia e Hidrografia.

Figura 1 – Geomorfologia de Itabaiana.



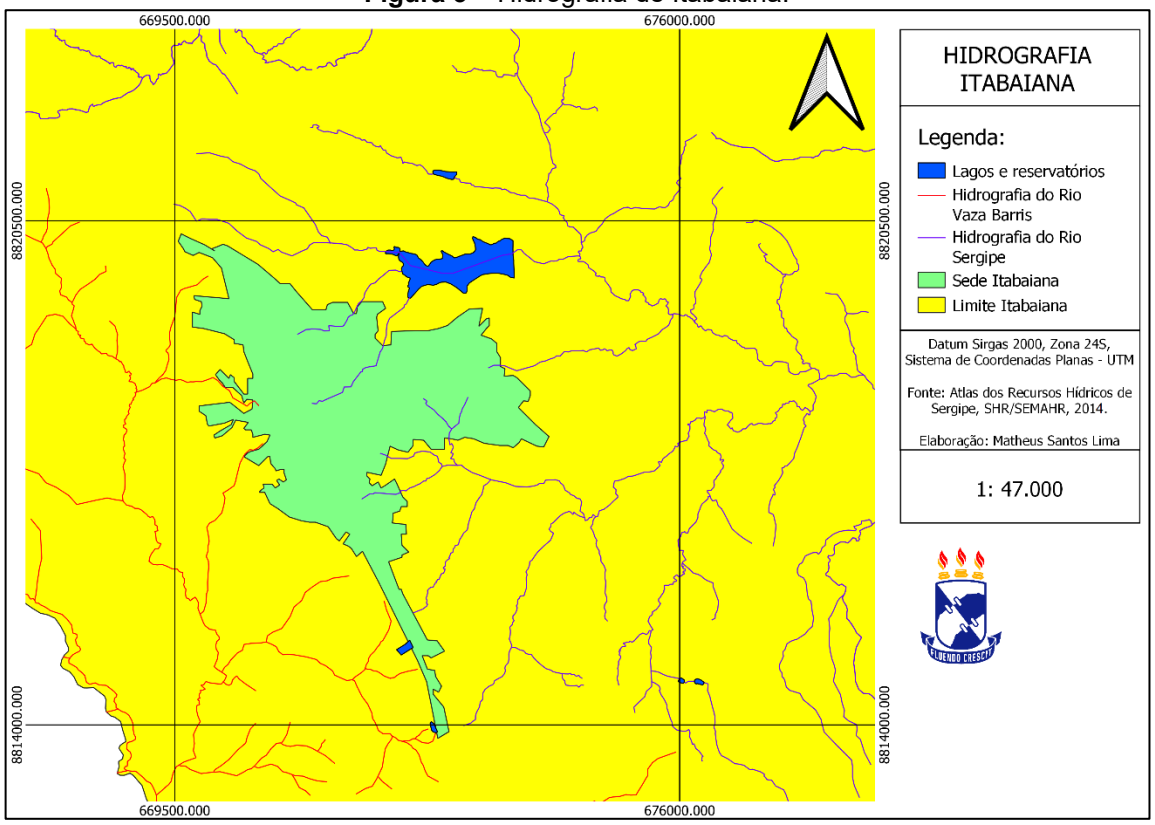
Fonte: Matheus Santos Lima (2022), SEMARH (2014).

Figura 2 – Bacias Hidrográficas de Itabaiana.



Fonte: Matheus Santos Lima (2022), SEMARH (2014).

Figura 3 – Hidrografia de Itabaiana.



Fonte: Matheus Santos Lima (2023), SEMARH (2014).

Após tal apresentação, a aula continuou com o debate sobre os aspectos históricos da cidade, demonstrando o grande crescimento ocorrido na malha urbana de Itabaiana, principalmente nos últimos dez anos, expondo o fator acelerado de expansão da cidade. Durante o decorrer da aula, foi curioso perceber em alguns momentos, a expressão de descoberta por partes dos alunos em relação a determinados pontos debatidos, sobretudo ao destacar a ação da urbanização perante os recursos naturais, como, por exemplo, o fato do local conhecido atualmente como “Mercadão”, no centro da cidade, antes haver o popularmente chamado “Tanque do Povo” (Figura 4). Também, foi discutido o processo histórico do Açude da Marcela, criado com a intenção de ser um reservatório de água para auxílio principalmente nos momentos de seca, o qual foi tornado no local de deságue do esgoto da cidade.

Figura 4 – A esquerda Tanque do Povo, a direita o Mercadão.

Fonte: Blog Os Ceboleiros (2014).

Com esta exposição, deu-se o “pontapé” para as discussões sobre as águas urbanas, iniciando com o debate do seu significado e abrangência, “as águas urbanas englobam o sistema de abastecimento de água e esgotos sanitários, a drenagem urbana e as inundações ribeirinhas, a gestão dos sólidos totais, tendo como metas a saúde e conservação ambiental.” (TUCCI, 2008, p.100). Acima de tudo, foi propiciado junto aos alunos reflexões sobre a contrariedade presente nos centros urbanos relacionados a poluição de corpos hídricos.

A partir deste ponto, foi apresentado sistemas de canalizações existentes na malha urbana de Itabaiana e sua ligação com Açude da Marcela (Figura 5). Foi trabalhado o percurso de tais canais e todas as problemáticas existentes por conta destes e as consequências do despejo do esgoto no Açude, à medida que o conteúdo foi discutido, muitas expressões surgiram dos alunos, como: “professor, pensava que o Açude da Marcela era uma lenda” ou então “agora eu entendi porque quando chove nesses locais ocorrem alagamentos”. Também

foi trazido relatos dos próprios discentes em relação a locais de descarte inadequado do lixo, justamente em localidades próximas aos canais.

Figura 5 – Percurso dos canais trabalhados.

Fonte: Matheus Santos Lima (2022), SEMARH (2014), Google Earth (2022).

Com a discussão do descarte inadequado de resíduos sólidos foi discutido as questões em relação ao transbordo das águas, levando a reflexão e diferenciação entre inundação e alagamento. Foi explicitado aos alunos a distinção entre os dois conceitos, possibilitando a correção do uso equivocado dos termos. Segundo a Classificação e Codificação Brasileira de desastres (COBRADE, 2012, p.2), inundação “é a submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície.” Já alagamento consiste na “extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas.”

Foi trabalhado o fator da ação antrópica, no contexto dos alagamentos. Além disso, também foi refletido acerca dos riscos à saúde da própria população com o extravasamento

das águas dos canais, podendo favorecer a proliferação de doenças com leptospirose e em locais de canalização ao ar livre a disseminação de doenças como dengue e habitat para animais como ratos, escorpiões entre outros. Foi trazido a discussão prejuízos materiais também ocasionados por tais fenômenos como a invasão de água nas residências e em pontos comerciais do centro da cidade. Como afirma Brasil (2016, p. 54).

> Em termos de sistema de drenagem urbana, observa-se mais frequentemente impactos ambientais e sociais relacionados ao: encurtamento dos canais, alteração da morfologia natural desses rios, desequilíbrio do ciclo hidrológico, enchentes e doenças de veiculação hídrica. Impactos estes que comprometem tanto quantidade como qualidade da água.

Outro ponto discutido na aula, foi a distinção entre drenagem urbana e esgotamento sanitário. Ao levar a pergunta se havia diferença entre drenagem e esgotamento, foi consenso entre os discentes que drenagem e esgotamento se referem a captação da água da chuva e coleta dos esgotos residenciais. Partindo disto, foi levado para a discussão a diferenciação entre ambos processos, sendo a drenagem urbana um sistema de captação da água pluvial, o qual deveria ser um sistema distinto do esgotamento. Porém, os sistemas de esgotos são ligados ao de drenagem, contaminando assim, a água da chuva e gerando sérios transtornos.

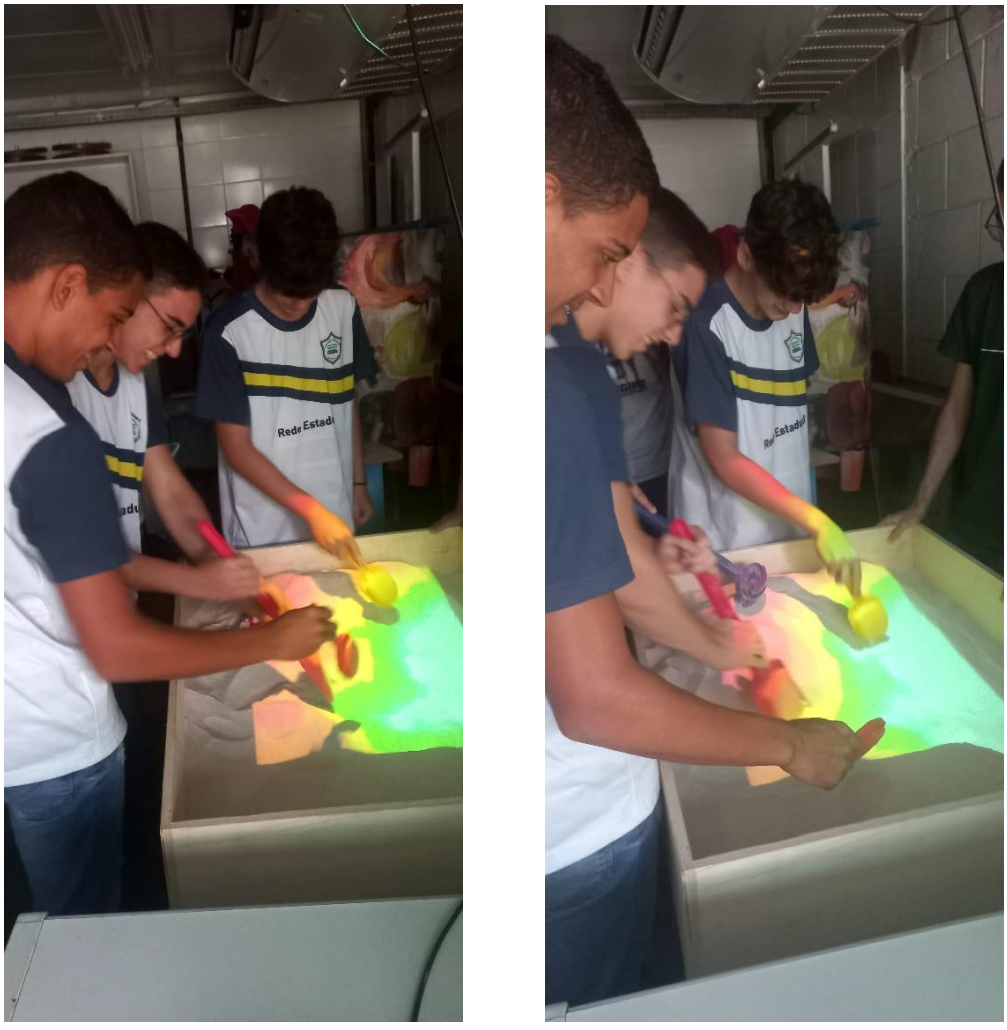
> Pode-se dizer que a drenagem é lembrada em três situações: quando é executada a pavimentação de vias públicas, durante as enchentes, e durante o breve momento que dura a especulação de causas e soluções para tais inconvenientes. Não há um entendimento sobre suas relações com outros setores. Além disso, raramente existe distinção entre os sistemas de drenagem pluvial e de esgotos domésticos [...] (POMPÊO, 2000, p. 18)

Ademais, a discussão do tema também foi atrelada a questões do relevo da cidade, promovendo o entendimento sobre a facilidade de determinados pontos serem propícios à ocorrência de alagamentos**.** Com a ida dos alunos a UFS (Universidade Federal de Sergipe), campus Prof.º Alberto de Carvalho e a visitação ao laboratório de Cartografia/Geologia, foi possível o uso do recurso SarndBox (caixa de areia) para representações e reflexões sobre o relevo. A utilização de tal recurso surte um efeito extremamente positivo com o alunado, tendo em vista a possibilidade de apresentação de forma lúdica de um conteúdo, talvez, mais difícil de se imaginar.

> A possibilidade de utilizar uma ferramenta interativa, onde o próprio aluno pode construir as formas de relevo, e visualiza-las em 3D contribui de maneira ímpar para o ensino dos temas que envolvem a geomorfologia, tanto num caráter próprio desta ciência como em estudos interdisciplinares podendo correlaciona-los também com a geologia, pedologia, topografia, e demais ciências da terra. (SANTOS, *et al,* 2018, p.90)

Os recursos gráficos disponíveis na caixa de areia (curvas de nível, mudança de cores conforme a variação de altitude, variação de tons de azul com cotas altimétricas mais baixas), tornam-se ferramentas fundamentais no entendimento dos discentes com o assunto proposto. Tais fatores, inclusive, auxiliaram com maior facilidade na compreensão dos temas relacionados a drenagem urbana e esgotamento sanitário, e em relação a Itabaiana, também facilitou o entendimento no tocante ao Açude da Marcela ser local de despejo do esgoto da cidade, tendo em vista que esse encontra-se em dos locais mais baixos do centro urbano. Portanto, o uso de tal instrumento caracterizou-se de grande valia para a maior aprendizagem de forma lúdica do tema tratado.

Figuras 6 e 7: Alunos utilizando a caixa de areia.



Fonte: Matheus Santos Lima, 2023.

Considerações Finais

Abordar a temática das águas urbanas é uma oportunidade de grande valia para se trabalhar em sala de aula. Atrelar tal temática, muitas vezes pouco debatida e vista de um ponto muito distante da vivência do alunado, para a realidade destes é uma experiência extremamente válida e instigante a ser desenvolvida as escolas. À medida que o assunto flui, o debate surge naturalmente por ser parte da realidade local, os temas são apreendidos de forma mais simples e próprio pensamento crítico surge de maneira mais fluida para os discentes.

Além disso, o uso da SarndBox surge como uma surpresa para alunos, tendo em vista que, possivelmente, nunca tiveram contato com tal ferramenta. É impressionante ver a reação dos discentes com o contato da caixa de areia, como dito nas visitações “trabalhar com a caixa de areia é momento de todos virarem criança e brincar”. Os professores também apreciam o uso da SarndBox, aprovando o uso do equipamento para se trabalhar com as mais variadas temáticas. Logo, a aplicação do projeto sobre as águas urbanas de Itabaiana, atrelado ao uso da caixa de areia comprova o quão fundamental e importante é trabalhar em sala de aula conteúdos mais próximos da realidade local, favorecendo assim a formação do pensamento plural e crítico dos discentes.

Agradecimentos

Enquanto aluno bolsista do Programa Residência Pedagógica, agradeço ao financiamento concedido pela CAPES.

Referências

BLOG OS CEBOLEIROS CAUSOS E FATOS. O Tanque do Povo. Disponível em: https://carlos-itabaiana.blogspot.com/2014/06/os-cebolas-os-tanques-e-as-lagoas-i.html. Acesso em: 30 mar. 2023.

BRASIL, Joildes. Contribuições da geomorfologia aplicada no planejamento da drenagem urbana: estudo de caso do município de Goiânia, Goiás, Brasil. Universidade Federal da Grande Dourados. Revista Entre-lugar, Dourados-MS, v.7, n.13, p. 50-64, 2017.

COBRADE, Codificação e classificação Brasileira de Desastres. 2012. Disponível em: http://www.defesacivil.rj.gov.br/images/formularios/COBRADE.pdf. Acesso em: 30 mar. 2023.

POMPÊO, Cesar Augusto. Drenagem Urbana Sustentável. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 5, n.1, p.15-23, 2000.

SANTOS, Riclaudio Silva. Et al. Aplicação da *SARNBOX* no ensino de Geomorfologia. Revista de Geografia (Recife) v. 35, n. 4 (especial XII SINAGEO), 2018.

SEMARH. Superintendência dos Recursos Hídricos – SRH. 2014. Atlas Digital. Disponível em: https://www.sedurbs.se.gov.br/portalrecursoshidricos/#. Acesso em: 26 de jan. 2022.

TUCCI, Carlos E. M. Águas Urbanas. Revista Estudos Avançados, v.22, n.63, p. 97-112, 2008.

As potencialidades para o ensino de solos na geografia: explorando o Parque Metropolitano de Pituaçu em Salvador

The potentialities for teaching soils in geography: exploring the Metropolitan Park of Pituaçu in Salvador

Allan Sampaio Silva
Instituto Federal da Bahia - Salvador
allan_sampaio2006@hotmail.com

Resumo: O presente estudo expõe uma análise crítica acerca da forma como o ensino de solos na disciplina de geografia para alunos do ensino fundamental II é sistematizado, sobretudo aquele preconizado pela Base Nacional Comum Curricular, onde este apresenta-se de forma bem superficial, sem explorar todas as potencialidades de sua natureza intrínseca. Com isso torna-se necessário dinamizar seu ensino de maneira que ele possa se tornar cada vez mais tangível a realidade dos nossos estudantes no sentido de fomentar uma melhor compreensão do espaço geográfico. Aqui apresentamos uma forma de lecionar o conteúdo de solos explorando suas características físicas a partir da observação. A base para o estudo foi o Parque Metropolitano de Pituaçu, na cidade de Salvador que se revela como uma localidade essencial para abordagem deste conteúdo, seja para uma aula no local ou recolhendo amostras de solo para discussões e análises com as turmas nas escolas.

Palavras-chave: Geografia escolar. Solos. Amostras. Parque de Pituaçu.

Abstract: The present study presents a critical analysis of the way in which the teaching of soils in the subject of geography for students of elementary school II is systematized, especially that recommended by the National Common Curricular Base, where this is presented in a very superficial way, without exploring all the potentialities of its intrinsic nature. With that, it becomes necessary to streamline its teaching so that it can become increasingly tangible the reality of our students in order to foster a better understanding of the geographic space. Here we present a way of teaching the content of soils exploring their physical characteristics from observation. The basis for the study was the Parque Metropolitano de Pituaçu, in the city of Salvador, which is an essential location for approaching this content, whether for an on-site class or collecting soil samples for discussions and analyzes with classes in schools.

Keywords: School geography. Soils. Samples. Pituaçu Park.

Introdução

Diferente dos recursos hídricos, o estudo do solo na educação básica para a disciplina de geografia, sobretudo nos anos finais do ensino fundamental II ainda é trabalhado de maneira superficial. Ao menos é o que podemos observar em diversas coleções didáticas pautadas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Se contrapondo ao ensino de corpos hídricos que ganham maior destaque em atividades interdisciplinares principalmente em temáticas que envolvem questões de sustentabilidade se estendendo até o ensino médio, enquanto que nesta perspectiva o solo aparenta ter uma relevância menor.

No entanto, seu estudo constitui-se como um componente fundamental do ambiente geográfico, desempenhando um papel crucial para que possamos compreender as interações entre os elementos naturais e antrópicos. Diante do exposto, depreende-se a necessidade de os professores de geografia apresentarem abordagens que facilitem o entendimento sobre a

forma de uso e ocupação do nosso solo a partir das suas características físicas. Isso inclui novas metodologias didáticas que dinamizem o ensino do solo para além daquele sistematizado nos dispositivos normativos de educação.

Repensar abordagens que sejam excessivamente tradicionais e explorar estratégias que promovam uma aprendizagem significativa pode representar um desafio ao docente, mas é essencial para a compreensão do objeto de estudo da geografia, o espaço geográfico que se apresenta tão complexo e diversificado.

> Como sabemos, muito longe de ser uma questão simples, a escolha dos conteúdos a ensinar na geografia requer um recorte que nunca é apenas "pedagógico" ou didático. Escolhemos alguns assuntos entre as muitas possibilidades. E essa seleção tem caráter político. Trata-se de uma seleção ideológica que muitas vezes segue uma inércia até certo ponto cômoda para o professor – seguir o livro didático, por exemplo, mas não necessariamente interessante ao aluno. (KAERCHER, p. 55, 2008).

Sendo assim, o objetivo desta pesquisa é demonstrar que existem formas diversas de se trabalhar o conteúdo de solos no ensino fundamental II, ainda que seja por meio de um currículo oculto. Podemos despertar um interesse maior dos estudantes através de iniciativas práticas que envolvam o contato direto com o que estivermos trabalhando na disciplina. Para o caso específico deste estudo, demonstramos formas de se analisar a textura do solo por meio de amostras coletadas no Parque Metropolitano de Pituaçu em Salvador/BA.

Área de estudo

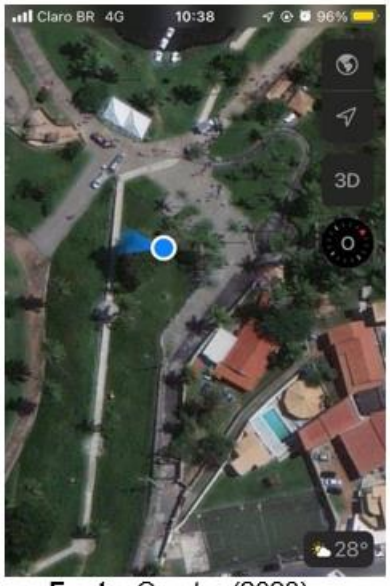
Os pontos de cor azul nas figuras 1, 2 e 3 representam os locais que foram visitados para estudo e coleta das amostras. Da entrada do parque até a coleta final foi percorrido um trecho de 1.230 metros.

Ponto 01 - Parque de Pituaçu - Coordenadas: 12° 58' 03" S | 38° 24' 41" W - Coleta de solo arenoso.

Ponto 02 - Parque de Pituaçu - Coordenadas: 12° 57' 56" S | 38° 24' 42" W - Coleta de solo argiloso.

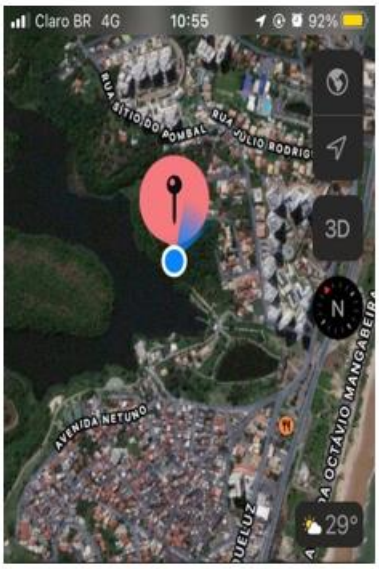
Ponto 03 - Parque de Pituaçu - Coordenadas: 12° 57' 51" S | 38° 24' 40" W - Coleta de solo siltoso.

Figura 1: Ponto de coleta 1.



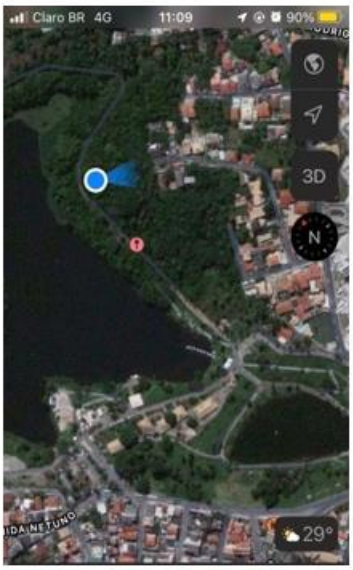
Fonte: O autor (2023).

Figura 2: Ponto de coleta 2.



Fonte: O autor (2023).

Figura 3: Ponto de coleta 3.



Fonte: O autor (2023).

Justificativa

O propósito deste estudo é incentivar professores de geografia a levarem dinamismo e diversificação para suas aulas. Proporcionar variados estímulos e novas abordagens de ensino mantém a atenção dos estudantes, sobretudo quando conseguimos fazer isso contextualizando com a realidade local que eles mesmos vivenciam diariamente. Ao introduzir amostras de solo como ferramentas de ensino de maneira concomitante a apreensão do conteúdo também estaremos promovendo a investigação e o instinto de curiosidade deles a partir da interação direta com o objeto coletado. O docente com a rigorosidade necessária sobre o método irá possibilitar espaço de diálogo com seus discentes por meio de atividades que fomentem neles o desejo de aprender a fim de que possam ser construtores do seu próprio aprendizado.

Essa abordagem pode ser ainda mais significativa em ambientes urbanos onde o contato direto com o solo se dá de maneira mais restrita que em áreas predominantemente rurais. A experiência prática e concreta de uma amostra de solo permite ao docente trabalhar em sala de aula com características físicas como: textura, cor, composição e até mesmo realizar testes de sedimentação e identificação de componentes. Desta forma, temos um grande leque para abordarmos esse conteúdo que dá margem para diversas discussões como o uso e a ocupação do solo, manejo do solo para atividades agrícolas, formas de preservação, além de ser uma grande oportunidade de usar o próprio espaço territorial da cidade como ambiente de análise.

Metodologia

Por ter familiaridade com a Parque de Pituaçu na infância e saber do seu potencial para trabalhar as diversas categorias de análise da geografia, resolvi escolhê-lo como ambiente de estudo. Foi planejado coletar três amostras de solo do parque para evidenciar a característica física da textura e ter esse recurso disponível para ser utilizado posteriormente em sala de aula.

Foi feito o planejamento prévio das áreas a serem observadas a fim de otimizar tempo e no dia 02/06/2023 me dirigi ao Parque Metropolitano de Pituaçu para análise in loco. Os materiais utilizados foram: pá de jardinagem estreita, potes plásticos herméticos para coleta inicial das amostras, prancheta e caneta para anotações, celular com recurso de GPS para demarcar as áreas de observação e coleta, placas petri plásticas para organizar as amostras que serão utilizadas em apresentação, fita adesiva e garrafas de água para higienização.

Diagnóstico dos problemas com o ensino de solos na geografia

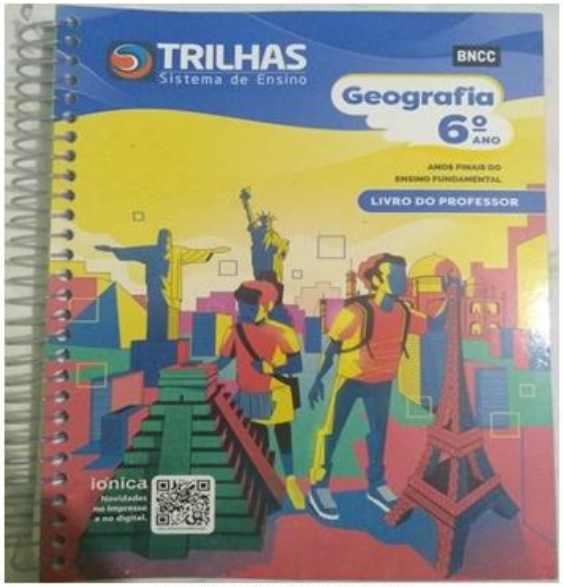
Em janeiro de 2022 iniciei minha atuação em sala de aula como professor regente numa escola particular no bairro de São Caetano em Salvador para turmas de ensino fundamental II. Percebi que a instituição sempre prezou pelo uso excessivo do livro didático como principal recurso para intermediação do conteúdo sob alegação que o mesmo seria a melhor forma de sintetizar os assuntos que são trabalhados pelos professores.

Não me senti confortável, mas no ensejo pela experiência me adaptei a metodologia da escola, embora o livro didático não seja de todo modo ruim é necessária uma capacidade crítica para que possamos trabalhar os conteúdos da geografia de forma lúdica e que acima de tudo possamos correlacioná-los com a realidade vivida pelos estudantes. Imbuído pelas práticas realizadas no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID) e pelas aulas das disciplinas de metodologia e prática de ensino I e II na minha graduação em licenciatura em geografia no Instituto Federal da Bahia - Salvador, sinto a necessidade de explorar outras alternativas para promover uma aprendizagem mais significativa e que acima de tudo possa estimular o interesse dos estudantes na compreensão do espaço geográfico.

Na turma de 6º ano do ensino fundamental II da escola que leciono, a forma como o conteúdo de solos é trabalhada pelo livro didático (figura 4 e figura 5) é incipiente e vago, sendo totalmente desinteressante para fazer qualquer relação com a realidade deles. Desse modo surge o interesse por novas práticas pedagógicas para que possamos fomentar uma aprendizagem mais significativa, explorando o solo da nossa própria cidade para apresentar

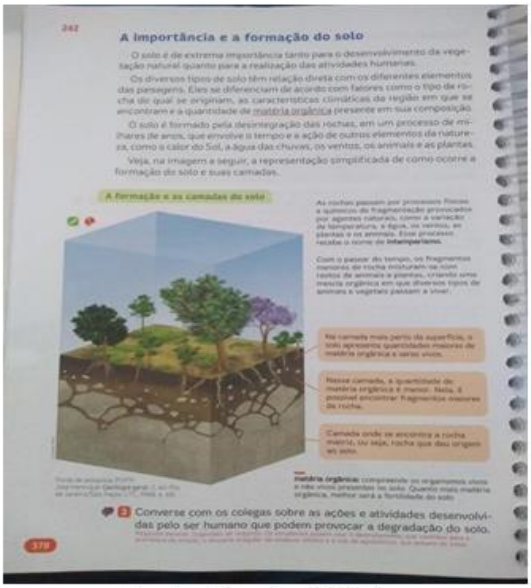
suas diversas características físicas, como: textura, granulometria, coloração, permeabilidade e outras. Acredito que o manejo direto com amostras de solo nas aulas de geografia pode induzir uma participação mais efetiva da turma, sobretudo daqueles que são mais avessos aos conteúdos da disciplina tamanha a sua carga teórica.

Figura 4: Capa do livro de geografia do 6º ano.



Fonte: O autor (2023).

Figura 5: Das 336 páginas do livro apenas uma delas é dedicada ao conteúdo de solo.



Fonte: O autor (2023).

Diante do exposto surge uma necessidade de realizar uma abordagem um pouco mais dedicada tamanha a relevância do conteúdo e que pode ser tangível como a que será apresentada aqui. O ensino de solo permite a compreensão de diversos fatores na sociedade, e quanto antes estimularmos os estudantes a desenvolverem uma visão crítica para a sua importância e preservação melhor será o nosso futuro fazendo uso dele.

Propostas

A partir da problemática identificada que se estabelece pela superficialidade de como o conteúdo de solo é trabalhado nos anos finais do ensino fundamental II, trago com esse estudo as três propostas de intervenção dirigidos a professores e futuros licenciados a fim de mitigar a carência deste conteúdo na geografia escolar.

Proposta 1: Aula de Campo no Parque Metropolitano de Pituaçu - Salvador BA.

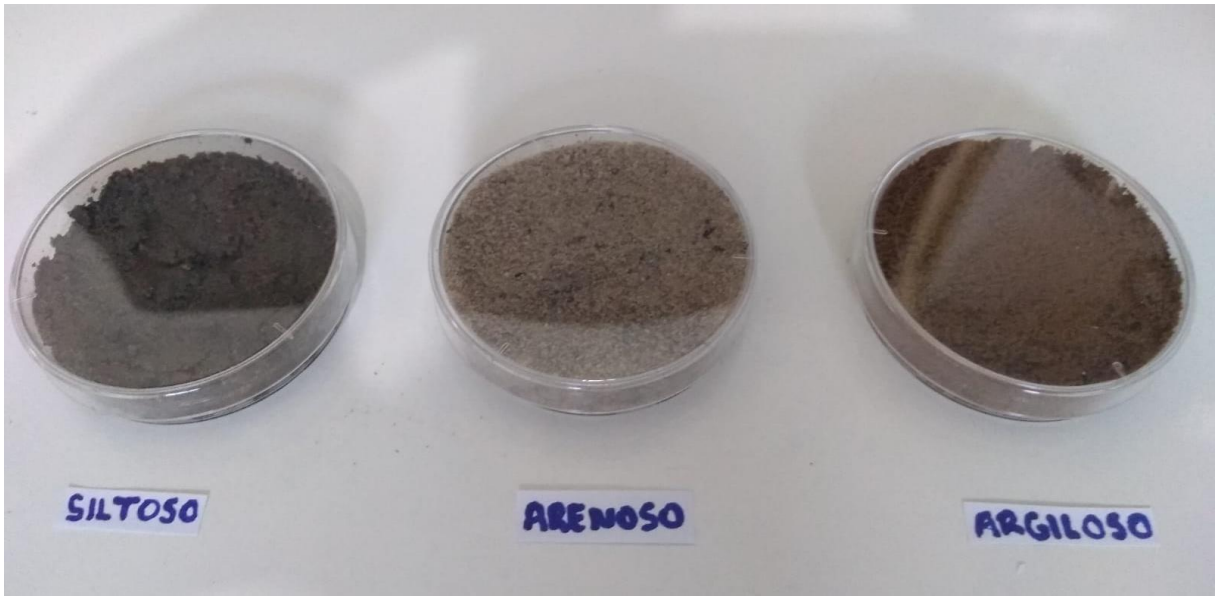
O Parque Metropolitano de Pituaçu tem um potencial vasto para se trabalhar este conteúdo dado a sua extensa área que compreende mais de 400 hectares onde é possível encontrar solos de textura argilosa, arenosa e siltosa. O docente pode fazer correlações com o tipo de vegetação, trabalhar categorias de análise da geografia como lugar e paisagem,

além de mencionar os impactos da atividade antrópica no parque e no seu entorno. Entretanto a logística de visitação pode ser complexa e até mesmo inviável para a realidade de algumas escolas, neste caso passamos a analisar a proposta de intervenção nº 2.

Proposta 2: Coleta de amostras de solo no Parque Metropolitano de Pituaçu - Salvador/BA - Análise de características físicas.

Compreendendo a realidade da escola no que tange a organização de uma aula de campo, se esta apresentar-se inviável, o docente pode realizar o caminho inverso e levar as amostras de solo para o ambiente escolar, após prévia visita ao parque para coletá-las. Conforme mencionado anteriormente, no Parque Metropolitano de Pituaçu é possível encontrar solos com diferentes tipos de textura. Na figura 6 abaixo, vemos a organização de solos com textura: arenosa, argilosa e siltosa dispostos em placa petri plástica transparente.

Figura 6 - Solos do Parque Metropolitano de Pituaçu com diferentes texturas em placas petri.



Fonte: O autor (2023).

Proposta 3: Coletar uma quantidade maior de amostras de solo para experimento em sala de aula.

Caso o perfil da turma favoreça, além do aspecto da visualização podemos trabalhar o manejo direto das amostras para que eles mesmos possam estar identificando as características da textura de cada solo. Neste caso, o docente deverá recolher uma quantidade maior de amostra (figura 7) e ter a disponibilidade de água para realizar o experimento em sala. Ainda é possível levá-los em outro local mais amplo se as instalações da escola permitirem como um pátio a fim de que eles tenham mais liberdade na manipulação das amostras.

Figura 7 - Quantidade maior de amostras de solo organizadas em potes plásticos de 400g.

Fonte: O autor (2023).

Em posse de uma quantidade maior de amostras é possível com auxílio de água solicitar que os alunos manipulem o solo de forma a tentarem fazer uma estrutura cilíndrica e logo após em formato de rosca. Caso seja possível atender os dois critérios teremos um solo de característica mais argilosa figura 8, caso só consigam fazer a estrutura cilíndrica, mas na hora de dobrar a estrutura ela se parta, teremos um solo com predominância de silte conforme a figura 9, e se o solo após contato com água seja permeável de modo a sequer permitir realizar a forma cilíndrica estaremos diante de um solo de textura arenosa, figura 10.

Figura 8: Solo argiloso.

Fonte: O autor (2023).

Figura 9: Solo siltoso.

Fonte: O autor (2023).

Figura 10: Solo arenoso.

Fonte: O autor (2023).

Considerações finais

Aqui vimos uma das inúmeras possibilidades das quais podemos assumir para tornar o assunto de solos mais presente dentro da ciência geográfica. Conhecer o lugar que vivemos ou trabalhamos permite explorá-los em prol de proporcionar uma educação mais participativa, colocando os estudantes como protagonistas do seu próprio aprendizado dando a eles a oportunidade de terem contato direto com o conteúdo ensinado.

A geografia enquanto componente curricular nos permite isso de uma forma muito ampla tamanho a complexidade do seu objeto de estudo ser nada mais que o espaço geográfico. Podemos trabalhar as suas principais categorias de análise como lugar e paisagem abrindo a janela de nossas salas de aula. O despertar para este momento pode ter sua gênese ainda na graduação como foi o caso deste estudo aqui. Por isso é importante um percurso formativo dos futuros licenciados que contemple novas metodologias de ensino e que dialoguem com a realidade atual. É um investimento valioso capacitar professores comprometidos em trabalhar com novos métodos e aplicações práticas da geografia, inserindo o próprio ambiente local como meio para suas aulas. Além de tornar o aprendizado da geografia mais atraente estaremos indiretamente criando um laço de pertencimento, de responsabilidade ambiental e de cidadania, corroborando para que esses estudantes enxerguem outras perspectivas de forma a se sentirem parte disso.

Abordagens práticas e interdisciplinares podem fomentar o interesse do aluno pela geografia que muitas vezes é tida como uma disciplina enciclopédica. Se não houver esse desprendimento nosso, enquanto professores ou futuros licenciados no que tange a buscar ferramentas que auxiliem no desenvolvimento da percepção e compreensão do raciocínio geográfico estaremos fadados a contribuir com essa interpretação equivocada acerca de uma ciência que é tão rica e fascinante.

O ensino de solos na geografia, sobretudo no ensino fundamental II quando trabalhado apenas aos moldes de um livro didático pautado na Base Nacional Comum Curricular é insuficiente para despertar um interesse genuíno do estudante pelo conteúdo. E sobre este mesmo solo estão sendo desenvolvidas todas as nossas atividades diárias. Vem dele o que comemos, precisamos dele para construir nossas habitações, logo não estaríamos apresentando todas as suas potencialidades se ficarmos engessados em apenas uma única página de texto do livro escolar. A BNCC é um dispositivo normativo legal, mas pode nos conduzir a uma direção da qual sabemos que não será completamente efetiva. Esse é o grande desafio do professor que se preocupa não só com o conteúdo ensinado, mas em como alcançar uma aprendizagem que seja de fato significativa. Sabemos que a formação de cidadãos críticos, engajados e conscientes de suas ações na sociedade perpassam pelo

conhecimento dos ambientes dos quais eles vivem e da forma como interagimos tomando a devida consciência da importância de cada espaço.

Durante a etapa do ensino fundamental II, sobretudo no 6º ano onde os conteúdos da geografia sob normatização da BNCC são voltados mais para a parte física é que temos variadas oportunidades de tornar esses assuntos mais tangíveis estimulando a curiosidade inerente da criança nesta fase da vida. Ao instigar esse desejo nos estudantes de estarem envolvidos nas aulas estaremos não somente alcançando os objetivos de uma aprendizagem significativa, mas também tornando o nosso trabalho mais fácil e prazeroso. É claro que isso irá exigir um pouco mais do docente, sobretudo no quesito de planejamento, no entanto o resultado compensa qualquer esforço.

O Parque Metropolitano de Pituaçu apresentado neste estudo é uma área rica em diversos aspectos. Nele ainda estão preservadas algumas áreas de mata atlântica um bioma quase extinto com o crescimento exponencial da urbanização no litoral brasileiro. Encontramos solos de diferentes texturas em toda a sua extensão, sendo possível realizar essa experiência compartilhada aqui no próprio local ou recolhendo e levando as amostras para a sala de aula. Devido a sua grande extensão de área e por estar inserido no munícipio predominantemente urbano preservando características naturais em meio a ação antrópica é uma ótima oportunidade para professores de geografia explorarem seu espaço como recurso de suas aulas.

Referências

BATISTA, A. M.; WERNECK, P. D.; MARCOLINO, A. Solos para todos: perguntas e respostas.- Dados eletrônicos. - Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: MEC, 2017.

KAERCHER, N. A. Quando a geografia crítica pode ser um pastel de vento. Mercator, Fortaleza, v. 3, n. 6, nov. 2008.

Vários autores. Trilhas sistema de ensino: anos finais do ensino fundamental: 6º ano - 2. Ed. - São Paulo: FTD, 2023.

INEMA. Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Governo do Estado da Bahia. Parques Metropolitanos - Pituaçu - Histórico. Disponível em: <http://www.inema.ba.gov.br/gestao-2/parques-metropolitanos/parque-metropolitano-de-pituacu/historico/> Acesso em: 26 mai. 2023.

Formação e proveniência dos Neossolos Quartzarênicos na Borda Leste do Domo de Itabaiana, Areia Branca-SE e o Ensino de Geografia

Formation and provenance of Quartzarenic Neosols on the East Edge of the Domo de Itabaiana, Areia Branca-SE and the Teaching of Geography

Breno Bento Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0009-0004-2772-7290
breno14bento@gmail.com

Tiago de Jesus Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0009-0003-0545-0836
tiagosntsgeo@gmail.com

Cristiano Aprigio dos Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0001-7502-9391
aprigeo@academico.ufs.br

Resumo: Os Neossolos Quartzarênicos encontrados no município de Areia Branca - SE tem a sua coloração vinculada a toponímia responsável pelo nome atribuído ao município, no entanto numa leitura mais aprofundada e direcionamento para o ensino de Geografia emerge uma discussão que toma forma uma vez que procuramos entender sua formação e a proveniência dessa classe e associação pedológica. Ao debruçarmos sobre textos e discussões de vários autores, percebe-se que o Domo de Itabaiana tem predominantemente em sua formação a rocha de Quartzito, que por processos de intemperismo se sedimentam e acabam se acumulando no sopé das serras, e superfícies adjacentes da planície costeira sergipana, local esse onde se encontra o município de estudo. É inconcebível que uma informação tão importante tenha sido negada a gerações de estudantes, e o pior, tenham aprendido erroneamente que havia no passado uma praia que foi a responsável pelos depósitos de areia na região.
Palavras-chave: Espaço-Lugar; Areia Branca – SE; Neossolos Quartizarênicos; Planície Costeira.

Abstract: The Quartzarenic Neosols found in the municipality of Areia Branca - SE have their coloring linked to the toponymy responsible for the name attributed to the municipality, however in a deeper reading and direction for the teaching of Geography emerges a discussion that takes shape once we try to understand its formation and provenance of this pedological class and association. As we looked into texts and discussions by various authors, it was noticed that the Domo de Itabaiana is predominantly made up of Quartzite rock, which, due to weathering processes, sediment and end up accumulating at the foot of the mountain range, and adjacent surfaces of the Sergipe coastal plain, This is where the study municipality is located. It is inconceivable that such important information has been denied to generations of students, and what is worse, they have mistakenly learned that there was a beach in the past that was responsible for the deposits of sand in the region.

Keywords: Space-Place; Areia Branca – SE; Quartizarenic Neosols; Coastal Plain.

Introdução

Um dos objetos de estudo da geografia está relacionado ao solo, sua ocupação e a sua utilidade, que deve ser aprendido durante os anos finais do ensino fundamental, estando assim compondo a pauta dos conteúdos no currículo de ensino. Por vezes, seja por falta de

conhecimento ou motivos outros, os professores acabam não abordando esse assunto de forma satisfatória e aprofundada, apenas ensinando de forma superficial.

Dessa forma, gerações de estudantes do município de Areia Branca – SE, aprenderam que a origem do nome do município que residem é derivado da coloração do seu solo e que isso se explica uma vez que, “a milhares de milhares de anos atrás” houve uma praia ali, essa informação se encontra disponível no site do IBGE, no site da prefeitura e em vários outros sites disponível na web. Então, se essa informação se encontra disponível em sites confiáveis como o próprio IBGE e da prefeitura do município. O que nos leva a refutar essa ideia? É o que buscaremos responder doravante.

Como principal característica os Neossolos Quartzarênicos, apresentam limitações pela baixa capacidade de armazenar água e nutrientes, sendo pouco fértil ou estão tão pouco e recentemente expostos aos processos pedológicos em que os típicos horizontes diagnósticos estão ausentes. (LEPSCH, 2010, p. 114) o acúmulo exacerbado das areias quartzosas, torna possível como uma das principais atividades econômicas do município a extração de areia. Os areais encontram-se próximo a Serra cumprida no povoado Chico Gomes e na serra de Itabaiana no povoado Areias, ambos na parte leste do Domo de Itabaiana. Para consolidação da ideia de que não há presença de nenhum elemento que comprove a existência de uma praia no município, os sedimentos dos Neossolos Quartzarênicos provenientes do intemperismo químico, a partir da água que emana dos lençóis freáticos presente na serra de Itabaiana que transportam e depositam no sopé da serra o material necessário para nosso estudo que resultam no nome dado ao município.

Para desmistificar o mito de que já houve uma praia no município de estudo considerou-se os estudos de diversos autores e indicadores do avanço do nível do mar.

Nos estados da Bahia e Sergipe não foram encontrados, até o momento, afloramentos de sedimentos que possam ser atribuídos a este episódio transgressivo. As únicas evidências conhecidas são constituídas por falésias inativas (ou mortas), provavelmente de origem marinha, esculpidas em sedimentos da Formação Barreiras, de provável idade terciária. Este nível do mar mais alto, correlacionável ao sistema de ilhas barreira-laguna II do Rio Grande do Sul, é conhecido como transgressão Antiga (Bittencourt et al., 1979 apud Suguiu, 2001, p. 246).

Como supracitado, não houve em Sergipe uma transgressão marinha para além do nível topográfico da superfície dos Tabuleiros Costeiro constituídos pela Formação Barreiras, o que torna inviável a presença de uma paleopraia em Areia Branca – SE. Veremos a seguir tipos de indicadores que provam até onde o nível do mar pretérito tenha chegado e correlacionarmos com o local de estudo.

Indicadores Geológicos

Os depósitos arenosos praiais, situados acima ou abaixo do nível do mar atual, constituem evidências inquestionáveis de níveis relativos do mar diferente do atual, assim como proposto pelos estudos dos seguintes pesquisadores; Suguio et al., 1985; Corrêa, 1986; Martin et al., 1996; Corrêa et al., 1996. (Suguio, 2001, p. 93)

Van de Plassche (1986) afirma que Outros indicadores geológicos são; terraços de abrasão marinha, entalhes marinhos e cavernas marinhas.

Outros exemplos de indicadores geológicos são; Beachrocks, Estromatólitos e Ripple Marks. De modo que a presença dessas estruturas pode fornecer indicações sobre a parte da praia na qual foram depositados esses sedimentos e, portanto, definir com precisão de até 0,50m a posição do nível do mar no momento da sua sedimentação. (Flexor & Martin 1979 apud Suguio, 2001, p. 93)

Indicadores Biológicos

Segundo Laborel (1979) é comum encontrarmos ao longo da costa brasileira a presença dos indicadores biológicos compostos dos seguintes elementos; animais marinhos como vermetídeos, ostras, toca de ouriços, corais, moluscos marinhos, florestas submersas e paleomangues. Uma vez encontrados no ambiente podem ser um indicador das posições dos antigos níveis marinhos.

Indicadores arqueológicos

Na costa brasileira, os únicos vestígios arqueológicos pré-históricos, utilizáveis como indicação da variação do nível do mar são os sambaquis. (Martin et al., 1986; Suguio et al., 1992. citado por Suguio, 2001, p. 94)

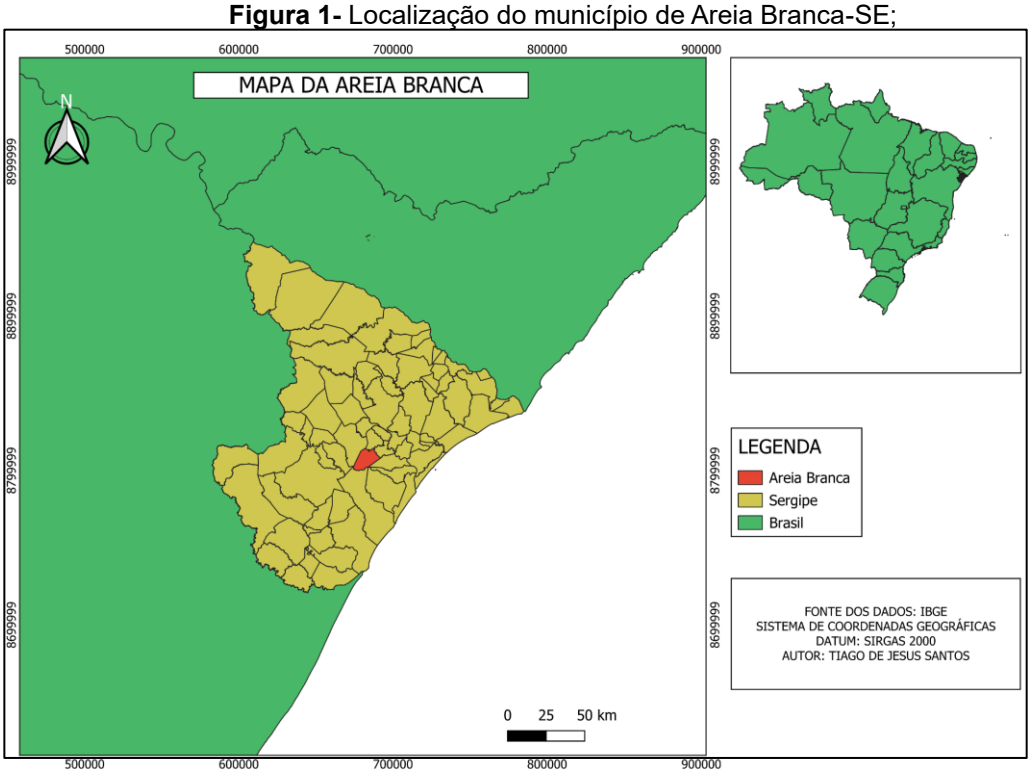
Evidencia-se a ausência de todos os indicadores, não havendo nenhum elemento que comprove a existência de uma praia no pleistoceno no município de Areia Branca – SE.

A partir da discussão sobre a formação e proveniência dos Neossolos Quartzarênicos buscou-se analisar as abordagens sobre o tema de estudos do solo no ensino fundamental e verificar os conhecimentos que os alunos têm acerca do solo do município que residem, além de verificar o uso das metodologias utilizadas pelo corpo docente no processo de ensino e aprendizagem desse tema.

Por fim, o presente Trabalho busca explicar como se originam os Neossolos Quartzarênicos. Segundo Thomas et al. (1994) os Neossolos Quartzarênicos são oriundos dos sedimentos da rocha de quartzito. O intemperismo na rocha de quartzito que se encontra presente na serra de Itabaiana é o responsável pela formação e coloração do solo que se encontra no município, bem como, não houve nenhum evento de transgressão marinha que possa ter causado o depósito de areia na região.

Área de estudo

Figura 1- Localização do município de Areia Branca-SE;



Fonte: SANTOS, J. Tiago

O presente trabalho tem como sua principal área de estudo o município de Areia Branca - SE (Figura 1). Temos presente nos limites fronteiriços do município duas serras, sendo elas, a Serra de Itabaiana e a Serra Comprida que por meio de sua formação rochosa original é de onde provém o material necessário para a construção desse trabalho. Para a fundamentação do trabalho a serra de Itabaiana e a serra comprida que encontram predominantemente em sua formação rochosa o quartzito (CPRM/CODISE, 1997) e pela construção da classificação do Domo de Itabaiana correlacionada segundo a taxionomia proposta por ROSS (1992) o 6º táxon podemos encontrar o arenito (Quartzito) e a presença de seu respectivo sedimento depositado no sopé da serra (Figura 2).

Figura 2 - Quartzito intemperizado;

Fonte: Autoria própria

A água é o principal agente externo modelador da paisagem, na qual, podemos ver entalhado na paisagem na borda leste do Domo de Itabaiana os vales incisos e aprofundados por meio de uma rede de canais de alta densidade de drenagem. Tornando assim possível a meteorização da rocha de Quartzito, como também a rede de drenagem torna propício que os sedimentos sejam levados serra abaixo pelos canais de drenagem. O desenvolvimento de relevos e mecanismos para a formação de areias brancas são encontradas amplamente em vales e depressões. (M. Thomas et al., 1999, p. 29)

Neste âmbito, é notório que o solo é um importante recurso presente no ambiente e na vida das pessoas, mas, o seu estudo é tão pouco conhecido, sendo necessário desenvolver a compreensão dos processos sistêmicos que o envolve, convergindo assim um conhecimento voltado para o estudo do solo. (BARBOSA NETO, 2019).

Metodologia

O presente artigo configura-se de caráter qualitativo por entender que toda pesquisa qualitativa, social e empírica, busca tipificar a variedade de representações das pessoas no seu mundo (BAUER; GASKELL, 2018) mas, contudo, objetiva conhecer a maneira que as pessoas se relacionam com seu ambiente cotidiano.

A pesquisa qualitativa se preocupa com o nível de interação que não pode ser quantificado, sendo assim, ela trabalha com os significados, motivações, crenças, valores e

atitudes (MINAYO, 2014) priorizando assim, ao invés de estatísticas, regras e generalizações, a pesquisa quantitativa trabalha com a descrição, comparação e interpretação.

No intuito de tentar deixar a aula mais próxima possível da realidade, foram apresentados materiais palpáveis sendo parte essencial do aprendizado dos alunos, buscando deixá-los mais perto possível da realidade, unificando assim a teoria e a prática para uma maior fixação do conteúdo. “A teoria sem a prática vira "verbalismo", assim como a prática sem teoria vira ativismo. No entanto, quando se une a prática com a teoria tem-se a práxis, a ação criadora e modificadora da realidade.” (FREIRE, 1996, p.25)

A base teórico-metodológica do trabalho foi baseada no método construtivista, pela razão de que esse método defende que o conhecimento do aluno é construído a partir da participação ativa. A partir dessa concepção, os alunos têm o poder de desenvolver a capacidade de reflexão e compreensão do assunto. O construtivismo teve como seu pioneiro Piaget, e em seguida suas ideias foram seguidas por Vygotsky e Paulo Freire.

> O método construtivista de trabalho adequado prevê, em primeiro lugar, a participação ativa do educando na construção do conhecimento. Geralmente, são usados como caminhos a observação, a manipulação de objetos, o questionamento e a consideração da solução posta pelo educando como base do diálogo, assim como as conversas informais, os jogos, a convivência coletiva, a construção de projetos, etc. (MUGGLER, 2006, p. 738).

O projeto desenvolvido foi aplicado em sala de aula por meio de duas aulas expositivas de 50 minutos cada, sobre o tema a origem do solo no município de Areia Branca - SE, a ser realizado no 8º ano “A” do ensino fundamental no Colégio Estadual Pedro Diniz Gonçalves localizado no município de Areia Branca/SE.

A essência do trabalho baseou-se em 3 partes distintas, a primeira se conclui com aulas e leitura acerca da formação do solo com ênfase para os Neossolos Quartzarênicos, a segunda parte compreendeu o processo de verificação das informações, poder ver e compreender o processo erosivo da serra de Itabaiana e a serra Comprida, bem como, vislumbrar os sedimentos provenientes do Quartzito confirmando assim as informações obtidas através das leituras (Figura 3), por fim, a terceira parte foi poder repassar a informação para os alunos do 8º ano e sua docente através de duas aulas de 50 minutos cada, desmistificando o mito da praia e apresentando aos alunos e professora a rocha de Quartzito e seu mineral o Quartzo encontrados nas serras supracitadas que são responsáveis pedogeneticamente por essa classe e associação no município, em comparativo, foi mostrado as rochas correlacionadas a um ambiente marinho, sendo elas: um Argilito-Siltito com *Ripple Marks* e um Arenito tipo *Beachrock* que indicam numa reconstrução paleoambiental a existência no passado de um ambiente marinho, com sistema deposicional marinho-raso com

uma praia adjacente, evidentemente essas últimas 2 rochas não são encontradas no local de estudo.

Outros estudos sobre a reconstrução paleoambiental da planície costeira de Sergipe, nos quais a descreve da seguinte forma: a sedimentação da Formação Barreiras, na planície costeira sergipana, encontra-se inserida, como preenchimento mais recente na morfoestrutura da bacia sedimentar de Sergipe, em superfície as suas morfoescultura assumem os modelados dos tabuleiros costeiros, esta corresponde a uma sequência de eventos morfodinâmicos ocorridos após o soerguimento, reativação tectônica do escudo cristalino nordestino em sua fachada Oriental, com repercussões sobre o Cráton do São Francisco, as suas datações absolutas apresentam como resultados idades no Pleistoceno, portanto Neógeno, de origem essencialmente continental com evidências de deposições marinhas intercaladas ora apresenta faces predominantemente arenosa, argilosa ora areno-argilosa ou argilo-arenosa revelando um cenário de mudanças no nível médio relativo do mar.

O máximo da antiga transgressão marinha: corresponde ao evento de maior amplitude do mar sobre o continente, com datação ainda do Pleistoceno, cobrindo toda a superfície da então planície costeira pretérita e provocando abrasão na base das encostas desses tabuleiros costeiros recém modelados. A sedimentação pós-Barreira: corresponde em origem e proveniência a sedimentos continentais, que através da sobreposição do acúmulo de leques aluviais resultantes do retrabalhamento morfodinâmico das encostas desses mesmos tabuleiros. Ocorreu assim o estabelecimento dos terraços Pleistocênicos numa condição posterior ao máximo da penúltima transgressão marinha foram estabelecidos esses terraços resultantes dessa morfodinâmica, onde a origem e proveniência dos sedimentos correspondem ao ambiente marinho e sistema marinho raso.

O máximo da transgressão Holocênica corresponde a elevação mais recente do nível de base geral, onde a morfodinâmica marinha produziu feições deltaicas entre os espaços preenchidos pelas antigas lagoas e lagunas costeiras. A construção dos terraços marinhos holocênicos corresponde a morfodinâmica atual estabelecida a partir do nível de base geral vigente, com estabelecimento da planície costeira em seu modelado atual, a planície flúvio-marinha propriamente dita, ocorreu o encaixe, entalhamento dos baixos cursos dos sistemas de drenagens em seus cursos atuais como o Ria São Francisco, o sistema conjunto dos rios Sergipe – Poxim – Cotinguiba, o Vaza Barris e o sistema conjunto dos rios Piauí e Real. Assim é que neste é entendida a reconstrução dessa planície costeira, na qual o município de Areia Branca está inserido.

Figura 3 – Superfície na base da Serra de Itabaiana coberta por Neossolo Quartizarênico;

Fonte: Autoria própria

Resultados e discussões

Os resultados do presente estudo corroboram com os trabalhos de outros autores, que nortearam a concernente pesquisa inicialmente sobre o solo, Geomorfologia do Quaternário e mudanças ambientais e por fim compreender o processo de formação das areias brancas respectivamente. A conclusão do trabalho dialoga com os autores supracitados uma vez que se pode perceber que a relação entre o município de Areia Branca no agreste sergipano se insere no que os autores abordam a respeito da temática.

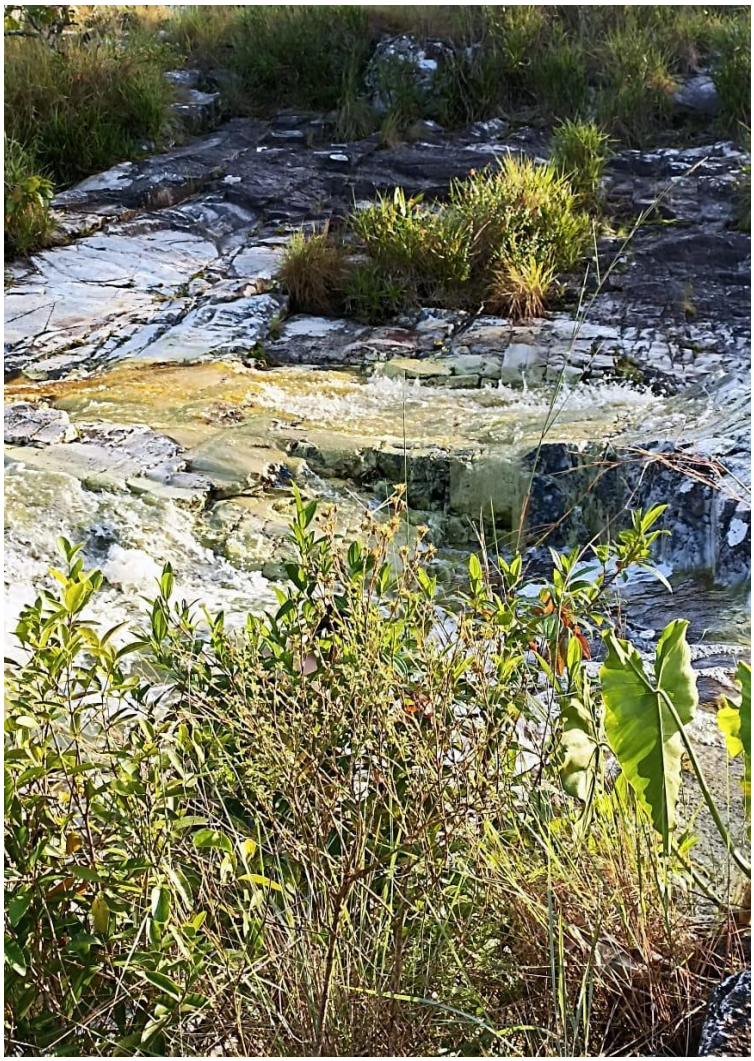
Lepsch (2010) confirma que os Neossolos Quartzarênicos estão a tão pouco e recentemente expostos aos processos pedológicos em que os típicos horizontes diagnósticos estão ausentes. Que explica no local de estudo a presença desse neossolo sem os típicos horizontes, estando exposto na superfície.

Suguio (2001) mostra a luz da verdade que não houve no Pleistoceno um evento de transgressão marinha no qual pudesse fazer as águas do oceano avançarem para além da formação barreiras e chegar até o município no qual nos debruçamos para estudar. Concluindo um elemento indispensável para refutar a teoria de que já houve uma praia em Areia Branca - SE.

Considerando a presença dos Neossolos Quartzarênicos (figura 3) na região e a certeza que não houve no pretérito a ocorrência de uma transgressão marinha, partimos então, para concluir qual a formação e proveniência dos Neossolos Quartzarênicos na borda

leste do Domo de Itabaiana no município de Areia Branca-SE. Considerando o estudo (CPRM/CODISE, 1997) no qual, afirma que a principal rocha encontrada no Parque Nacional Serra de Itabaiana (PARNASI) é o Quartzito, na qual se encontra essencialmente o mineral de quartzo, o material necessário para nosso estudo. Considerando também o estudo de Thomas et al. (1999), no qual se explica como ocorre o processo de formação da areia branca a partir do intemperismo equatorial químico dos quartzitos e a importância da água como agente modelador da paisagem, o desenvolvimento do relevo e a formação do material de estudo no noroeste de Kalimantan, Indonésia, e como esse mesmo processo se configura perfeitamente na área de estudo proposta, sendo responsável por mover e depositar os sedimentos no sopé leste da PARNASI.

Figura 4 – Superfície de afloramento quartzítico, Serra de Itabaiana;



Fonte: Autoria própria.

A partir das informações recolhidas o principal objetivo do trabalho foi repassar as informações contidas para os alunos da rede pública de ensino, uma vez que, gerações de estudantes tiveram seu conhecimento deturpado, e a totalidade dos moradores acreditam que houve a ocorrência de uma praia na região. O processo de ensino e aprendizagem aos alunos se nortearam a partir do método construtivista, instigando a participação do aluno do começo ao fim da aula.

O desenvolvimento do projeto de ensino contemplou os alunos do 8º ano. Inicialmente foi proposto aos alunos falarem por que o nome do município se chama Areia Branca? A resposta como esperado, totalitariamente foi a existência de uma praia no passado. A partir desse ponto a aula se direciona a explicar a formação e proveniência das areias brancas como proposto pelos autores mencionados anteriormente, curiosos os alunos e a professora anotavam tudo.

Como recurso pedagógico além do quadro e pincel, foi levado para sala de aula algumas rochas e o mineral de quartzo, para que os alunos pudessem de forma palpável compreender sobre os fatores geológicos (que foram precedentemente mencionados), bem como, qual a origem e a sua respectiva formação do solo que dá nome ao município. Ao fim da explicação, a dinâmica de aprendizagem se estendeu por meio de perguntas e respostas, e por fim, uma gratificação de chocolate pela cooperação e participação de todos.

Notoriamente observou-se que todos aprenderam sobre a formação e proveniência dos Neossolos Quartzarênicos, como os fatores geológicos indicam a presença de uma praia no local e quais são as rochas que compõem esse fator, conseguiram desvincular que no município não houve a presença de uma praia e principalmente sobre o processo de intemperismo químico. Vislumbrada, a docente responsável pela turma pontuou a importância desse trabalho para trazer luz à verdade sobre um tema tão importante e presente na vida dos alunos, criticou que as informações fornecidas pelo livro didático, internet e até mesmo acervo da biblioteca da escola e do município não se consegue nenhuma informação sobre esse assunto, reconhecendo que o presente estudo tem um importante valor, tendo em vista que trará um novo conhecimento para os estudantes, ajudando a disseminar a verdade sobre a formação do solo no município.

Considerações finais

A partir das observações supracitadas, abordarmos e oferecemos subsídios que podem auxiliar na compreensão da formação e proveniência dos Neossolos Quartzarênicos trouxemos a luz sobre a verdade de que nunca houve uma transgressão marinha para além da Formação Barreiras que possa ter se sobreposto onde hoje é o município de Areia Branca – SE. Logo, conclui-se que as “areias brancas” na verdade são oriundas de um processo de

intemperismo químico na borda leste dos maciços cristalinos que se encontram nos limites fronteiriços do município.

Reiteramos a necessidade do aprimoramento do estudo sobre o solo no ensino fundamental, uma vez que se encontra em défice nos livros didáticos a parte que correlaciona a geografia física e o Espaço-Lugar vivido pelo aluno. É inconcebível que uma informação tão importante tenha sido negada a gerações de estudantes, e o pior, tenham aprendido erroneamente que havia no passado uma praia que foi a responsável pelos depósitos de areia na região.

Assim conclui-se que é de fundamental importância que o professor de geografia esteja sempre aberto para novas descobertas, que contorne a ausência de determinados assuntos do livro didático e use do mundo o seu material de trabalho, explicando aos seus alunos como a Serra de Itabaiana tem direta relação com o solo do município.

Agradecimentos

Agradeço imensamente ao meu orientador e coautor Prof. Dr. Cristiano Aprigio dos Santos, por ter conduzido e orientado o presente trabalho, bem como por ter indicado as leituras que facilitaram a compreensão acerca do tema proposto. Outra pessoa de fundamental importância é o discente de Mestrado e coautor do trabalho Tiago de Jesus Santos, por ter guiado as correções e alterações que resultaram no resultado final do trabalho.

Por último e não menos importante, gostaria de agradecer à professora Adriane, docente da Escola Estadual Pedro Diniz Gonçalves, por ter me recebido e acompanhado durante a execução do trabalho com os alunos do 8º ano.

Referências

ALMEIDA, A. O. **A EDUCAÇÃO EM SOLOS NO CONTEXTO DOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL.** Dissertação (Mestrado). PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS NATURAIS – PPGCN, UFS, 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular – BNCC**, 2017. Disponível em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 22 março 2023.

FLICK, Uwe. **Introdução à metodologia de pesquisa: um guia para iniciantes**. Magda Lopes (trad.), Dirceu da Silva (rev. téc.). Porto Alegre: Penso, 2013.

LIMA, A. H. S; AZAMBUJA, R. N. **Análises morfométricas do Domo de Itabaiana e Mapeamento geomorfológico de detalhe.** Programa de Iniciação Científica Voluntária – PICVOL, UFS, 2017.

LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. 2º.ed. Oficina de textos. 2010.

SANTOS, Humberto Gonçalves dos; et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos.** 5ª. ed. Brasília, DF : Embrapa, 2018. v.1. 356p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em: 15 março 2023.

SANTOS, C. O. Et al. **Abordagem taxionômica do Domo de Itabaiana-SE/BR**. Disponível em <artigo 1.pdf> acesso em: 12 de março de 2023.

CARVALHO, L. M. de. **Geodiversidade do estado de Sergipe** / Organização Luiz Moacyr de Carvalho. Salvador: CPRM, 2017. 153 p. ; il., color.; 30 cm + 1 DVD-ROM. Programa Geologia do Brasil. Levantamento da Geodiversidade. ISBN 978-85-7499-137-5

SANTOS, G. C. dos. **Interações geoecológicas nas planícies de maré do litoral centro-sul sergipano.** Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, 2016.

SUGUIU, K. **Geologia do Quaternário e mudanças ambientais: passadp+presente=futuro?.** São Paulo: Paulo's Comunicações e Artes Gráficas Ltda. 2001.

THOMAS, M.; Thorp, M.; McAlister, J. **Equatorial weathering, landform development and the formation of white sands in north western Kalimantan, Indonesia.** Elsevier: Catena 36 1999 205–232. www.elsevier.com/pt-br.

SANTOS, J. Tiago. (2023). ***Figura 1 - localização do município de Areia Branca - SE.*** 1:25.000.000. acervo próprio

SANTOS, B. Breno. (2023). ***Figura 2 - Quartzito intemperizado;*** 3472 x 4624 pixels. acervo próprio. tirada em 18 de julho de 2023

SANTOS, B. Breno. (2023). ***Figura 3 – Superfície na base da Serra de Itabaiana coberta por Neossolo Quartizarênico;*** 3472 x 4624 pixels. acervo próprio. tirada em 18 de julho de 2023.

SANTOS, B. Breno. (2023). ***Figura 4 – Superfície de afloramento quartzítico, Serra de Itabaiana;*** 3472 x 4624 pixels. acervo próprio. tirada em 18 de julho de 2023.

Explorando o Potencial da Realidade Aumentada no Ensino de Geografia: Modelando Paisagens de Forma Inovadora

Exploring the Potential of Augmented Reality in Geography Education: Innovatively Modeling Landscapes

Tiago de Jesus Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0009-0003-0545-0836
tiagosntsgeo@gmail.com

Ranielly Ferreira da Silva Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0001-5658-8454
ranielly.ferreira10@gmail.com

Raquel Ferreira da Silva Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0009-0002-2118-5385
raquelfsstos@gmail.com

Cristiano Aprigio dos Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0001-7502-9391
aprigeo@academico.ufs.br

Resumo: O presente artigo tem como proposta apresentar a experiência vivenciada em projeto de ensino de Geografia Física desenvolvido com o intuito de explorar o LandscapAR enquanto ferramenta tecnológica que pode auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem na rede escolar pública. Sendo assim, ele foi desenvolvido em uma instituição da rede estadual, no ensino médio. O uso dessa ferramenta nas aulas de Geografia Física foi além de uma simples oficina pedagógica, ela serviu como um aporte pratico de conhecimento que colaborou com a aproximação entre o aluno e o conteúdo trabalhado em sala de aula. Logo, o LandscapAR se apresentou como uma ferramenta de conexão que contribuir na aproximação do aluno com o conteúdo trabalhado em sala de aula, como também no processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: LandscapAR, Ensino, Tecnologia, Paisagem, Curvas de Nível.

Abstract: This article aims to present the experience lived in a Physical Geography teaching project developed with the purpose of exploring LandscapAR as a technological tool that can assist in teaching and learning processes in the public school network. Therefore, it was developed in a state institution, at the high school level. The use of this tool in Physical Geography classes went beyond a simple pedagogical workshop; it served as a practical knowledge resource that contributed to the connection between the student and the content studied in the classroom. Thus, LandscapAR presented itself as a connecting tool that contributed to the student's engagement with the content taught in the classroom, as well as in the teaching and learning process.

Keywords: LandscapAR, Teaching, Technology, Landscape, Contour Lines.

Introdução

Levando em consideração que o uso das ferramentas e aplicativos referentes ao meio técnico-científico-informacional tem ocorrido no mundo e a sociedade como um todo tem se adequado a esses meios e transformações, percebe-se o quanto a tecnologia está inserida

no nosso cotidiano e como ela pode carregar grandes contribuições para a utilização desses acontecimentos ao nosso favor, nesse caso, na sala de aula. Sendo assim, o ensino de Geografia Física pode ganhar outro viés e novas possibilidades, significações e perspectivas, uma vez que durante os processos de ensino e aprendizagem devem ocorrer de modo que esteja aberto a inovações e possibilidades, pois assim podemos ter a chance de romper a rotina de um ensino tradicional e pouco valorizado, sem perder de vista a realidade, sobretudo econômica, em que os alunos daquela instituição estão inseridos.

Sobre o uso e importância das tecnologias para o ensino, Moran (2008) afirma que:

> As tecnologias são pontes que abrem a sala de aula para o mundo, que representam, medeiam o nosso conhecimento do mundo. São diferentes formas de representação da realidade, de forma mais abstrata ou concreta, mais estática ou dinâmica, mais linear ou paralela, mas todas elas, combinadas, integradas, possibilitam uma melhor apreensão da realidade e o desenvolvimento de todas as potencialidades do educando, dos diferentes tipos de inteligência, habilidades e atitudes. (MORAN, 2007, p.166-167).

A partir disso é possível perceber que o uso da tecnologia para o ensino de Geografia Física tem se tornado cada vez mais, uma necessidade de acompanhar as transformações espaciais e sociais ocorridas no mundo e como esses recursos tecnológicos pode contribuir na formação do aluno, por isso, OLIVEIRA; OLIVEIRA, (2019) vai dizer que:

> Um dos papéis da escola é levar os alunos a compreenderem o universo onde estão inseridos, permitindo que façam comparações entre o que experimentam e aquilo que percebem da realidade, contribuindo para que se tornem pessoas mais observadoras e críticas. Por intermédio da prática do uso de novas tecnologias pode-se reforçar e conquistar uma aprendizagem mais significativa para todos, (OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2019, p. 102).

No caso desse projeto utilizou-se da realidade aumentada para aproximar o aluno daquela em que eles estão inseridos a partir do conceito de paisagem e um recorte regional, proporcionando tanto para o professor como também para os alunos uma possibilidade a mais de ensino e de aprendizagem de forma lúdica, dentro das limitações estruturais e precarizações da instituição de ensino, na perspectiva de atingir uma Geografia além da tradicional.

O nosso recorte categórico foi o de paisagem, O conceito de paisagem é trabalhado a muito tempo e de diferentes formas, seja ela como paisagem estética ou como algo dinâmico que sofre interferência do meio. (SANTOS, 2008) trata o conceito de paisagem como tudo aquilo que a visão alcança, ou seja, percebidas a partir de diferentes sentidos, contudo, esse conceito não abarcar a paisagem no seu sentido completo, desse modo, (RODRIGUEZ, SILVA, CAVALCANTI, 2022), abordar a paisagem como algo dinâmico e evolutivo que concentrar elementos naturais e antroponaturais a partir do tempo em relação a influência do ser humano na dinâmica do espaço geográfico.

De acordo com isso, a paisagem é muito mais do que o que conseguimos enxergar, pode ser compreendida desde o que conseguimos enxergar para o que sentimos e ouvimos, além de poder pensar a condição humana como principal modificador da paisagem. Podendo então ressignificar o conceito a partir da exploração da plataforma digital, de aplicativos que proporcionam uma realidade aumentada, como o LandscapAR, alcançando assim resultados bastante positivos, além de gerar grande interesse de participação entre eles.

Desse modo, a principal ferramenta utilizada foi o LandscapAR, onde seu uso decorre de smartphones da plataforma Android, visto que não há aplicativo disponível na plataforma do sistema iOS (ainda)Y, que como tecnologia vai auxiliar a discutir o potencial da realidade aumentada para o ensino de geografia com objetivo de facilitar nos processos de ensino e aprendizagem, proporcionando ao aluno e ao professor utilizarem de novos métodos de ensino.

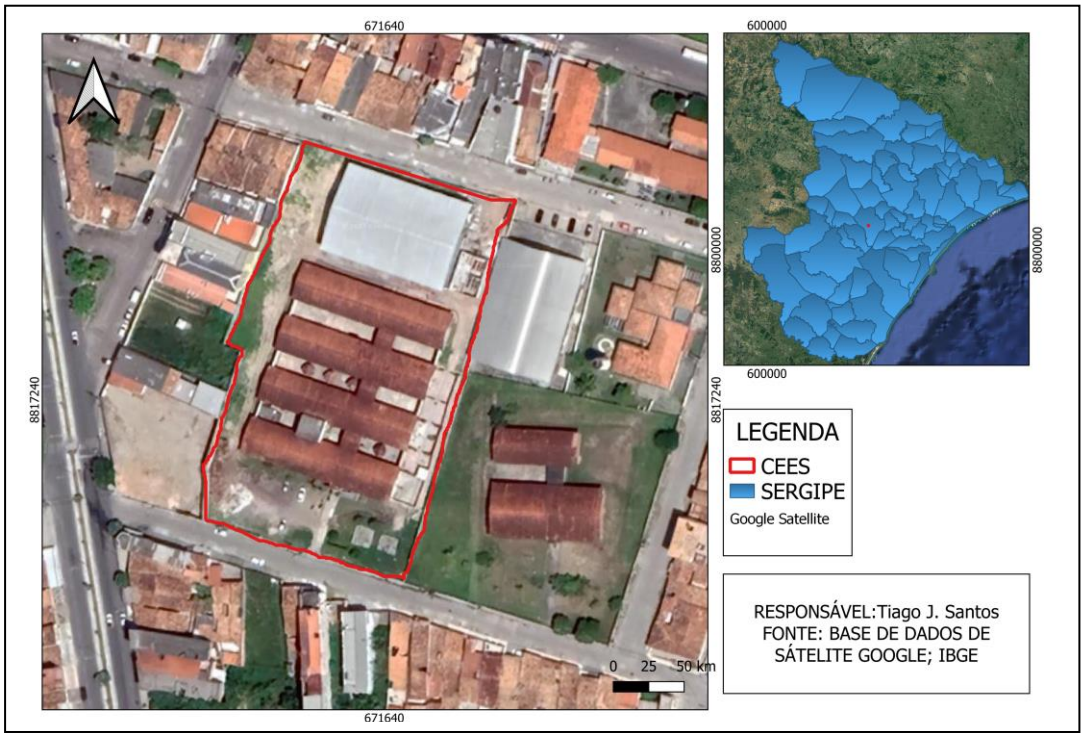
Métodos e Procedimentos

O presente trabalho traz uma abordagem qualitativa focando assim no conhecimento do sujeito como principal dado do conhecimento científico, o artigo trata-se de um relato de experiência em que a vivência é o principal foco, logo, o trabalho vem para relatar a contribuição do LandscapAR no ensino de Geografia a partir da experiência em sala de aula.

Caracterização da Área de Estudo

A execução do projeto ocorreu no Colégio Estadual Eduardo Silveira, localizado no município de Itabaiana presente no agreste Sergipano. A unidade educacional ao todo o possui 23 turmas distribuídas entre o turno vespertino e matutino, possuindo o ensino fundamental e o ensino médio, ao todo o colégio possui 809 alunos matriculados na instituição, tendo como disponibilidade de recursos tecnológicos, quatro Datashow, dois notebooks e três caixas de som para o colégio todo, todas as salas são equipadas com quadros, a também sala de informática e biblioteca na unidade de ensino.

Figura 1 – Unidade educacional.



Fonte: SANTOS, Tiago (2023).

Procedimentos Metodológicos

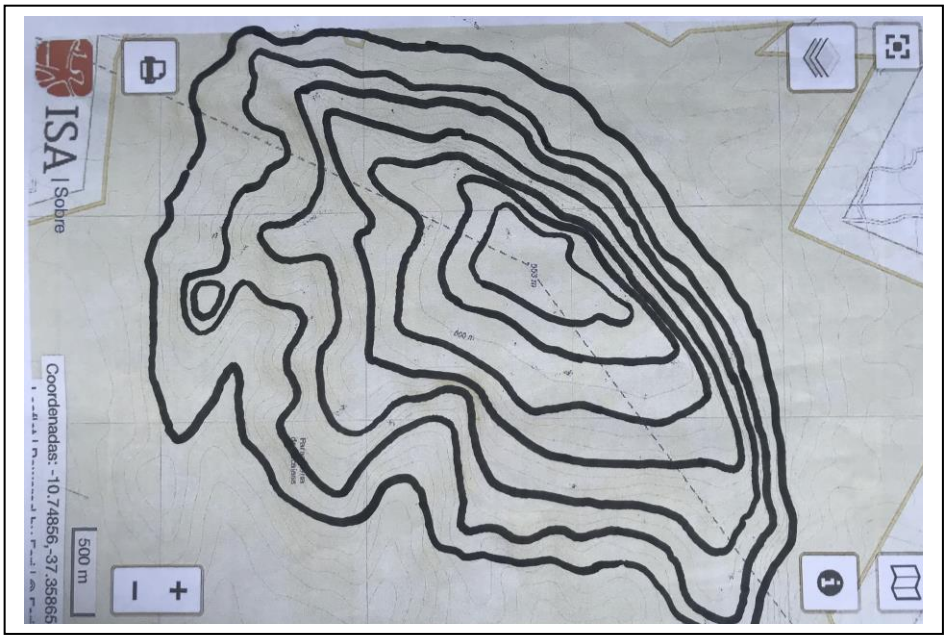
Os procedimentos metodológicos foram executados em três momentos. Na primeira etapa foi escolhido uma paisagem que será a Serra de Itabaiana, pela aproximação dos alunos com a determinada paisagem, desse modo, foi apresentado aos alunos os aspectos físicos da paisagem escolhida como relevo, solo, vegetação, clima e os impactos ambientais que essa paisagem sofre em decorrência da ação antrópica.

Na segunda etapa foi coletado as curvas de nível da Serra de Itabaiana, para que os alunos reproduzissem as curvas em uma folha A4 com marcador de tinta preta para facilitar o escaneamento da curva posta, e com isso, na terceira etapa seja aplicado o aplicativo LandscapAR como representador da realidade aumentada a partir das curvas de nível feitas pelos alunos onde será feita a representação da paisagem da serra de Itabaiana a partir da realidade aumentada.

Figura 2 – Serra de Itabaiana.

Fonte: ICMBio, (2016).

Figura 3 – Ilustração da curva de nível da Serra de Itabaiana



Fonte: SANTOS, Tiago (2023).

Resultados e Discussão

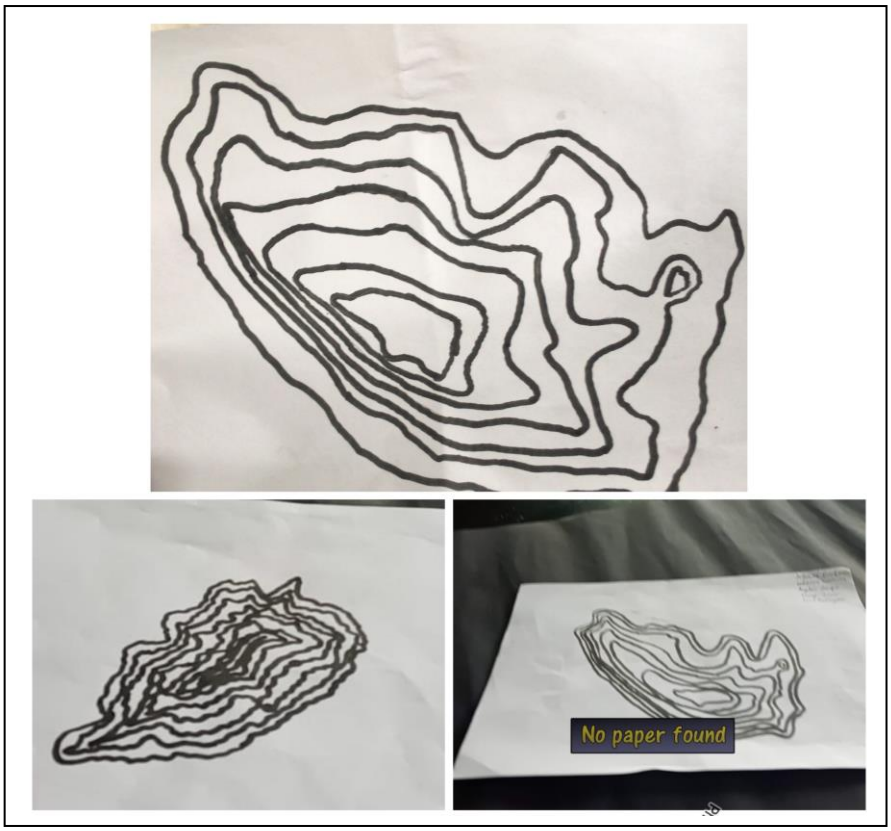
A execução do projeto ocorreu na turma do 1º ano C1, disponibilizada pela professora responsável pela disciplina de Geografia, logo, foi dado início a aplicação do projeto onde na primeira etapa (figura 4), foi trabalhado os conceitos e elementos físicos presentes na paisagem da Serra de Itabaiana e os impactos que acabam modificando essa paisagem através da ação antrópica essas informações foram coletadas através de trabalho de campo na localidade e revisão da literatura, principalmente no plano de manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana (PNSI) , onde a Serra de Itabaiana faz parte dessa unidade de conservação de proteção integral.

Figura 4 – Execução da etapa 1.

Fonte: SANTOS, Raquel (2023).

Em seguida foi dado início a segunda etapa, considerada como uma atividade de cunho prático, onde foi apresentado aos alunos as curvas de nível da Serra de Itabaiana, a fim de mostrar tanto sua topografia como também a paisagem ali presente a partir da realidade aumentada, para isso foi necessário que os alunos replicassem essas curvas (figura 5) e com isso desse início a terceira etapa.

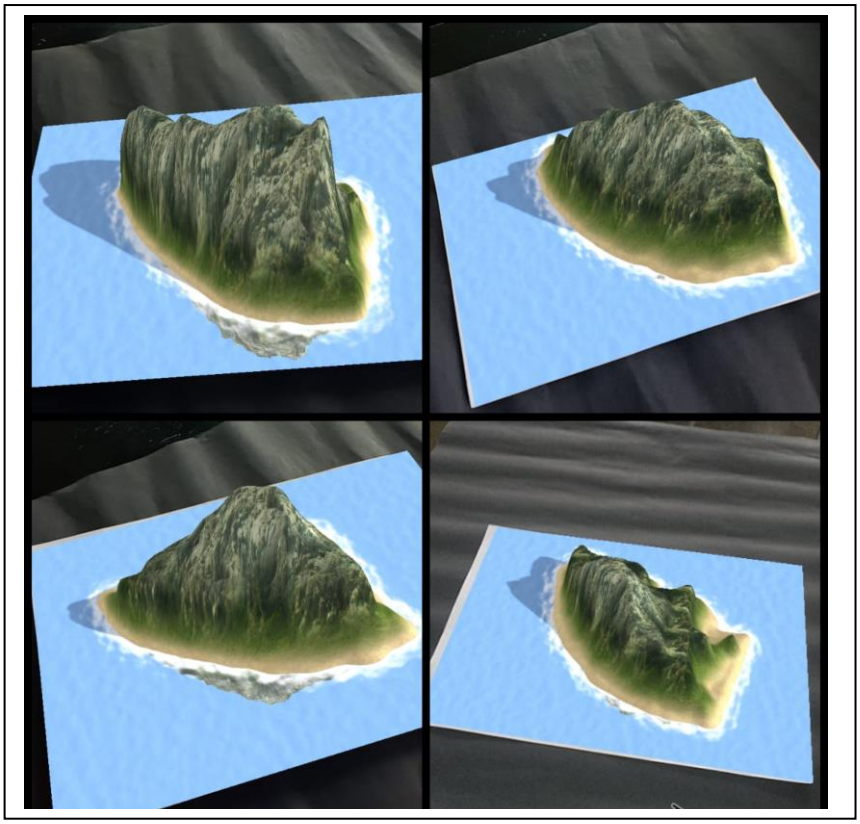
Figura 5 – Execução da etapa 2.



Fonte: SANTOS, Tiago (2023).

Para finalizar foi trabalhado com as curvas de nível feitas pelos alunos, aonde foram escaneadas pelo celular, a partir do aplicativo LandscapAR, a fim de representar a paisagem através das curvas de nível e com isso entender os aspectos fiscos da paisagem (figura 6), logo, o LandscapAR vem como ferramenta facilitadora no processo de ensino e aprendizagem.

Figura 6 – Execução da etapa 3.



Fonte: SANTOS, Tiago (2023).

Diante disso, é de grande importância ser pensar uma educação correlacionada ao uso da tecnologia, onde o foco está atrelado ao ensino e aprendizagem do aluno como ponto primordial com isso, logo, a de ser pensar na modificação dos documentos normativos que orientam essa aplicação, Para Aguiar:

> A necessidade de implementação do uso de novas tecnologias na educação requer um repensar da prática pedagógica em sala de aula, requer uma mudança nos currículos de maneira que contemple os interesses do aluno já que o aprender não está centrado no professor, mas no processo ensino-aprendizagem do aluno quando, então, sua participação ativa determina a construção do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades cognitivas, (AGUIAR, 2023, P.65).

A construção do conhecimento está atrelada a uma prática participativa e correlacionada a sua vivência como fonte de conhecimento prévio, logo, o uso de tecnologia vem como uma ligação entre a vivência do aluno e a construção do conhecimento, desse modo, a tecnologia vem como uma ponte que interligar esses conceitos e com isso possa contribuir no processo de ensino e aprendizagem, (AGUIAR, 2023).

Desse modo, a execução do projeto contribuiu para que os alunos conseguissem ter uma experiencia em relação ao contexto da paisagem da Serra de Itabaiana correlacionando a teoria e a prática, contribuindo no compreendimento do aluno, como também na

aproximação do aluno auxiliando na participação ativa do aluno colocando assim o processo de ensino e aprendizagem como o principal objetivo desenvolvido.

Conclusão

O uso da tecnologia nas aulas de Geografia vai além de uma simples oficina pedagógica, ela vem como um aporte pratico de conhecimento que colaborar com a aproximação entre o aluno e o conteúdo trabalhado em sala de aula. É de grande importância a aproximação do aluno com os diversos meios que abrangem a instituição educacional tornando o ambiente prazeroso e agradável ajudando na permanecia e na participação dos alunos frente ao ensino de geografia, desse modo, o aluno vem como principal sujeito na utilização da tecnologia, e o processo de ensino e aprendizagem enta no meio entre o aluno e o uso da tecnologia direcionada ao ensino. O presente trabalho foi executado e finalizado com aproveitamento e sucesso, onde contribuíram para o fazer científico, colaborando no conhecimento da área de estudo como também, abre portas para novos estudos na linha de pesquisa do trabalho.

Agradecimentos

Agradecemos a Universidade Federal de Sergipe por todo o aporte teórico e técnico para a execução do trabalho, ao Programa de Pós-graduação em Ciências Naturais- PPGCN, como também, ao programa Residência Pedagógica e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES.

Referências

ANDRADE, G. P.; OLIVEIRA, A. C. C. de A. Uso da ferramenta de Realidade Aumentada - Sandbox no Ensino de Geografia: proposta didática para o tratamento do conteúdo formas de relevo. Revista Brasileira de Educação em Geografia, v. 9, n. 17, p. 278-301, 2019.

AGUIAR, E. V. B. As novas tecnologias e o ensino-aprendizagem. **Revista Vértices**, *[S. l.]*, v. 10, n. 1/3, p. 63–72, 2023. DOI: 10.5935/1809-2667.20080006. Disponível em: https://editoraessentia.iff.edu.br/index.php/vertices/article/view/1809-2667.20080006. Acesso em: 1 ago. 2023.

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Plano de Manejo do Parque Nacional Serra de Itabaiana. Brasília/DF, 2016. Disponível em: < http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano-demanejo/dcom_plano_de_manej o_Parna_Serra_de_Itabaiana.pdf >. Acesso em: 15 fev. 2022.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Parque Nacional Serra de Itabaiana. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/mata-atlantica/lista-de-ucs/parna-serra-de-itabaiana. Acesso em: 31 jul. 2023.

MORAN, José Manuel. Novas Tecnologias e o re-encantamento do mundo. Revista Tecnologia Educacional. Rio de Janeiro, vol. 23, n.126, setembro-outubro 1995, p. 24-26 Disponível em: http://www.eca.usp.br/prof/moran/novtec.htm. Acesso em 28 de julho de 2023.

OLIVEIRA, Erico Anderson de; OLIVEIRA, Rosália Caldas Sanábio de. O uso do aplicativo LandscapAR como recurso pedagógico para o ensino de Geografia. Geosaberes, Fortaleza, v. 10, n. 22, p. 100-114, set./dez. 2019. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/54069 Acesso em: 31 de julho de 2023.

RODRIGUEZ, José Manuel Mateo; SILVA, Edson Vicente Da; CAVALCANTI, Agostinho de Paula Brito. Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental. 2022.

SANTOS, M. Metamorfoses do espaço habitado: fundamentos teóricos e metodológicos da geografia.6. ed. São Paulo: Edusp, 2008. 136 p.

Aula de Campo de Fundamentos de Climatologia: Uma prática necessária para a apreensão dos conhecimentos climáticos na graduação

Field Class of Fundamentals of Climatology: A necessary practice for the apprehension of climatic knowledge in graduation

Ariadne Fernanda Ferraz Vieira
Graduanda em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
https://orcid.org/0000-0003-4293-2167
ariadnevieiraf@gmail.com

Tamires Gabryele de Lima Mendes
Doutoranda em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
https://orcid.org/0000-0002-1011-0479
tamires25lima@hotmail.com

Rafaela Melissa Andrade Ferreira
Mestranda em Geografia pela Universidade Federal do Paraná - UFPR
https://orcid.org/0000-0003-2721-4191
rafaela.andrade@ufpr.br

Cristiana Coutinho Duarte
Professora Orientadora (DCG), Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
https://orcid.org/0000-0002-5219-3903
cristiana.durte@ufpe.br

Resumo: O presente trabalho visa evidenciar a importância da realização das aulas de campo no ensino da Climatologia Geográfica durante a graduação, uma vez que essas são fundamentais na observação, análise e interpretação das transformações espaciais envolvendo os fatores e elementos do clima no espaço vivido. Para tal, foi utilizada como referência, a aula de campo da disciplina de Fundamentos de Climatologia ofertada no curso de bacharelado em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, em março de 2023, tratando-se de um trabalho descritivo.

Palavras-chave: Ensino de climatologia, Geografia, Universidade Federal de Pernambuco.

Abstract: The present work aims to highlight the importance of conducting field classes in the teaching of Geographic Climatology during graduation, since these are fundamental in the observation, analysis and interpretation of spatial transformations involving the factors and elements of the climate in the lived space. To this end, the field class of the discipline of Fundamentals of Climatology offered in the Bachelor's degree course in Geography at the Federal University of Pernambuco, in March 2023, was used as a reference, being a descriptive work.

Keywords: Teaching climatology, Geography, Federal University of Pernambuco.

Introdução

O sistema climático é formado por um conjunto de elementos, em dinamismo constante, que interage com os fatores geográficos, gerando uma troca de energia e interdependência. Nesse sentido, a climatologia é a ciência que por encontrar suas bases na meteorologia, trata dos padrões de comportamento da atmosfera em suas interações com as atividades humanas e com a superfície terrestre no decorrer de um período de tempo muito longo (MENDONÇA et al., 2007).

Ao estudar a atmosfera e seus fenômenos por meio do registro e medição destes, a climatologia busca ainda, realizar a análise espacial para entender as condições físicas nas quais esses dados foram produzidos (BARROS e ZAVATTINI, 2009). Para realização do registro e da medição de dados primários de interesse climático, muitas vezes é necessário realizar coletas e aferições em campo, a partir de procedimentos metodológicos específicos para atingir os mais diversos objetivos que podem ser traçados.

É nesse contexto que as atividades de campo desempenham um papel crucial nas disciplinas de climatologia no curso de Geografia. Elas se apresentam como uma das ferramentas fundamentais para a compreensão dos conteúdos geográficos e climáticos durante a formação do profissional geógrafo. Por meio dessas atividades, os estudantes têm a oportunidade de perceber os fatores e elementos climáticos em ação, além de adquirir habilidades em conduzir estudos e pesquisas.

As aulas de campo proporcionam aos universitários uma vivência prática do conhecimento teórico, especialmente no que diz respeito aos fatores espaciais que influenciam o comportamento climático e a dinâmica de áreas específicas, englobando diversos elementos climáticos. De acordo com Zanella et al. (2007), a análise da paisagem em conjunto com o estudo climático busca estimular uma reflexão direcionada à percepção socioambiental dos indivíduos. Portanto, a paisagem se torna um cenário para as várias abordagens da geografia física.

Por meio desta prática, o estudante intercala a assimilação dos conteúdos transmitido pelo professor em sala de aula com a observação em campo, como pode ser evidenciado por Cordeiro e Oliveira (2011, p.103):

> Dentre os recursos para auxiliar no ensino de Geografia, as aulas de campo aparecem como um instrumento eficiente para o estabelecimento de uma nova perspectiva na relação aluno/aprendizagem, pois o aluno passa a “ver” a Geografia em vez de “ler” a Geografia, permitindo assim, uma maior compreensão do espaço geográfico (CORDEIRO e OLIVEIRA, 2011, p. 103).

Além de perceberem de forma prática os conteúdos estudados e pesquisados em sala de aula e em gabinete, durante a realização das aulas de campo, é possível vivenciar o compartilhamento de ideias, hipóteses e manipulação de alguns equipamentos, que são fundamentais para vivência ativa e crítica dos estudantes enquanto construtores do espaço vivido, aguçando seu olhar geográfico e percebendo os múltiplos fenômenos envolvidos na análise.

Segundo Aguiar (2012), desde as curiosidades cotidianas até a influência nas condições climáticas regionais, o entendimento das condições atmosféricas é explorado tanto no contexto escolar quanto nas disciplinas de Geografia e Ciências. Essa abordagem proporciona um suporte didático fundamental, o qual deve ser ampliado durante a graduação

por meio de diversas abordagens. Atualmente, a tecnologia está a nosso favor, permitindo a realização de aulas práticas com o uso de aplicativos e equipamentos, e mesmo nas atividades mais básicas, é possível mostrar aos futuros professores como aplicar tópicos da climatologia.

Nesse sentido, observa-se uma disparidade entre o conhecimento adquirido durante a graduação e o que é efetivamente transmitido no ambiente escolar da educação básica. Conforme mencionado por Sant'anna Neto (2000), essa problemática surge devido a uma série de fatores, incluindo a configuração do currículo, a capacitação dos docentes e a ausência de uma integração efetiva entre escola e universidade. Dessa forma, existe uma lacuna no componente curricular de graduação e na abordagem apresentada nos livros didáticos para alunos do Ensino fundamental anos finais II. É necessário que a educação universitária englobe duas perspectivas: a científica e a didática, destinadas ao ensino prático em salas de aula, abrangendo tanto os anos finais do ensino fundamental II quanto o ensino médio.

De acordo com Cardoso et al. (2021), a aplicação do estudo ambiental em relação às questões climáticas destaca de maneira evidente a relevância dessa abordagem para a compreensão e reconhecimento da realidade. As implicações das questões climáticas exercem um impacto considerável no cotidiano das pessoas. Ao compreender a dinâmica climática local, como é o caso de Recife, onde há períodos secos e chuvosos distintos, é possível observar eventos recorrentes que afetam um grande número de indivíduos. As chuvas concentradas entre março e agosto, por exemplo, frequentemente resultam em enchentes, alagamentos e deslizamentos, acarretando perdas materiais e humanas. Além disso, períodos de elevadas temperaturas também são observados (Mendes et al, 2019; Wanderley et al, 2021; Moreira et al., 2022). É notável que muitas vezes esses tópicos não são devidamente abordados em ambiente escolar.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), delineiam uma série de competências e habilidades que se espera que um estudante desenvolva ao longo de sua jornada escolar. Essas diretrizes oferecem uma visão sucinta, a qual é o ponto de partida para o professor, que posteriormente detalha e desenvolve em seu planejamento didático. Os livros didáticos complementam essa orientação com uma abordagem conceitual, fundamentada principalmente em conhecimentos acadêmicos, sobre as distintas classificações climáticas tanto do Brasil quanto do mundo. Geralmente, eles incluem mapas que demarcam as diferentes zonas climáticas e suas respectivas descrições.

No entanto, diante das experiências cotidianas e dos eventos que ocorrem na própria comunidade, o professor possui a valiosa oportunidade de incorporar essa realidade local em sala de aula. Ao fazer isso, ele proporciona uma perspectiva prática e palpável às orientações

curriculares, transformando esses acontecimentos em conteúdo significativo e tangível para os alunos. Ao contextualizar a climatologia por meio dessa abordagem, o conteúdo adquire um propósito mais profundo e genuíno. Isso não apenas enriquece o processo de ensino e aprendizagem, mas também engaja os alunos ao demonstrar a relevância prática e impactante do estudo climático em seu ambiente imediato.

Nesse contexto, o mesmo princípio se aplica aos estudantes universitários como uma abordagem de aprendizado. É essencial oferecer a eles a oportunidade de experienciar aulas que abordem tanto o ambiente ao seu redor quanto diversas localidades com distintas dinâmicas climáticas. Isso envolve destacar como os elementos climáticos interagem com os fatores climáticos específicos de diferentes regiões em Pernambuco.

Assim, o presente trabalho objetiva apresentar as atividades realizadas na disciplina de Fundamentos de Climatologia do Curso de Geografia da Universidade Federal de Pernambuco, no ano de 2023. Para tal, buscou-se apresentar um panorama geral acerca da Climatologia Geográfica, dos principais aspectos teórico-metodológicos do seu ensino e das aulas de campo como parte essencial da carga horária dessa disciplina, bem como, relatar a experiência da aula de campo, por meio das etapas de realização da atividade, apresentando os dados coletados e os resultados obtidos.

Metodologia

A disciplina de Fundamentos de Climatologia, obrigatória para os cursos de licenciatura e bacharelado em Geografia na UFPE, apresenta em seu plano de ensino, uma ementa que abarca: conceitos e importância da Climatologia; a atmosfera terrestre; os elementos meteorológicos e os fatores climáticos; a circulação geral da atmosfera; massas de ar; gênese e características das frentes; o clima e a paisagem.

A partir desses tópicos, objetiva-se fazer com que os discentes conheçam e utilizem dos subsídios do clima e do tempo, para realizarem análises do espaço geográfico, buscando compreender a influência dos elementos do clima nos fatores climáticos e suas relações com a paisagem natural, ocupação territorial e atividades sociais, econômicas e culturais, tudo isso, a partir das aulas teóricas e das atividades práticas em campo[9].

Compondo as 30 horas práticas do total de 60 horas de carga horária da disciplina, foi realizada uma aula de campo entre os dias 14 e 17 de março de 2023, com os pontos e parada disponíveis na sistematização do roteiro abaixo:

[9]Informações coletadas do Plano de Ensino da disciplina disponível no SIG@ da UFPE para os alunos matriculados, baseado na ementa disponível ao público no site da Licenciatura em Geografia https://drive.google.com/drive/folders/1PDb8i2gjdXapOybhylR0Ox9qHjtUPDOA?usp=sharing

Quadro 1 – Sistematização do roteiro da aula de campo aprovada pela PROGRAD - UFPE[10]

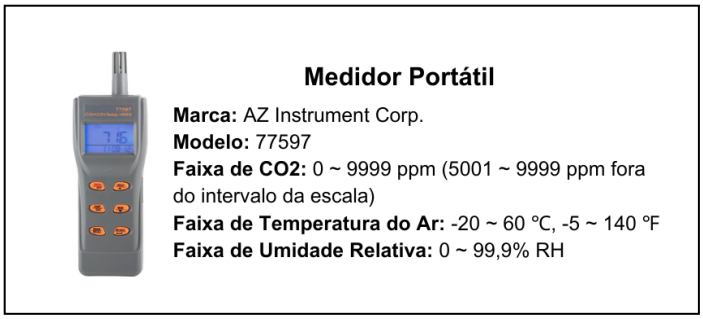
DIA	ROTEIRO	PERNOITE
14/03/2023	Recife-Ipojuca-Palmares-Garanhuns (via BR-101)	Garanhuns-PE
15/03/2023	Garanhuns-Caetés-Arcoverde	Arcoverde-PE
16/03/2023	Arcoverde-Buíque-Garanhuns	Garanhuns-PE
17/03/2023	Garanhuns-Caruaru-Natuba-Recife (via BR-232)	Sem pernoite

Fonte: Os autores (2023).

Na realização deste roteiro de aproximadamente 800km, pelo estado de Pernambuco, em todas as paradas, realizadas uma ou mais vezes nos municípios indicados no quadro 1, foram coletados dados fundamentais no estabelecimento da relação dos elementos e fatores climáticos, a saber: coordenadas geográficas, elevação, pressão, temperatura, umidade e CO^2, além de terem sido feito, os registros do nome da localidade e do horário de coleta dos dados.

Para a coleta das coordenadas geográficas, foi utilizado o aplicativo 'timestamp câmera free' e para os dados de pressão e elevação, foi utilizado o aplicativo 'barómetro e altímetro', ambos disponíveis no *Google Play* (android) e para a coleta dos dados de temperatura, umidade e CO^2, foi utilizado o medidor portátil com *Datalogger* (figura 1).

Figura 1 – Instrumento utilizado na coleta de dados



Fonte: Os autores (2023).

Após a coleta de dados nos pontos visitados durante os dias de aula de campo, foi feita a organização destes, para que pudessem ser analisados juntamente com o perfil topográfico gerado a partir das coordenadas geográficas, apresentados na seção a seguir. Vale ressaltar, que todos as etapas de coleta e tratamento de dados foram utilizadas como

[10] Dados bases do roteiro aprovado pela Pró-Reitoria de Graduação – Prograd/UFPE, disponível no site da UFPE https://www.ufpe.br/prograd/aulas-de-campo

metodologia de ensino prático da disciplina, sendo parte do componente avaliativo, a realização dessa atividade de sistematização, interpretação e discussão dos dados.

Resultados e Discussão

Uma vez ministradas as aulas teóricas da disciplina e proposta a aula de campo, com o roteiro apresentado no quadro 1, os estudantes matriculados foram orientados acerca da proposta de coleta e análise dos dados, estando munidos de caderno de campo e equipamento de fotografia (celular ou câmera) ao longo do trajeto.

Durante a realização da aula de campo, em cada ponto de coleta, foram discutidos e observados os aspectos paisagísticos, bem como, foram identificados possíveis fatores e elementos do clima atuantes nos pontos visitados. Após a finalização da atividade prática em campo, propôs-se à turma como atividade avaliativa, o tratamento e a análise dos dados coletados, como etapa fundamental do estudo do tempo e do clima, tendo os resultados descritos a seguir.

De acordo com a metodologia proposta, os dados coletados em campo foram tratados e organizados nas tabelas abaixo:

Tabela 1 – Dados primários coletados nos pontos de estudo

Ponto	Horário	Coordenadas (° ‘ ‘’)	Elevação (m)	Pressão (mb)	Temperatura (°C)	Umidade (%rh)	CO2 (ppm)
1	9h50	8° 23’ 45” S 35° 3’ 17” O	25	1013	38,8	45,3	591
2	13h13	8° 40’ 43,9’’ S 35° 34’ 40,8’’ O	108	1004	35,4	58	684
3	14h20	8° 35’ 15,9’’ S 35° 40’ 2,6’’ O	155	1001	35	52,7	631
4	8h40	8° 53’ 12’’ S 36° 28’ 40’’ O	855	919,9	24,9	78,7	559
5	15h21	8° 44’ 33’’S 36° 42’ 1’’ O	943	912,14	24,2	84,5	537
6	7h36	8° 25’ 27’’ S 37° 3’ 48’’ O	600	1013	24,5	92,1	620
7	10h06	8° 34’ 14’’S 37° 14’ 36’’O	703	934,66	29,5	50,2	540
8	9h08	8° 53’ 25’’ S 36° 29’ 59’’ O	806	924,6	28,9	58,1	551
9	12h08	8° 17’ 27’’ S 36° 1’ 45’’ O	588	947,6	30	46,8	571
10	15h09	8° 08’ 38,3’’ S 35° 18’ 40,5’’ O	159	972	31,7	68,1	581

Fonte: Os autores (2023).

Tabela 2 – Dados secundários das coletas

Ponto	Localidade	Horário	Data
1	Área construída – Ipojuca Sede (densamente ocupada)	9h50	14/03/2023
2	Margens do Rio Una – Palmares (área parcialmente vegetada)	13h13	14/03/2023
3	Barragem Serro Azul – Palmares (Fluxo d'água)	14h20	14/03/2023
4	Voçoroca da Liberdade – Garanhuns (área construída com vegetação)	8h40	15/03/2023
5	Comunidade Lagoinhas – Caetés (área rural)	15h21	15/03/2023
6	Hotel Olho d'agua – Arcoverde (centro urbano)	7h36	16/03/2023
7	Restaurante Toca do Vale – Catimbau (área de solo exposto)	10h06	16/03/2023
8	Voçoroca/Área de Risco – Bairro de Sto. Antônio, Garanhuns (área de solo exposto)	9h08	17/03/2023
9	Alto do Moura – Caruaru (área construída/sombra)	12h08	17/03/2023
10	Natuba – Vitória de Santo Antão (margens da BR-232)	15h09	17/03/2023

Fonte: Os autores (2023).

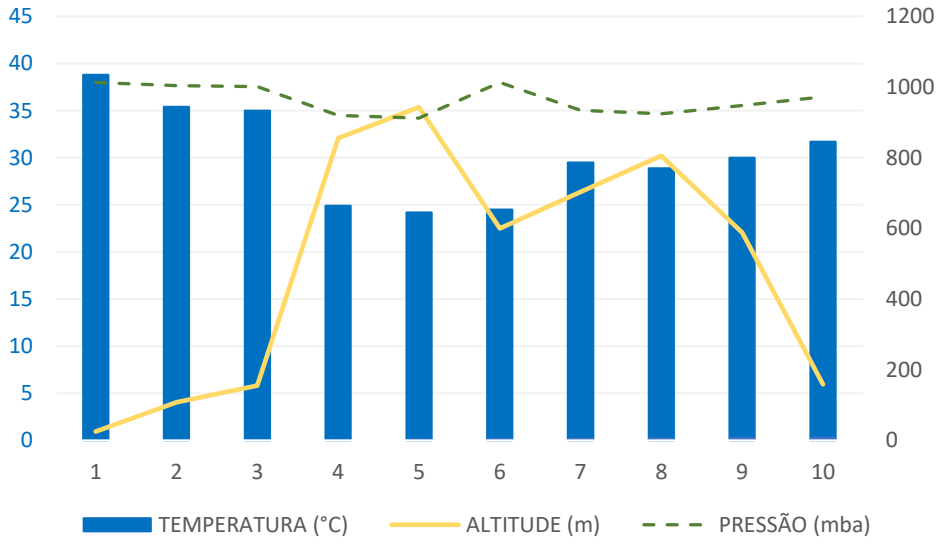
Em seguida, utilizando as coordenadas geográficas, construiu-se um perfil topográfico (figura 2) objetivando discutir visualmente com a turma, as variações altimétricas percorridas ao longo do trajeto, assim como, compará-lo com o gráfico de temperaturas e de pressão, desses mesmos pontos, proporcionando a compreensão das suas ocorrências, direta e indiretamente proporcionais com a altitude.

Figura 2 – Perfil topográfico dos pontos visitados em campo

Fonte: Google Earth (2023) elaborado pelos autores.

O perfil que contempla a variação altimétrica de todo o trajeto, permite perceber o relevo do estado de Pernambuco como um importante fator condicionante do clima. Uma vez que a pressão atmosférica está diretamente relacionada com a altitude e a temperatura do ar, a força da gravidade faz com que a maior parte do ar se concentre nas áreas mais baixas do relevo, exercendo maior pressão nessas áreas. As zonas de maior altitude possuem um ar mais rarefeito e com menor pressão, portanto, a pressão atmosférica diminui com a altitude. A figura 3 abaixo apresenta visualmente os dados coletados nos dez pontos, permitindo representar visualmente a relação do fator altitude e dos elementos temperatura e pressão.

Figura 3 – Gráfico combinado dos dados coletados



Fonte: Elaborado pelos autores (2023).

A partir das discussões, análise dos dados e da percepção em campo, observou-se que o ponto 1 (figura 4), sofre influências do fator maritimidade, apresentando um cenário de pouca amplitude térmica, clima tropical, quente e úmido. A pressão atmosférica se apresenta com o valor padrão do nível médio do mar, relacionado com a baixa altitude e proximidade da costa litorânea. A elevada temperatura pode ser explicada, principalmente, pelo horário de coleta dos dados, somados à característica construtiva do local – alta densidade urbana de material construtivo concretado, com ausência de vegetação, que corroboram para o aumento da temperatura de superfície e do ar. Neste ponto, registrou-se a menor umidade relativa do ar.

Figura 4 – Registro fotográfico do ponto 1

Fonte: Os autores (2023).

Ao adentrar o continente via BR-101, percebe-se a diminuição da temperatura e da pressão, à medida que a altitude começa a aumentar. Mesmo tendo sido, os dados, coletados no ponto 2 (figura 5), em horário com alta incidência de radiação solar, a área está às margens do Rio Una (corpo hídrico que atua na regulação da temperatura), e apresenta vegetação ao seu entorno, influenciando nos valores registrados. Neste ponto também, obteve-se a maior concentração de CO^2, podendo ser explicado pela passagem frequente de caminhões nas estradas o cercam.

Figura 5 – Registro fotográfico do ponto 2

Fonte: Os autores (2023).

O ponto 3 (figura 6) corresponde a uma área de barragem, ou seja, apresenta um corpo hídrico em uma área afastada do perímetro urbano de alta densidade habitacional. A altitude mesmo que suavemente, segue aumentando e a pressão atmosférica, inversamente proporcional, diminui. Além das implicações climáticas, esse local oferece a oportunidade de explorar interações entre os elementos climáticos e a paisagem, permitindo a abordagem de diversas temáticas para além da climatologia como a hidrografia e questões econômicas. A temperatura varia muito pouco em comparação com o ponto 2, coletado cerca de uma hora antes, nos limites do mesmo município: Palmares, na Mata Sul de Pernambuco. Essa pequena discrepância térmica entre os dois pontos evidencia a influência de fatores geográficos e topográficos sobre as condições climáticas locais.

A variação mínima da temperatura no ponto 3 sugere que essa área de barragem possui uma estabilidade térmica mais pronunciada em comparação com o ponto 2, que provavelmente está situado em uma região mais urbana e densamente habitada. A presença do corpo hídrico na área do ponto 3 pode atuar como um moderador térmico, contribuindo para a redução das amplitudes térmicas diárias.

Figura 6 – Registro fotográfico do ponto 3

Fonte: Os autores (2023).

A cidade de Garanhuns que se encontra na mesorregião do Agreste de Pernambuco, apresenta características climáticas diferentes, em função da variação altimétrica que lhe caracteriza como um brejo de altitude sobre o Planalto da Borborema, à 800m acima do nível do mar, além, de sofrer efeitos da continentalidade dada a distância do mar.

Devido à sua localização em uma região com diversos elementos geográficos, como latitude, altitude, exposição a correntes de ar, distância em relação ao mar e cobertura vegetal, a região apresenta uma temperatura média anual que varia entre 20,1 e 22,0 °C, de acordo com dados do (INMET, 2006). A influência da altitude na região desempenha um papel significativo nas médias de temperatura. Apesar de estar em uma área geograficamente mais quente, a região possui temperaturas mais amenas devido à sua elevação em relação à capital (MENDES et al., 2018).

A presença de fatores como continentalidade também exerce influência nos aspectos climáticos e meteorológicos da região. Mesmo estando a mais de 200 km do litoral, a continentalidade afeta a pluviosidade do município, impactando nos padrões de chuvas e nas condições climáticas locais. Essa combinação de fatores geográficos cria um contexto complexo que contribui para as características climáticas distintas da região.

No segundo dia de campo, coletou-se no início da manhã, os dados do ponto 4 (figura 7) do percurso analisado. A temperatura mais amena, responde ao aumento da elevação e consequente diminuição da pressão. O ponto 4, mesmo tendo sido visitado no início da manhã, localiza-se em área muito urbanizada, mesmo com a presença de vegetação na área de voçoroca.

No segundo dia de campo, durante o período matinal, procedeu-se à coleta de dados referentes ao ponto 4 (figura 7) ao longo do trajeto de análise. Nota-se que a temperatura nesse ponto é mais amena, o que é atribuído ao aumento da altitude e, por conseguinte, à redução da pressão atmosférica. Destaca-se que, apesar de a visita ao ponto 4 ter ocorrido nas primeiras horas da manhã, essa área encontra-se altamente urbanizada, embora apresente vestígios de vegetação na região da voçoroca.

Figura 7 – Registro fotográfico do ponto 4

Fonte: Os autores (2023).

O ponto 5 (figura 8), coletado em horário com tendência ao registro das maiores temperaturas do dia em função do tempo de resposta da radiação de onda longa, apresenta temperatura semelhante a coletada no ponto 4. Apesar disso, nota-se que as características locais influenciam para tal acontecimento, visto que a área de coleta é rural e o município de Caetés tem a altitude mais elevada e com a presença de corredores de vento, mantendo a temperatura similar e reduzindo a pressão atmosférica.

Figura 8 – Registro fotográfico do ponto 5

Fonte: Os autores (2023).

Ao adentrar mais no continente, estando no portal do Sertão, registra-se uma altitude inferior aos pontos 4 e 5, seguido pela morfoestrutura do Planalto da Borborema. Nesse contexto, e em função do horário, tem-se um aumento de pressão no ponto 6 (figura 9), visualizado no gráfico da figura 2 e uma temperatura que continua oscilando na casa dos 24ºC, após uma noite de chuva forte, que reflete na umidade de 92,1%RH, a maior registrada dentre os dados coletados.

No Parque Nacional do Vale do Catimbau, foram coletados os dados do ponto 7, que demostram a relação de temperatura, altitude e pressão, em um aumento de altitude quando comparado ao ponto anterior, havendo assim a diminuição da pressão. A área onde os dados foram coletados era predominantemente de solo exposto, com algumas árvores espaçadas. No ponto, foi registrado uma concentração baixa de CO2, indicando que dentre os pontos, neste, o ar esteve em melhores condições. Essa composição vegetal, combinada com a maior altitude, pode ter contribuído para a melhoria da qualidade do ar no ponto de coleta. De fato, foi registrado sendo o segundo menor valor de concentração de CO2 entre todos os pontos analisados. Esse achado indica que, em comparação com os outros locais, o ar no ponto 7 apresentava uma menor presença desse poluente, sugerindo um ambiente possivelmente mais saudável e menos poluído.

Figura 9 – Registro fotográfico do ponto 6

Fonte: Os autores (2023).

O ponto 8, foi registrado novamente em Garanhuns, alguns minutos mais tarde do que o horário da coleta do ponto, porém numa área menos elevada da cidade, com a presença de moradias e solo exposto. Quando comparada com o ponto 4, a temperatura esteve 4ºC mais elevada e a pressão atmosférica, também se elevou, visto que a altitude diminuiu.

Os pontos 9 e 10 também respondem as relações direta e inversamente proporcionais existentes entre a temperatura, altitude e pressão. A temperatura aumenta junto com a pressão atmosférica, à medida que a altitude diminui. Um detalhe importante no ponto 9, é que ele foi registrado em área de sombra, próximo à um estacionamento com solo exposto, em área elevada do município de Caruaru. Em função do horário, a umidade relativa do ar esteve abaixo de 50%. O ponto 10 foi registrado às margens da BR-232 na altura de Natuba em Vitória de Santo Antão, e apesar da intensa passagem de veículos, a concentração de CO^2 aparece similar a das demais localidades.

Conclusão

Portanto, percebeu-se então, que promover uma aula de campo na disciplina de Fundamentos de Climatologia, na graduação em geografia, permite que os estudantes percebam, na prática, a partir de dados reais, como os elementos e fatores do clima exercem influências entre si. Dessa forma, torna-se evidente a relevância de incorporar aulas de campo no currículo da graduação em Geografia, especificamente na disciplina de Fundamentos de Climatologia. Essa abordagem proporciona aos estudantes a oportunidade de vivenciar de

forma prática e concreta os conceitos teóricos relacionados aos elementos e fatores climáticos.

Além de enriquecer a formação acadêmica dos graduandos, a realização de aulas de campo na graduação pode estabelecer uma ponte direta com a educação básica. Ao explorar essa metodologia, os futuros professores de Geografia têm a chance de experimentar como os conteúdos teóricos podem ser aplicados em situações reais e contextualizadas. Isso é de extrema importância para a eficácia do ensino, pois permite que os futuros educadores compreendam melhor como traduzir o conhecimento acadêmico em experiências práticas e significativas para os alunos do ensino básico.

Essa metodologia de ensino, além de proporcionar ao estudante uma aproximação à sua futura prática profissional, contribui para o atendimento da necessidade do estudante de perceber cada vez mais e melhor o espaço geográfico enquanto seu objeto de estudo, em suas múltiplas facetas e escalas. Dessa maneira, ao incorporar aulas de campo na formação de graduandos em Geografia, investe-se na formação de professores mais capacitados e preparados para oferecer uma educação de qualidade, conectada à realidade e às demandas da sociedade. Ao mesmo tempo, promove-se aos estudantes da educação básica uma experiência de aprendizagem mais enriquecedora e envolvente, que contribui para o desenvolvimento de competências essenciais para a compreensão do mundo ao seu redor.

Agradecimentos

As autoras agradecem ao Grupo de Estudos em Climatologia Tropical e Eventos Extremos – TROPOCLIMA, pela disponibilização do equipamento para coleta de dados.

Referências

AGUIAR. R, C, P. Praticas Educacionais em Climatologia Geográfica: Trabalho de Campo na Estação Meteorológica -uma Experiência de Ensino em Climatologia. **UFG**. 2012.

BARROS, Juliana Ramalho; ZAVATTINI, João Afonso. BASES CONCEITUAIS EM CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA (the conceptual bases in geographical climatology). **Mercator**, v. 8, n. 16, p. 255 a 261-255 a 261, 2009.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em 10 jul. 2023.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf.> Acesso em 10 jul. 2023.

CARDOSO, Cristiane ; SILVA, M. S. ; QUEIROZ, E. D. . Estudar o meio para entender a realidade: desafios e possibilidades do ensino da climatologia na sala de aula. Humboldt - **Revista de Geografia Física e Meio Ambiente** , v. 1, p. 1-15, 2021.

CORDEIRO, J. M. P.; OLIVEIRA, A. G. de. A aula de campo em geografia e suascontribuições para o processo de ensino- aprendizagem na escola. **Geografia (Londrina**),Londrina, v. 20, n. 2, p. 099-114, maio/ago.2011. Disponível em:<http://www.uel.br/index.php/geografia,. Acesso em: 05 ago. 2023.

INMET -**Instituto Nacional de Meteorologia**. Normais climatológicas. Disponível em:<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=clima/normaisClimatologicas>. Acesso em: 05 ago. 2023.

MENDES, T. G. L. ; DIAS, M. S. ; SANTOS, L. F. L. ; SANTOS, E. G. B. ; NOBREGA, R. S. . 'Variabilidade Climática De Precipitação Em Garanhuns-Pe. In: I CONGRESSO NACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO, 2018, Natal. **I CONADIS**, 2018. v. 1.

MENDES, T. G.; DOS ANJOS, R. S.; SANTOS, T. N.; MOREIRA, A. B.; NÓBREGA, R. S. Abordagem científica sobre ilhas de calor em Recife-PE. **Journal of Environmental Analysis and Progress,** [S. l.], v. 4, n. 1, p. 001–013, 2019.

MENDONÇA, F., DANNI-OLIVERIA, I. M. Climatologia- Noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: **Oficina de Textos**, 2007, p. 11-25.

MOREIRA, A. B.; NÓBREGA, R. S.; WANDERLEY, L. S. De A.; DOS ANJOS, R. S.; ZAMPARONI, C. A. G. P. Os Estudos De Clima Urbano E O Seu Desenvolvimento Na Cidade Do Recife - Pe: Campos De Estudo, Técnicas De Investigação E Perspectivas Futuras. **Caminhos de Geografia, Uberlândia**, v. 23, n. 90, p. 230–251, 2022.

SANT'ANNA NETO, J. **A Climatologia geográfica no Brasil: do que se tem produzido ao que se tem ensinado**. in: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 4., 2000, Rio de Janeiro, Anais... Rio de Janeiro: UFRJ, 2000.

WANDERLEY, L. S. de A.; NÓBREGA, R. S.; MOREIRA, A. B.; ANJOS, R. S. dos; ALMEIDA, C. A. P. de. AS CHUVAS NA CIDADE DO RECIFE: UMA CLIMATOLOGIA DE EXTREMOS. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 22, 2021. DOI: 10.5380/abclima.v22i0.56034. Disponível em: https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/rbclima/article/view/14035. Acesso em: 02 ago. 2023.

ZANELLA, M, E. et al. Praticas Educacionais em Climatologia Geográfica: clima e ensino -abordagem presentes e perspectivas futuras. Fortaleza (CE): **UFC**. (2007).

Atividades práticas no ensino de Geografia Física: perspectivas a partir de uma aula sobre rochas e fósseis no Pré-acadêmico CAVest

Practical activities in the teaching of Physical Geography: perspectives from a class on rocks and fossils in the CAVest Pre-academic

Vinícius Pereira de Lima
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
https://orcid.org/0009-0005-0953-293X
vinicius.plima@ufpe.br

José Roberto Henrique Souza Soares
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
https://orcid.org/0000-0002-5683-3816
roberto.henriquesoares@ufpe.br

Resumo: O ensino de geografia física é crucial para que os estudantes compreendam as dinâmicas naturais que ocorrem no planeta Terra e as que interferem em seu cotidiano. Esses conteúdos devem ser desenvolvidos a partir de estratégias interativas, que despertem o senso crítico dos estudantes. Desse modo, o presente trabalho visa investigar o potencial de atividades práticas na geografia física, demonstrando a importância de metodologias lúdicas na construção dos conhecimentos. Para tanto, foram desenvolvidas estratégias didáticas aplicadas durante uma aula sobre rochas e fósseis com estudantes de um pré-acadêmico em Vitória de Santo Antão, Pernambuco. Por meio do uso de didáticas participativas, os estudantes produziram réplicas de fósseis com folhas naturais e posteriormente expressaram suas percepções sobre a aula. A ação evidenciou-se facilitadora na aprendizagem, proporcionando uma compreensão mais concreta diante dos fenômenos vistos em aula, que se associam às vivências.

Palavras-chave: Geografia Física; Aulas Práticas; Rochas; Fósseis; Geografia Escolar.

Abstract: The teaching of physical geography is crucial for students to understand the natural dynamics that occur on planet Earth and that interfere in their daily lives. These contents must be developed from interactive strategies, which awaken the students critical sense. Thus, the present work aims to investigate the potential of practical activities in physical geography, demonstrating the importance of playful methodologies in the construction of knowledge. Therefore, didactic strategies were developed and applied during a class on rocks and fossils with students of a pre-academic in Vitória de Santo Antão, Pernambuco. Through the use of participatory didactics, students produced replicas of fossils with natural leaves and later expressed their perceptions about the class. The action proved to be a facilitator of learning, providing a more concrete understanding of the phenomena seen in class, which are associated with the experiences.

Keywords: Physical Geography; Pratical Classes; Rocks; Fossils; School Geography.

Introdução

O ensino de geografia física é uma ferramenta essencial para que os educandos compreendam os processos naturais que moldam o nosso planeta. Essas ações desempenham um papel crucial na formação dos indivíduos, através de uma perspectiva crítica de análise das complexas questões ambientais que o planeta Terra vem enfrentando no século XXI. É importante considerar que esse campo de estudo investiga desde conhecimentos da composição de rochas e solos até mesmo as análises estruturais do relevo,

do clima, vegetação e hidrografia, em suas interrelações com os aspectos sociais e humanos que são característicos dos dias atuais.

A interação conjunta entre esses elementos e os seres humanos constituem-se em informações cruciais na estruturação do espaço geográfico, pondo em destaque, tanto as problemáticas ambientais na atualidade, quanto o próprio entendimento dos fenômenos cotidianos. ROSS (1996) considera que o interesse da geografia é conhecer o ambiente natural do ser humano, englobando o processo de organização do espaço pelas sociedades em meio às imposições existentes no meio natural.

A partir dessas perspectivas, emerge a necessidade de se construir um conhecimento crítico e significativo com os estudantes, a partir de abordagens inovadoras dentro da geografia física, que visam superar as defasagens que estão intrínsecas nesse contexto. Para isso, é fundamental que os docentes promovam estratégias de forma prática, lúdica e interativa dentro dos ambientes educacionais.

> [...] o professor deve estar bem preparado, no que se refere aos conceitos. É preciso demonstrar domínio sobre os conteúdos, e também adotar uma prática pedagógica, que procure atrair a atenção e despertar o interesse dos alunos, seja através de imagens, maquetes, trabalhos de campo etc. (PEDRO, 2011, p.40).

A implementação de atividades práticas na geografia física, por exemplo, proporciona um papel importante na aprendizagem, já que os alunos são colocados no centro da investigação, tornando possível aproximar os conceitos vistos em aula com a realidade vivida. Pereira e Caracristi (2020) discorrem que essas estratégias contribuem para o desenvolvimento de habilidades do pensamento crítico e científico.

Desde os últimos anos, o atual cenário da educação brasileira foi marcado por profundas mudanças em sua conjuntura. Não obstante, ainda se nota a persistência de obstáculos que afetam diretamente a construção dos conhecimentos pelos educandos, como é o caso dos conceitos fundamentais na área de geografia física.

Isso se reflete muitas vezes pelos fatores históricos que influenciaram a transformação da geografia no âmbito nacional durante as décadas de 1960 e 1970. Ocorrendo o distanciamento da Geografia Tradicional, caracterizada pela descrição e memorização de elementos naturais e sociais sem existir uma conexão entre eles, para a Geografia Crítica, que buscava a finalidade de articular o conjunto desses elementos influenciando na organização do espaço geográfico.

> Esse entendimento, que aparentemente unia Sociedade e Natureza, somente se fez presente no campo teórico. Enquanto na prática dois elementos permaneceram como distintos, relegando o conhecimento da Natureza aos

> que desejassem trabalhar exclusivamente com ela. (SOUZA e SUERTEGARAY, 2007, p. 9-10).

Verifica-se que, apesar das positivas mudanças advindas da Geografia Crítica, prevaleceu a dicotomia existente entre as geografias, evidenciada em processos de especiação de subáreas no campo da investigação, que eventualmente modificaram também a estruturação do ensino na educação básica. Afonso e Armond (2009) relatam que através dessa especiação, houve avanços notáveis dentro da geografia, mas que por outro lado, professores e estudantes perceberam limitações em meio a análises mais interdisciplinares, o que repercutiu na construção dos livros didáticos e na formação docente.

É evidente que as dificuldades vivenciadas pelos estudantes da educação básica possuem motivações nesse processo histórico, e também na complexidade da situação educacional brasileira atual. Esta é uma realidade ligada a formação de professores, e da própria estrutura escolar, que afeta consideravelmente o ensino das temáticas ambientais e dificulta o desenvolvimento de abordagens lúdicas e participativas da aprendizagem. Nota-se ainda que, a área da geografia física é destacada como complexa para muitos, por envolver uma linguagem específica e uma forte interdisciplinaridade diante de uma compreensão bem detalhada dos fenômenos naturais que ocorrem no Planeta Terra.

A partir disso, Afonso (2017) ressalta que os docentes devem se manter atualizados quanto aos avanços metodológicos e científicos da área da geografia física. Na intenção de conduzir análises de forma integrada em suas aulas, mencionando ainda a necessidade de transformar o conhecimento científico em conhecimento didático, por meio de estratégias que busquem a compreensão da realidade dos estudantes com o que eles irão estudar, permitindo assim, uma formação emancipatória.

Na perspectiva do ensino da geografia física dentro dos pré-acadêmicos, observam-se as mesmas problemáticas vivenciadas no ensino básico. Ocorre que, em muitos casos, as formas de ensino ministradas nesses espaços aproximam-se dos modelos tradicionais, visto que há um alinhamento com avaliações de caráter classificatória que não visam medir o conhecimento dos estudantes, como é o caso do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), por exemplo. Atrelando a essa hipótese, Ciavatta (1987), considera que o vestibular representa um mecanismo de seleção social, que raramente avalia o conhecimento de fato.

Ademais, é evidente que essas aulas possuem foco exclusivo no preparo do aluno para o exame, sem haver uma conexão a mais com a realidade do estudante, fragmentando ainda mais o conteúdo de geografia física. Todavia, de acordo com Vasconcelos (2015), os pré-vestibulares de cunho social, configuram-se como um processo educacional emancipatório que visa contribuir a favorecer a formação de cidadã de estudantes de escola pública.

Nessa ótica, este artigo se propõe a explorar a importância das atividades práticas no ensino de geografia física, investigando as defasagens em torno dos educandos e o potencial que essas metodologias podem impulsionar no processo de ensino-aprendizagem. Através de uma metodologia atrativa e significativa aos educandos de um curso pré-vestibular solidário do município de Vitória de Santo Antão – PE, durante as aulas preparatórias da disciplina de Geografia.

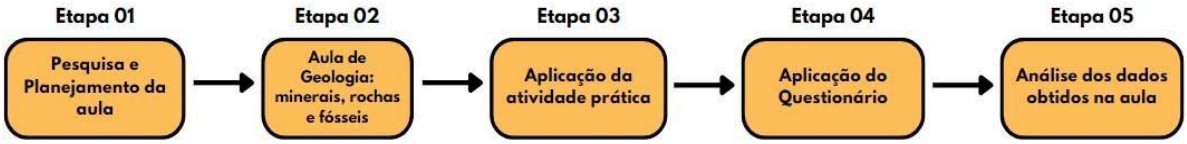
Para tanto, são apresentados a seguir os caminhos metodológicos que foram utilizados para identificar a complexidade que o ensino de Geografia Física apresenta nos curso pré-acadêmicos, bem como uma proposta de atividade prática desenvolvida em um pré-vestibular do Centro Acadêmico da Vitória de Santo Antão (CAV), ligado à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Na parte seguinte deste artigo, serão discutidos os resultados encontrados nessa pesquisa, indicando como o uso de metodologias lúdicas são essenciais para a construção do conhecimento acerca dos conceitos ligados a Geografia Física.

Materiais e Métodos

O trabalho em destaque, inicialmente é resultado de uma pesquisa bibliográfica sobre o ensino da geografia física a partir de artigos científicos, capítulos de livros, dissertações e dentre outros periódicos, que conforme descrito por Prodanov e Freitas (2013), consiste na análise de informações e materiais já existentes, objetivando assim, colocar o pesquisador em contato com o tema. Adotando ainda, a abordagem qualitativa, por meio da análise de dados oriundos da aplicação de uma aula prática, e que segundo Minayo (2007), essa forma valoriza a subjetividade, fornecendo bases que não podem ser traduzidas em instrumentações de variáveis.

Na busca para investigar o potencial da apropriação de atividades práticas no ensino de geografia física, abarcando o assunto de geologia e especificando a parte de rochas e fósseis como forma efetiva de aprendizagem, destaca-se aqui, a apresentação dos procedimentos a partir de uma atividade desenvolvida com 74 estudantes, divididos em duas turmas. O pré-vestibular ‘’CAVest: Um passo para a universidade’’, foi onde realizou-se a abordagem prática desta pesquisa, que é um pré-acadêmico e projeto de extensão da Universidade Federal de Pernambuco, vinculado ao Centro Acadêmico de Vitória (CAV-UFPE). A metodologia desta proposta de aula está dividida em cinco etapas, como está destacado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma com as etapas da metodologia.



Fonte: Os autores (2023).

A primeira parte desta pesquisa foi marcada pelo planejamento da aula, partindo do pressuposto de pesquisas bibliográficas sobre os minerais, as rochas e fósseis, alinhando-se com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Os levantamentos utilizados foram oriundos de sites, blogs e artigos por meio de revistas e periódicos que tratam sobre o conteúdo.

Na organização da aula foram planejadas ações que ocorreram durante 1h 45min, que é a carga horária disponível para a disciplina de Geografia semanalmente, em cada uma das duas turmas do pré-acadêmico. Foi levado em consideração discutir com os estudantes sobre a conceituação dos minerais e das rochas, os três tipos de rochas, o ciclo das rochas e a importância e utilização desses recursos no dia-a-dia desses estudantes, tratando em discussão posteriormente, o que são os fósseis, os diferentes tipos e sua importância para ciência, por meio da elaboração prática de fósseis artificiais, que foi marcado pelo segmento prático.

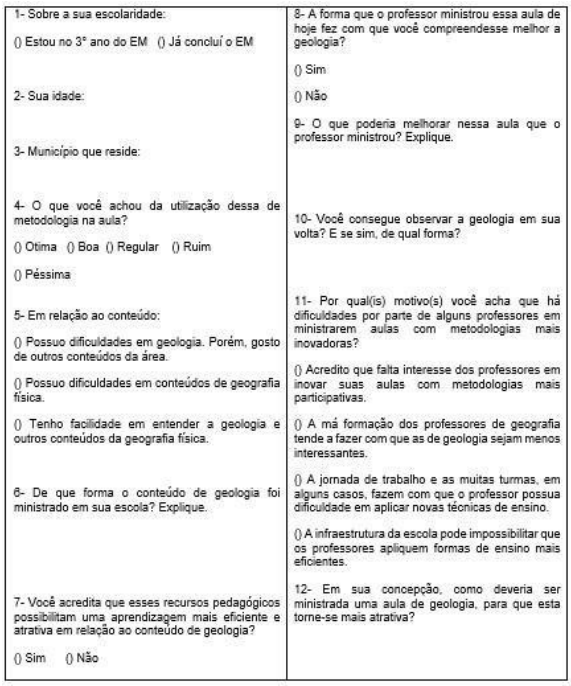
Os materiais utilizados durante a parte prática dessa aula foram amostras de rochas, minerais e fósseis, potes de plástico que são usados para comercialização de doces, 3 kg de gesso em pó, uma colher, palitos de churrasco e folhas naturais de árvores encontradas no próprio CAV, colhidas pelos educandos e que serviram de base para a confecção dos fósseis. Cada estudante desenvolveu seu próprio fóssil, utilizando gesso e água nos potes, assim que a mistura ficou homogênea, foram orientados a colocar as folhas ou outros materiais que gostariam de fossilizar na mistura, à medida que o gesso foi secando, eles retiraram o objeto para deixar uma marca registrada, associando o resultado com um icnofóssil. A utilização do gesso como material estruturante dos fósseis foi necessária devido ao curto prazo para finalização da atividade, bem como pelo baixo custo financeiro que esse recurso apresenta, facilitando a utilização dessa metodologia por professores de outros pré-acadêmicos e das instituições educacionais públicas.

A Etapa 04 por sua vez, consistiu na entrega do questionário aos estudantes, contendo perguntas abertas e fechadas, a fim de que eles avaliassem a proposta da atividade realizada. Essa parte da aula buscou identificar o que os participantes aprenderam sobre as rochas e fósseis, além do arcabouço diante desse assunto, foi verificado a notável dificuldade e defasagem de conteúdos da área de geografia física durante o ensino médio.

O questionário em destaque foi composto por 12 questões, conforme apresentado na Figura 2. Porém, para a melhor apreciação dos resultados condizentes com os objetivos

da pesquisa, foram selecionadas apenas uma parte dessas perguntas que serão dispostas neste trabalho.

Figura 2 – Modelo do questionário aplicado.



1- Sobre a sua escolaridade:

() Estou no 3° ano do EM () Já concluí o EM

2- Sua idade:

3- Município que reside:

4- O que você achou da utilização dessa de metodologia na aula?

() Otima () Boa () Regular () Ruim

() Péssima

5- Em relação ao conteúdo:

() Possuo dificuldades em geologia. Porém, gosto de outros conteúdos da área.

() Possuo dificuldades em conteúdos de geografia física.

() Tenho facilidade em entender a geologia e outros conteúdos da geografia física.

6- De que forma o conteúdo de geologia foi ministrado em sua escola? Explique.

7- Você acredita que esses recursos pedagógicos possibilitam uma aprendizagem mais eficiente e atrativa em relação ao conteúdo de geologia?

() Sim () Não

8- A forma que o professor ministrou essa aula de hoje fez com que você compreendesse melhor a geologia?

() Sim

() Não

9- O que poderia melhorar nessa aula que o professor ministrou? Explique.

10- Você consegue observar a geologia em sua volta? E se sim, de qual forma?

11- Por qual(is) motivo(s) você acha que há dificuldades por parte de alguns professores em ministrarem aulas com metodologias mais inovadoras?

() Acredito que falta interesse dos professores em inovar suas aulas com metodologias mais participativas.

() A má formação dos professores de geografia tende a fazer com que as de geologia sejam menos interessantes.

() A jornada de trabalho e as muitas turmas, em alguns casos, fazem com que o professor possua dificuldade em aplicar novas técnicas de ensino.

() A infraestrutura da escola pode impossibilitar que os professores apliquem formas de ensino mais eficientes.

12- Em sua concepção, como deveria ser ministrada uma aula de geologia, para que esta torne-se mais atrativa?

Fonte: Os autores (2023).

Por fim, a etapa 05 abarcou a análise e discussão desses dados, a partir dos relatos que os estudantes colocaram nas respostas do questionário, prevalecendo a argumentação das questões 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 e 12. Essa etapa foi realizada posteriormente, considerando os objetivos dessa pesquisa, os tipos e a qualidade das respostas apresentadas, gerando a análise de apenas uma amostra das informações colhidas nos questionários.

Todos os estudantes participantes são provenientes de escolas públicas. Como fazem parte de um pré-acadêmico que foi o local da pesquisa, uma parte deles estão no 3° ano do ensino médio e a outra parte já concluíram a educação básica. Os dados obtidos trouxeram percepções dos alunos em conteúdos da geografia física e também das práticas realizadas. Nas perguntas de caráter descritivas, foram escolhidas as respostas de 10 estudantes, identificados como E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9 e E10.

Resultados e Discussões

Durante o momento da aula, houve a explicação da dinâmica que seria realizada para os estudantes, organizada num momento teórico e outro prático, a partir do modelo de oficina. Inicialmente, houve a discussão sobre os minerais e as rochas, os diferentes tipos de

rochas e o ciclo das rochas, associando esse processo com a dinâmica físico-natural do planeta, além de abordar a importância das rochas no cotidiano dos estudantes, envolvendo temáticas da área econômica, da saúde e da composição dos objetos que usamos a partir desses recursos. Na apresentação dos tipos de rochas, os estudantes tiveram a oportunidade de manusear esses recursos, conforme apresentado na Figura 3, onde observaram elementos como a textura e a cor dessas rochas.

Figura 3 - Apresentação das rochas e minerais aos estudantes.

Fonte: Os autores (2023).

Ao finalizar a discussão sobre os minerais e as rochas, iniciou-se uma conversa em relação aos fósseis e seus processos de formação, sendo apresentada a importância destes recursos naturais no âmbito da evolução do planeta ao longo da história geológica. Também foram tratadas as diferenças existentes entre os tipos de fósseis, sendo os somatofósseis e icnofósseis. Os estudantes também manusearam os fósseis disponíveis do acervo trazido à aula pelo professor.

Ao término deste momento, realizou-se a parte prática da aula, destacada por meio de uma oficina que abordou a criação de réplicas de fósseis utilizando gesso em pó, sendo representado como o recurso didático das reálias.

> As Reálias consistem em adotar objetos para representar um assunto, situação ou simular uma realidade, podendo ser reais modelos e mesmo miniaturas, com a finalidade de auxiliar na proposição de situações-

> problemas ou na análise de casos. Usado para fortalecer o entendimento de significados de palavras ou conceitos de realidades abstratas ou distantes aos alunos. (LOUZADA e FROTA FILHO, 2017, p. 78).

Essa iniciativa visou proporcionar aos educandos a oportunidade de elaborar um objeto que se assemelhasse a um fóssil real, no objetivo de gerar uma reflexão acerca da relevância desse recurso na natureza. Ademais, essa atividade permitiu promover uma forma de ensino-aprendizagem mais interativa, dinâmica e participativa diante do conteúdo abordado, distanciando do modelo tradicional e decorativo. Tendo em conta que, em muitas situações, este conhecimento é abordado de forma bem restrita na educação básica, necessitando de um alto nível de abstração, conforme destaca Sobral, Siqueira e Machado (2007), o que permite que muitos professores utilizem estratégias bem conteudistas.

Por outro lado, os autores ainda debatem que esses temas por si só, já despertam o interesse de muitas pessoas, pois envolvem a história da Terra e dos seres vivos ao longo do tempo geológico, no objetivo do ser humano compreender um pouco as suas origens. Contudo, ainda destacam a importância do professor buscar estratégias mais estimulantes para o desenvolvimento desses conteúdos na escola.

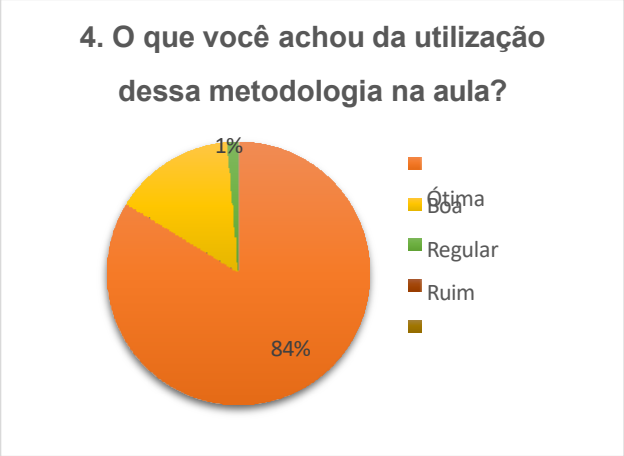
Na parte prática da aula, para os alunos construírem os fósseis de gesso, utilizaram um pote de plástico, aproximadamente cinco colheres de sopa de gesso, um pouco de água e um palito de churrasco para mexer a mistura. Assim que a mistura estivesse homogênea, eles teriam de utilizar algum objeto que deixasse uma marca nesse gesso quando estivesse seco, tal como pode ser representado em algumas rochas e fósseis, conhecidos como os icnofósseis. Buchmann, Lopes e Caron (2009) enfatizam que os icnofósseis são registros ou marcas de seres vivos que viveram no passado, tais como pegadas e rastros. Como foi de fácil acesso, muitos estudantes utilizaram folhas de plantas para deixar o seu formato no molde gesso, assim como destacado na figura 4.

Figura 4 – Moldes de fósseis feito pelos estudantes.

Fonte: Os autores (2023).

À medida que a mistura foi secando, eles retiraram a folha, e assim o gesso ficou marcado com o objeto usado, caracterizando-se como uma experiência capaz de aproximar os estudantes do processo de fossilização. Finalizando as atividades propostas, precedeu-se à entrega do questionário aos estudantes, sendo composto por questões abertas e fechadas com a finalidade de verificar se as práticas implementadas foram efetivas na construção da aprendizagem destes diante do conteúdo, expressando também a relevância desse conteúdo no cotidiano desses discentes.

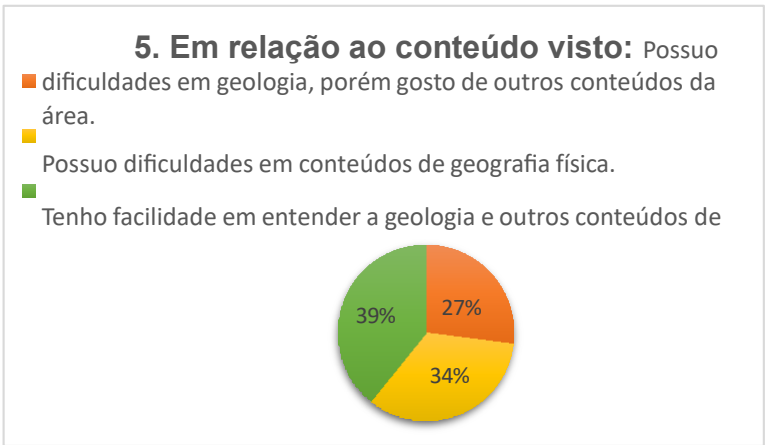
Figura 5 – Respostas sobre a metodologia utilizada durante a aula, em porcentagem



Fonte: Os autores (2023).

As figuras representadas pelas questões fechadas dos participantes, contém dados elaborados a partir de gráficos, se apropriando da porcentagem. Na figura 5 são destacadas as porcentagens de respostas dos estudantes sobre a quarta pergunta do questionário, que levou em consideração a perspectiva dos alunos diante do que eles acharam da proposta da aula e das práticas realizadas. Essa pergunta envolveu alternativas como ótima, boa, regular, ruim ou péssima. Dos 74 estudantes, apenas 62 acharam a aula ótima, totalizando 84% dos dados. 11 estudantes destacaram a forma da aula como boa e apenas 1 como regular, expressando 15% e 1% respectivamente.

Figura 6 – Respostas sobre o nível de aprendizagem do conteúdo trabalhado, em porcentagem.



Fonte: Os autores (2023).

A quinta questão do questionário, representada pela Figura 6 expõem informações sobre os níveis de dificuldades ou facilidade diante do assunto da aula, cujo conteúdo central foi geologia, abrangendo a parte das rochas e fósseis. Levando em consideração as duas

primeiras alternativas, mais da metade dos estudantes participantes relataram que sentem dificuldades em conteúdos de geografia física. AFONSO e ARMOND (2009) relatam que muito dos obstáculos enfrentados pelos estudantes com os conteúdos de geografia reflete a uma série de fatores como o nível de abstração dos processos, uma linguagem técnica e principalmente o contexto histórico da geografia nas últimas décadas do Brasil que afetaram de uma certa maneira a formação de professores.

Dados do Quadro 1 apresentam alguns relatos dos estudantes com insatisfações em relação ao conteúdo visto na escola. Acontece que muitos desses conteúdos ministrados em sala, são vistos de forma bastante superficial e até em outros casos, totalmente decorativo, onde não há uma conexão com a realidade em volta dos educandos, o que pode tornar a aula desinteressante e distante do pensamento destes.

Nesse sentido, é importante que os professores busquem renovar-se com metodologias que fujam do modelo tradicional, a fim de permitir que esses sujeitos possam compreender os conceitos e a importância dos assuntos das temáticas físico-naturais, que são imprescindíveis em sua formação cidadã.

Quadro 1 – Relatos sobre como a Geologia foi desenvolvida nas escolas dos estudantes participantes do CAVest em 2023.

6 – De que forma o conteúdo de geologia foi ministrado em sua escola? Explique.		
Estudantes	**Resposta**	**Idade**
E1	‘’Teórica, apenas com explicações e sem nenhuma demonstração’’.	18
E2	‘’De maneira passiva, falta de recursos e de aprofundamento na área’’.	17
E3	‘’Foi péssima! Pois a metodologia de ensino foi escrever e uma explicação que não consegui entender’’.	20
E4	‘’O professor nos levou para fora da escola e explicou o assunto, mostrou também rochas’’.	17
E5	‘’Por slides e com amostras de rochas’’.	17
E6	‘’Forma mais teórica’’.	18
E7	‘’Foi feito por apresentações de trabalho, seminários, e isso não ajuda a fixar’’.	17
E8	‘’Infelizmente não tive muitas aulas de geologia por problemas administrativos da escola. Forma monótona’’	18
E9	‘’Uma metodologia maravilhosa’’	17
E10	‘’Muito mal ministrado’’	17

Fonte: Os autores (2023).

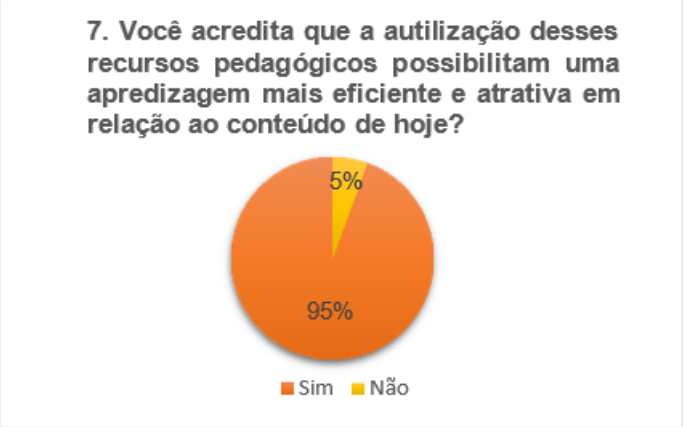
Os relatos ainda demonstram que a maioria dos estudantes tiveram momentos teóricos sobre o conteúdo, caracterizados pela transmissão de conteúdos, onde os alunos são vistos como ‘’recipientes vazios’’, assim como define Freire (2016), ao considerar as

metodologias tradicionais de ensino como concepções bancarias. A superação dessa perspectiva passa pelo desenvolvimento de uma práxis voltada para a realidade dos estudantes e a adoção de metodologias práticas que desenvolvam o senso crítico dos indivíduos.

Dos 10 estudantes selecionados, apenas dois (E5 e E9) tiveram boas experiências, com um deles possuindo momentos práticos, através de informações e o manuseio de amostras de rochas. Apesar disso, é crucial destacar que a inclusão de atividades práticas nas aulas por si só não é suficiente para romper o molde tradicional, pois isso depende da influência de estratégias que o docente emprega. Contudo, deve-se priorizar maneiras mais eficazes de aprendizagem de seus alunos.

A utilização de diferentes estratégias como aulas práticas, experimentais, de campo e dentre outros formatos no ensino de geografia permitem uma aprendizagem bastante significativa por parte dos estudantes. Isso ocorre, uma vez que, as aulas práticas passam a contribuir para o desenvolvimento de habilidades essenciais no processo de formação do pensamento crítico e científico. (PEREIRA e CARACRISTI, 2020, p.3)

Figura 7 – Respostas sobre a eficiência da utilização de recursos pedagógicos nas aulas, em porcentagem.



Fonte: Os autores (2023).

A utilização de recursos pedagógicos e didáticos tais como jogos, brincadeiras, amostras de rochas e solos, por exemplo também promovem uma melhor conexão do conteúdo visto em aula com o espaço a volta do educando, uma vez que simulam e explicam a realidade de determinados conceitos ou fenômenos com esses assuntos. Na figura 7 é questionado a esse público se acham pertinente a utilização desses recursos como forma de melhorar a aula ministrada, assim como serem efetivas na aprendizagem, 95% dos estudantes acreditam que é possível.

Figura 8 – Respostas sobre a compreensão dos estudantes pela forma que o professor ministrou a aula, em porcentagem.

Fonte: Os autores (2023).

Quadro 2 – Relatos sobre os elementos que poderiam melhorar a aula.

9 – O que poderia melhorar nessa aula que o professor ministrou? Explique		
Estudantes	**Resposta**	**Idade**
E1	''explicar de uma forma mais lenta''	18
E2	''falar um pouco devagar''	17
E3	''nada, a aula foi ótima''	20
E4	''nada, excelente explicação''	17
E5	''explicou bem e de forma que tive compreensão do conteúdo''	17
E6	''pra mim já está ótima''	18
E7	''nada''	17
E8	''vídeos demonstrativos da vida real''	18
E9	Nada! Foi ótima''	17
E10	''muito bem ministrada''	17

Fonte: Os autores (2023).

Os dados apresentados na Figura 8 e no Quadro 2 englobam informações da percepção dos estudantes em relação à metodologia que o professor ministrou o conteúdo, apropriando-se da utilização de recursos didáticos, além de verificar se a utilização dessa estratégia didática foi efetiva na aprendizagem desses educandos. Conforme descrevem os dados, todos os estudantes informaram que conseguiram compreender o conteúdo, já a tabela demonstra o que poderia melhorar na aula e na metodologia que o professou utilizou, ou seja, há uma abertura nas respostas desses estudantes diante do que foi aprendido. Os estudantes identificados como E1 e E2 mencionaram que aprenderam, porém que o professor deveria falar um pouco devagar.

É importante mencionar que a carreira docente está repleta de desafios. Nesse contexto, é importante conferir voz aos estudantes na expressão da avaliação do professor, visando a identificação de áreas passíveis de aprimoramento, a partir das observações dos alunos, contribuindo assim para um refinamento contínuo do processo de ensino e aprendizagem. Reis (2014) destaca a importância do professor realizar uma autoavaliação de suas estratégias como uma ferramenta de reflexão para melhorar a sua prática docente.

Quadro 3 - Relatos sobre a visualização do conteúdo nas vivências dos estudantes.

10 – Você consegue observar a geologia em sua volta? E se sim, de qual forma?		
Estudantes	**Respostas**	**Idade**
E1	''Sim, nas rochas que vejo no dia a dia''	18
E2	''Sim, em praias, areias e rochas''.	17
E3	''Sim, os minerais estão presentes em celulares, TVs, na saúde, então observo''	20
E4	''Sim, observando os montes e o relevo da cidade''	17
E5	''Sim, por meio dos montes, fósseis, rochas, construções e etc.''	17
E6	''Sim, normalmente em objetos que utilizamos em casa''	18
E7	''Consigo ver nas coisas que uso, como no vidro do celular''	17
E8	''Sim, nas calçadas, decoração, moda (joias), construções e etc.''	18
E9	''Sim, pois estão até em nossos celulares tem exemplos de minerais''	17
E10	''Sim, pois tanto a geologia e a geografia estão ao nosso redor''	17

Fonte: Os autores (2023).

O Quadro 3 apresenta os relatos dos estudantes perante ao que eles conseguem observar do conteúdo trabalhado na aula em seu cotidiano. Durante o momento da aula, houve a discussão sobre a importância de se estudar as rochas, bem como a apresentação de vários objetos ao nosso redor que são feitos de rochas e minerais.

É comum que muitos estudantes pensem primeiramente que as rochas sirvam apenas para a construção civil, visto que há uma relação mais forte dentro dessa área. Na aula, eles conseguiram ver a possibilidade de uma dimensão maior na utilização desses recursos conforme é mostrado em algumas respostas, tendo forte uso em componentes de eletrônicos, já que alguns alunos preencheram as respostas falando de celulares, uma vez que há lítio em sua bateria e seu display ser feito de minerais de quartzo.

Além da utilização dos componentes, alguns estudantes, como E5 e E4, relataram que conseguem identificar a geologia como um todo no espaço da cidade, mencionando o relevo, uma vez que a cidade de Vitória de Santo Antão está próxima do Planalto da Borborema, e tal feição é composta por algumas das rochas que eles manusearam, como o granito e gnaisse. O estudante E3 menciona em seu relato a relação da saúde com as rochas

e minerais, considerando que muitos utensílios e materiais que profissionais da saúde utilizam ou manipulam, também possuem origem com esses recursos, como por exemplo, a produção de medicamentos antiácido com base em rochas calcárias, os minerais radioativos que usam no raio-X e bisturis feitos com aço e/ou diamante.

Dado isso, Rangel e Silva (2020) discorrem que a geografia escolar permite que os educandos consigam refletir sobre os elementos do espaço geográfico em sua volta, atribuindo uma maior significância em situações que passam despercebidas por eles, e atrelando esse fato com a aula, notou-se uma descoberta desses estudantes em relação a imensa dimensão de objetos que tem os minerais e as rochas como recursos primários.

Quadro 4 – Relatos sobre como deveria ser ministrada uma aula de geologia na perspectiva dos estudantes.

12 – Em sua concepção, como deveria ser ministrada uma aula de geologia, para que esta torne-se mais atrativa?		
Estudantes	**Respostas**	**Idade**
E1	''De forma prática''	18
E2	''Prática, trazendo coisas como as rochas, fósseis e com experimentos''	17
E3	''De uma forma mais demonstrativa e prática, ou seja, como essa que foi a aula de hoje, mostrando rochas''	20
E4	''com aulas de campo''	17
E5	''com práticas''	17
E6	''com a possibilidade de experimentos, como foi a de hoje''	18
E7	''Interativa e com demonstração''	17
E8	''Da mesma forma da aula de hoje (com demonstrações)''	18
E9	''Experimentos, porque torna a aula mais interativa''	17
E10	Mais na prática, como hoje, com experimentos, uma aula mais dinâmica. Que só não fique o professor falando, mas incentivando os alunos a interagirem.''	17

Fonte: Os autores (2023).

No Quadro 4, foram considerados os relatos dos estudantes sobre suas concepções de como uma aula de geologia poderia ser conduzida. Ao analisar essas perspectivas, percebe-se que que há um consenso dentre eles no que diz respeito a valorização de aulas práticas, considerando que tanto o conteúdo da aula que eles tiveram, como qualquer outro da geografia física, requer uma análise de dimensões que extrapolem os limites das salas de aulas. Momentos que associem os fenômenos físicos-naturais ao longo espaço geográfico na prática são essenciais para o ensino de Geografia, priorizando também, a interação desses estudantes nos debates a levarem suas visões do assunto, conforme relata o E10, tornando a aula dinâmica e participativa, na qual o professor não exerce apenas o papel de depositário do conhecimento, mas torna-se um mediador do conhecimento que necessita ser construído junto com os educandos (FREIRE, 2016).

Com base nisso, Brito e et al. (2010) pontuam a necessidade de promover o contato dos estudantes com diversos locais no espaço, no intuito de aproximar os conceitos da aprendizagem com a realidade vivida desses sujeitos. Espaços esses, que cumpram a função de tornar o conhecimento mais próximo da realidade, apropriando-se de momentos que permitam os educandos compreenderem os conceitos fundamentais da aprendizagem da geografia física. E isso vale tanto para lugares diferentes como ressaltam os autores, quanto para os momentos que envolvam a interação destes, havendo a ruptura do modelo tradicional para um paradigma que valorize seus conhecimentos e seu lugar no mundo, fazendo com que eles possam atuar como agentes críticos dos acontecimentos que permeiam a nossa sociedade.

Tendo como base essas perspectivas, é viável promover um conhecimento que torne os conteúdos da geografia física, que são frequentemente tidos como complexos, de forma mais compreensível para os alunos, em que as aulas possam ser fomentadas com as mais diversas metodologias e criatividades que existem. Porém, é importante destacar também que, em meio a situação do ensino como um todo no Brasil, existem outras lacunas que pode acarretar em problemas na aprendizagem, seja pela questão da infraestrutura escola, que interfere na distribuição dos recursos e materiais, ou seja na formação do professor.

Considerações Finais

As atividades práticas no ensino de geografia física são ferramentas que podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, implicando no desenvolvimento de competências que contribuem para uma conexão mais profunda das interações entre os fenômenos físicos-naturais em meio aos sociais que cercam a vivência desses sujeitos.

Ao longo desse estudo, ficou evidente que a inclusão de práticas nas aulas de geografia física, enriqueceram significativamente o aprendizado dos alunos, promovendo assim, uma compreensão mais concreta do conteúdo. Isso é viável devido ao posicionamento central desses estudantes dentro dessas atividades, tornando-os ativos na construção do conhecimento.

Em relação a metodologia aplicada no pré-acadêmico conforme a análise dos resultados obtidos, pôde-se concluir que essa atividade lúdica não apenas desperta interesse dos estudantes diante do conteúdo de rochas e fósseis, como também aprofunda a compreensão da aprendizagem deles, os auxiliando a entender melhor o espaço a sua volta. Dentre as limitações identificadas, destaca-se a restrição temporal da aula, que impactou na exploração mais aprofundada entre a conexão do conteúdo com a realidade, assim como no tempo referente ao momento prático e na eficiência didática do professor, uma vez que alguns estudantes relataram que a aula deveria ser conduzida de forma mais lenta.

Os conteúdos da geografia física, dos quais as rochas e fósseis fazem parte, são temáticas pouco desenvolvidas na escola, evidentemente pelas adversidades que a área da geografia física se construiu desde os últimos anos. Isso deve-se em parte pelo contexto histórico dessa ciência no Brasil, implicando na formação docente e na maneira como é estruturado os conteúdos à até mesmo pela situação da qualidade da educação brasileira, que de certa forma contribui para as defasagens vivenciadas pelos estudantes.

A partir disso, vê-se a necessidade dos professores em ressignificar as suas metodologias e dar destaque na implementação de mudanças dentro da geografia física que quebrem as barreiras das quais resultam em defasagens estudantes. Tornando-se urgente a integração de atividades lúdicas e práticas na geografia física, que permitam promover uma aprendizagem crítica e significativa, tornando os educandos peças chaves na resolução de adversidades na sociedade brasileira, e sujeitos ativos no próprio processo de ensino-aprendizagem.

Agradecimentos

Gostaria de expressar minha gratidão ao projeto do CAVest que permitiu a viabilização dessa atividade em conjunto com os estudantes. Agradeço também aos alunos que participaram dessa proposta, enriquecendo grandemente essa pesquisa e ao Professor José Roberto que me auxiliou bastante neste trabalho.

Referências

AFONSO, A. E. Contribuições da Geografia Física Para o Ensino e Aprendizagem Geográfica na Educação Básica. Revista Educação Geográfica em Foco, v. 1, n. 2, 2017.

ARMOND. N. B. Reflexões sobre o ensino de geografia física no ensino fundamental e médio: breve histórico da cisão e da reaproximação. In: 10º ENCONTRO NACIONAL DE PRÁTICAS DE ENSINO DE GEOGRAFIA-ENPEG, v. 1, 2009, Porto Alegre. Anais. Porto Alegre: UFRGS, 2009.

BRITO, C. R. e et al. A prática no ensino de geografia física: estudo de caso no Colégio de Aplicação COLUNI. Viçosa: Revista Ponto de Vista, v.6, n. 1, 2010.

BUCHMANN, F. S.; LOPES, R. P.; CARON, F. Icnofósseis (Paleotocas e Crotovinas) atribuídos a mamíferos extintos no sudeste e sul do Brasil. Revista Brasileira de Paleontologia, v.12, n. 3, 2009.

CIAVATTA, M. O acesso à universidade, uma questão política e um problema metodológico. In: BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Superior. Seminários vestibular hoje: coletânea de textos. Brasília, p. 249, 1987.

FREIRE, P. Pedagogia do Oprimido. 60ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2016.

LOUZADA, C. O.; FROTA FILHO, A. B. Metodologias para o ensino de geografia física. Revista Geosaberes, v. 8, 1. 14, p. 75-84, 2017.

MINAYO, M. C.S. (Org.) O Desafio do Conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 8ed. São Paulo: Hucitec-Abrasco, 2007.

PEDRO, L. C. A geografia ‘’física’’ no ensino fundamental: um relato sobre a importância dos conteúdos e das atividades práticas na formação do aluno. Revista Geografia em Atos, v. 1, n. 11, p. 38-35, 2011.

PEREIRA, C. M.; CARACRISTI, I. Atividades experimentais como prática de ensino-aprendizagem de temas de geografia física no ensino médio. Revista de Geociências do Nordeste, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 01–09, 2020.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico. Novo Hamburgo: Freevale, 2013.

RANGEL, L. A.; SILVA, A. C. Atividade prática para aprendizagem geográfica: ensino de solos na educação básica. Terrae Didática, v. 16, n. p. 1-8, 2020.

REIS, M. L. Autoavaliação em perspectiva colaborativa para a melhoria da prática docente. 2014. 133f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

ROSS, J. L. S. (Org.). Geografia do Brasil. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996.

SOBRAL, A. C. S.; SIQUEIRA, M. H. Z. R.; MACHADO, S. R. G. Jogos educativos para o ensino de paleontologia na educação básica. Sobral: Editora Interciência, v. 30, n. 1, 2007.

SOUZA, B. I.; SUERTEGARAY, D. M. A. Considerações sobre a geografia e o ambiente. João Pessoa: OKARA: Geografia em debate, v. 1, p. 5-15, 2007.

VASCONCELOS, A. T. Pré-vestibulares populares: desafios políticos ao currículo e ensino de geografia. 2015. 217f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, São Gonçalo, 2015.

Jogos didáticos como facilitadores no processo de ensino-aprendizagem sobre solos

Didactic games as facilitators in the teaching-learning process about soils

Evellyn Vitória de Lima
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE
https://orcid.org/0009-0004-0735-3359
evl@discente.ifpe.edu.br

Geyza Matos Santana da Silva
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE
https://orcid.org/0009-0009-4579-7803
geyzamatos857@gmail.com

Caio Maurício Eurico de Oliveira
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE
https://orcid.org/0009-0004-5693-0941
caiomauricio64@gmail.com

Manuella Vieira Barbosa Neto
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE
https://orcid.org/0000-0003-1859-6183
manuellaneto@recife.ifpe.edu.br

Resumo: O solo é um recurso de extrema importância para a manutenção da vida na Terra, no entanto, o seu ensino é frequentemente colocado num plano menor. A utilização de jogos didáticos tem o potencial de tornar o ensino-aprendizagem sobre solos mais efetivo. O objetivo deste trabalho é relatar a elaboração e aplicação de jogos didáticos desenvolvidos para favorecer o ensino de solos na educação básica. Desenvolveram-se quatro jogos, para o ensino fundamental séries finais e ensino médio: o da memória "Descobrindo o Perfil do Solo"; os quebra-cabeças "Horizontes do Solo" e "Solos do Brasil"; e o de trilha "Trilhando os Solos". Foram realizadas oficinas didáticas em escolas para suas aplicações. Os estudantes apresentaram entusiasmo com os jogos, o que tornou a aprendizagem mais pertencente e divertida. Com as ações desenvolvidas espera-se que ocorra uma maior compreensão sobre a importância do solo e que se favoreça o seu processo de ensino-aprendizagem.
Palavras-chave: educação em solos, jogos didáticos, ensino de Pedologia.

Abstract: Soil is an extremely important resource for the maintenance of life on Earth, however, its teaching is often placed on a smaller plane. The use of didactic games has the potential to make teaching and learning about soils more effective. The objective of this work is to report the elaboration and application of didactic games developed to favor the teaching of soils in basic education. Four games were developed for primary and secondary school and final grades: the memory game "Discovering the Soil Profile"; the "Soil Horizons" and "Soils of Brazil" puzzles; and the track "Trilhando os Solos". Didactic workshops were held in schools for its applications. The students were enthusiastic about the games, which made learning more meaningful and fun. With the actions developed, it is expected that there will be a greater understanding of the importance of the soil and that its teaching-learning process will be favored.
Keywords: education in soils, didactic games, teaching of Pedology.

Introdução

O solo desempenha um importante papel na dinâmica da Terra, pois ele possui uma variedade de funções ambientais, sociais, econômicas, culturais e tecnológicas. De acordo com Vezanni (2015), o solo atua como base para a "ocorrência de todos os processos ecológicos no planeta e exerce papel fundamental para a manutenção e construção da

biodiversidade dos ecossistemas". Ainda assim, seu processo de formação e conservação são conhecidos de maneira superficial, pois a sociedade pode até saber algumas funções e benefícios advindos do solo, como a produção de alimentos, entretanto compreender a importância dos componentes dos solos para que o alimento seja saudável ainda está longe de ser conhecido pela maioria das sociedades (VEZZANI; LIMA, 2017).

Esse contexto impacta diretamente o ensino de solos na educação básica, pois a dedicação de tempo a essa temática é frequentemente colocada em um plano menor (MARGENOT et al., 2016). No entanto, através do ensino de solos se pode desenvolver uma ''consciência pedológica'' individual e coletiva, que considere os princípios de sustentabilidade, com a divulgação de valores e atitudes voltadas para a conservação da natureza, pois a compreensão dos processos sistêmicos que envolvem o seu desenvolvimento pode contribuir para o fortalecimento de uma consciência ambiental voltada para a conservação dos recursos naturais (MUGGLER et al., 2006; BASTOS et al. 2022).

O ensino de solos se encontra no contexto do ensino de Geografia Física, sendo essa uma área que exige uma correlação contínua entre teoria e prática. Segundo Farias e Antunes (2012), o ensino de Geografia, sobretudo na área da Geografia da natureza, sofre com a carência de aulas mais lúdicas, pois compreender conceitos relacionados ao relevo, minerais e rochas, clima, ou aos solos somente no âmbito teórico é um encargo complexo para os estudantes. A problemática se agrava quando faltam alternativas de materiais de apoio para o ensino e, até mesmo, quando os materiais existem, podem vir com informações técnicas incorretas, como no caso dos livros didáticos. Conforme Lima (2014), os livros didáticos muitas vezes não trazem informações corretas tecnicamente, úteis ou adequadas à realidade dos solos brasileiros.

Diante das limitações abordadas, torna-se essencial o desenvolvimento de recursos didáticos baseados no contexto de metodologias ativas, onde os estudantes são protagonistas no processo de ensino-aprendizagem e os professores atuam como mediadores dos conhecimentos (MORAN, 2015). Uma vez que os recursos didáticos podem incluir vários tipos de materiais, dentre eles encontram-se os jogos, que podem ser utilizados em sala de aula a fim de se promover uma melhor assimilação dos conteúdos trabalhados (PONTUSCHKA, 2009). Acerca das metodologias ativas, Moran (2015) reconhece que a elaboração da linguagem de desafios, atividades lúdicas, dinâmicas de competição e cooperação fazem parte desta proposta metodológica de ensino, facilitando o entendimento.

De acordo com Moraes e Castellar (2018), o uso de jogos é um caminho a ser percorrido pelo docente na busca de obter resultados mais positivos no processo de ensino – aprendizagem. Ainda sobre isso, Breda (2018) enfatiza que o uso de jogos aliado com aulas, trabalhos de campo e leituras pode colaborar na construção de momentos mais dinâmicos,

uma vez que pode contribuir no desenvolvimento da categoria do prazer em aprender. Nesse sentido, o uso de jogos vem sendo incentivado no ensino de Geografia e no ensino de solos, e resultados positivos vêm sendo apontados em relação a interação e aprendizagem dos estudantes (MARTINS; CAMPOS; MUCIDA (2020); NASCIMENTO et al. (2019).

Deste modo, considerando a importância do uso de jogos didáticos como metodologia ativa que pode favorecer o processo de ensino- aprendizagem sobre solos, este trabalho tem como objetivo relatar a elaboração e aplicação de jogos didáticos que foram desenvolvidos para favorecer o ensino de solos na educação básica.

Materiais e Métodos

Inicialmente foi necessário realizar uma pesquisa teórica sobre as temáticas da pedologia, educação em solos, ensino de geografia e jogos didáticos (LEPSCH, 2011; BRADY e WEIL, 2013; MORAN, 2015; PONTUSCHKA, 2009; VEZZANI, 2017). Para elaboração dos

jogos foi realizado um estudo da Base Nacional Comum Curricular - BNCC (BRASIL, 2018), no sentido de verificar quais as temáticas relacionadas ao ensino de solos na Geografia são indicadas pelo currículo nacional e desse modo planejar quais as propostas de atividades seriam desenvolvidas.

Para o ensino fundamental séries finais foi destacada para o 6º ano a unidade temática da BNCC, Conexões e Escalas - Natureza, Ambientes e Qualidade de Vida; e para o 7º ano a unidade temática Natureza, Ambientes e Qualidade de Vida, como as que possuem maior relação temática com o ensino de solos. Para o ensino médio foi destacada a competência específica 3 da BNCC para Ciências Humanas e suas Tecnologias: Analisar e discutir o papel e as competências legais dos organismos nacionais e internacionais de regulação, controle e fiscalização ambiental e dos acordos internacionais para a promoção e a garantia de práticas ambientais sustentáveis, como sendo a que possui maior correlação temática com o ensino de solos no componente de Geografia (QUADRO 1).

Quadro 1 – Unidades temáticas do ensino fundamental e competência específica do ensino médio indicadas na Base Nacional Comum Curricular relacionadas ao ensino de solos no componente curricular de Geografia.

Ensino fundamental séries finais – Componente curricular Geografia			
ANO	**Unidade Temática**	**Objetivos do Conhecimento**	**Habilidades**
6º Ano	Conexões e Escalas - Natureza, Ambientes e Qualidade de Vida	Relações entre os componentes físico-naturais Biodiversidade e Ciclo Hidrológico	**(EF06GE05)** Relacionar padrões climáticos, tipos de solo, relevo e formações vegetais. **(EF06GE10)** Explicar as diferentes formas de uso do solo (rotação de terras, terraceamento, aterros etc.) e de apropriação dos recursos hídricos (sistema de irrigação, tratamento e redes de distribuição), bem como suas vantagens e desvantagens em diferentes épocas e lugares.
7º Ano	Natureza, Ambientes e Qualidade de Vida	Biodiversidade brasileira	**(EF07GE11)** Caracterizar dinâmicas dos componentes físico-naturais no território nacional, bem como sua distribuição e biodiversidade (Florestas Tropicais, Cerrados, Caatingas, Campos Sulinos e Matas de Araucária).
Ensino Médio - Ciências Humanas e Sociais Aplicadas			
Competência Específica 3		**Habilidades**	
(EM13CHS305) Analisar e discutir o papel e as competências legais dos organismos nacionais e internacionais de regulação, controle e fiscalização ambiental e dos acordos internacionais para a promoção e a garantia de práticas ambientais sustentáveis.		**(EM13CHS301)** Problematizar hábitos e práticas individuais e coletivos de produção, reaproveitamento e descarte de resíduos em metrópoles, áreas urbanas e rurais, e em comunidades com diferentes características socioeconômicas, e elaborar e/ou selecionar propostas de ação que promovam a sustentabilidade socioambiental, o combate à poluição sistêmica e o consumo responsável. **(EM13CHS306)** Contextualizar, comparar e avaliar os impactos de diferentes modelos socioeconômicos no uso dos recursos naturais e na promoção da sustentabilidade econômica e socioambiental do planeta (como a adoção dos sistemas da agrobiodiversidade e agroflorestal por diferentes comunidades, entre outros).	

Fonte: (BRASIL, 2018) adaptado pelos autores (2023).

O primeiro jogo desenvolvido foi o jogo de trilha intitulado ‘’Trilhando os Solos’’ (Figura 1B), sua elaboração se deu no período de pandemia, ano de 2021, então sua disponibilização foi pensada para o modo remoto utilizando a plataforma gratuita www.flippity.net, o jogo está disponível online no site do projeto www.solosaprendereconservar.com.br. O jogo tem como

público-alvo estudantes do ensino médio, este jogo tem como objetivo trabalhar os conceitos básicos do solo, bem como suas características, importância e funções ecossistêmicas.

Figura 1 – Jogo de tabuleiro didático “Trilhando os solos”. 1A - Regras do jogo “Trilhando os Solos”, 1B- Tabuleiro online disponibilizado na plataforma Flippity.com.

Fonte: Solos, Aprender e Conservar (2023).

As instruções para a realização do jogo são: a) O(a) professor(a) deverá explicar conceitos básicos: como o que é o solo, importância do solo, características do solo, funções ecossistêmicas e degradações do solo; b) O(a) professor(a) deverá dividir os estudantes em grupos de modo que cada um seja representado por uma cor, como se observa na figura 1B, e jogar o jogo conforme as regras gerais de um jogo de trilha, sorteando o dado e avançando conforme a quantidade sorteada, vence o grupo que chegar primeiro ao final. Ressalta-se que o jogo pode ser aplicado tanto de modo remoto como de modo presencial, utilizando projeção.

Também foi desenvolvido um jogo da memória com o título de ‘’Descobrindo o Perfil do Solo’’, onde, em primeiro momento, foi desenvolvido para ser trabalhado de modo remoto

(Figura 2A) e posteriormente, com o encerramento do período pandêmico, foi adaptado para ser aplicado de modo presencial (Figura 2B, 2C, 2D).

Figura 2 – Jogo da memória didático “Descobrindo o Perfil do Solo”. 2A - Jogo da memória “Descobrindo o Perfil do solo”, 2B - Adaptação para o presencial do jogo da memória, 2C - Banner e jogo presencial do jogo da memória, 2D - Banner utilizado para aplicação do jogo memória.

Fonte: Solos, Aprender e Conservar (2023).

Para ser utilizado de modo presencial, foi impressa a figura de um perfil de solo em papel A3 e plastificado, para os estudantes poderem escrever sobre a figura tentando lembrar as características do solo abordadas (Figura 2B). Também foi elaborado um banner para assim os estudantes observarem a imagem completa, considerando a possibilidade de não se encontrar em toda instituição de ensino estrutura que permita a projeção de imagens (Figura 2D). Voltado para o ensino fundamental séries finais (8º e 9º anos de preferência) e ensino médio, o jogo tem o objetivo de abordar sobre o perfil do solo, seus horizontes e características morfológicas principais.

As instruções para a realização do jogo são: a) O(a) professor(a) deverá explicar sobre os conceitos básicos do solo, dando ênfase aos horizontes dos solos e suas características individuais como os micro e macronutrientes, os organismos vivos, a coloração e materiais presentes em cada horizonte do solo; b) Após trabalhados os temas citados, o(a) professor(a) deverá dividir os estudantes em grupos, distribuindo a folha do perfil de solo para cada grupo e aplicar o jogo, onde os estudantes deverão memorizar a imagem do perfil de solo completa e depois preencher as lacunas em branco de suas folhas, depois será realizado

um debate sobre a quantidade de acertos e erros, sendo estimulada a correção das respostas incorretas.

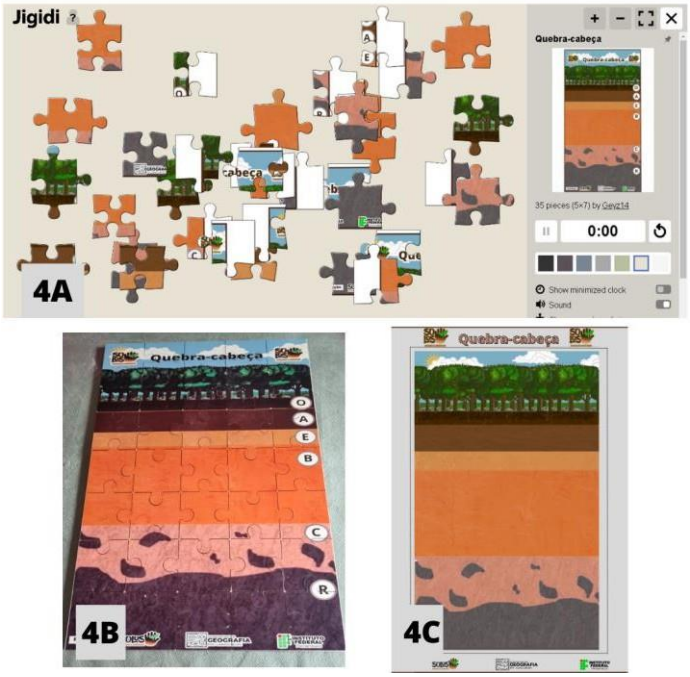
Foram desenvolvidos ainda jogos quebra-cabeça intitulados ‘’Solos do brasil’’ (Figura 3), e ‘’Horizontes do Solo’’ (Figura 4), onde o público-alvo são os estudantes do ensino médio e fundamental séries finais. O jogo ‘’Solos do Brasil’’ foi desenvolvido através da plataforma www.jigidi.com, pois foi pensado inicialmente para ser aplicado de modo remoto (Figura 3A), e também pode ser acessado de modo gratuito no site www.solosaprendereconservar.com.br.

Figura 3 – Jogo didático quebra-cabeça “Solos do Brasil”. 3A - Jogo online “Solos do Brasil” disponibilizado na plataforma Jigidi.com, 3B - Jogo adaptado para ser utilizado presencialmente “Solos do Brasil”

Fonte: Solos, Aprender e Conservar (2023).

Com o retorno às atividades presenciais, o jogo quebra-cabeça também foi adaptado para o modo presencial, onde foram impressos 7 exemplares de cada em madeira MDF (Figura 3B e 4B). O Quebra-cabeça no modelo virtual é recomendado para escolas que possuem acesso à internet, caso contrário é necessário trabalhar este quebra-cabeça de modo físico, sendo assim o professor deve dividir a turma para assim criar uma dinâmica de colaboração entre os estudantes.

Figura 4 – Jogo didático quebra-cabeça “Horizontes do Solo”. 4A - Jogo online “Horizontes do Solo” disponibilizado na plataforma Jigidi.com, 4B - Jogo quebra-cabeça adaptado para o presencial “Horizontes do Solos” feito em MDF, 4C - Planejamento da adaptação do jogo “Horizontes do Solo” para o MDF.



Fonte: Solos, Aprender e Conservar (2023).

As instruções para a realização do jogo são: a) Para o quebra-cabeça de ‘’Solos do Brasil’’ o(a) professor(a) deverá explicar as classes de solos do Brasil e sua ocorrência nas regiões brasileiras, relacionando a diversidade de solos presente no território nacional, como os fatores de formação dos solos podem influenciar em suas características.

Já para o quebra-cabeça ‘’Horizontes do Solo” (Figura 4) o(a) professor(a) deverá trabalhar as características dos horizontes principais que se pode encontrar num solo desenvolvido, O, A, E, B, C e R para a rocha matriz, evidenciando os atributos de cada um;

b) O(a) professor (a) deverá dividir os estudantes em grupos, distribuindo os quebra-cabeças para que cada grupo trabalhe de modo cooperativo para finalizar a atividade; c) Após a finalização da montagem é necessário que a equipe explique sobre os solos mais recorrentes no Brasil e suas características, ou então sobre as características de cada horizonte mais a rocha matriz, assim verificando o entendimento dos estudantes acerca da temática e a contribuição deste jogo para aprimorar o conhecimento dos discentes. Vence o grupo que finalizar e explicar corretamente o que foi trabalhado.

As regras dos jogos desenvolvidos para serem trabalhados de forma online, seus objetivos bem como os códigos QR de acesso podem ser observados no quadro 2:

Quadro 2 – Jogos didáticos para favorecer o processo de ensino-aprendizagem sobre solos disponibilizados de forma online no site do projeto Solos, Aprender e Conservar do IFPE campus Recife.

Jogo	Objetivos e Regras	Código QR para Acesso
Jogo de trilha ‘’Trilhando os Solos’’.	O jogo ‘’Trilhando os Solos’’ aborda temas como funções ecossistêmicas do solo, suas características, fatores de formação e tipos de degradação e tem como objetivo desenvolver nos estudantes habilidades como compreender dinâmicas naturais para o desenvolvimento dos solos. Regras: As regras seguem a dinâmica geral de um jogo de trilha, onde o jogador sorteia no dado a quantidade de casas a serem avançadas, as regras detalhadas estão disponíveis na figura 1A.	
Jogo da memória ‘’Descobrindo o Perfil de Solo’’.	O jogo ‘’Descobrindo o Perfil de Solo’’ aborda temas como horizontes do solo e suas características, cores do solo, organismos do solo, micro e macro nutrientes do solo e tem como objetivo desenvolver nos estudantes habilidades como compreender as dinâmicas ocorrentes num perfil de solo e seus componentes. Regras: As regras consistem na memorização dos componentes do solo e posterior preenchimento, o grupo que obtiver mais acertos vence.	

Jogo quebra-cabeça “Solos do Brasil”	O quebra cabeça ‘’Solos do Brasil’’ aborda temas como as classes de solos do Brasil e sua localização no território nacional e tem como objetivo desenvolver nos estudantes a capacidade de compreender a diversidade de solos presente no país, bem como características de formação destes solos. Regras: As regras consistem na montagem do mapa quebra cabeça, vencendo o grupo que montar em menor tempo.	
Jogo quebra cabeça ‘’Perfil de Solo’’.	O quebra cabeça ‘’Perfil de Solo’’ aborda temas como horizontes do solo e suas características e tem como objetivo desenvolver nos estudantes as habilidades de compreender a dinâmica de formação dos horizontes do solo e suas características específicas. Regras: As regras consistem na montagem do quebra cabeça, vencendo o grupo que montar em menor tempo.	
Para mais informações, acessar o site oficial do projeto ou Instagram, disponíveis em: @solosaprendereconservarifpe www.solosaprendereconservar.com.br		

Fonte: Os autores (2023).

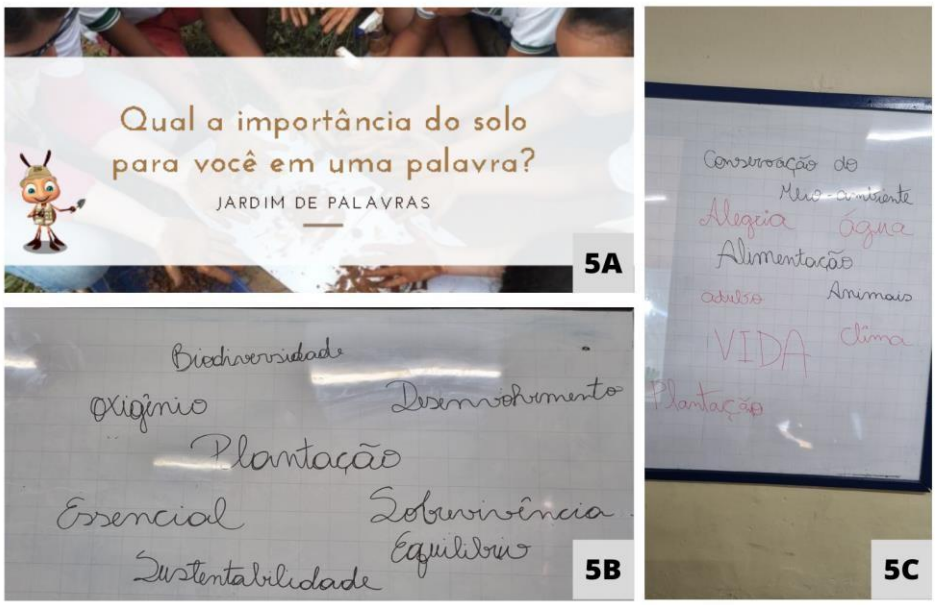
A partir do desenvolvimento dos jogos, contatou-se escolas parceiras que demonstraram interesse nas oficinas itinerantes realizadas pelo projeto desde 2017 (BARBOSA NETO et al., 2018) que contemplam turmas tanto do ensino fundamental quanto do ensino médio e definiu-se datas para a realização de oficinas didáticas sobre solos com as escolas IFPE campus Recife, Colégio Piedade e IFPE campus Abreu e Lima, localizadas na região metropolitana de Recife - PE, onde houve a participação dos professores preceptores e estudantes.

Resultados e Discussão

Iniciou-se às atividades dos jogos a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o conteúdo a ser abordado com estes recursos didáticos, e para isso foram realizadas algumas perguntas como ‘’O que é o solo?’’ e ‘’Qual a importância do solo, para você, em uma palavra?’’ (Figura 5A), as respostas foram escritas formando uma tempestade de ideias

(Figuras 5B e 5C), utilizando a contribuição dos estudantes foi possível compreender a relação que eles tinham com o conteúdo a ser trabalhado, pois segundo Souza e Castellar (2016), a compreensão é mais consistente quando incentivada por um vínculo entre o conhecimento científico e as percepções cotidianas do sujeito. Em seguida, realizou-se a aplicação dos jogos de fato e os estudantes demonstraram bastante empolgação para participar das atividades propostas.

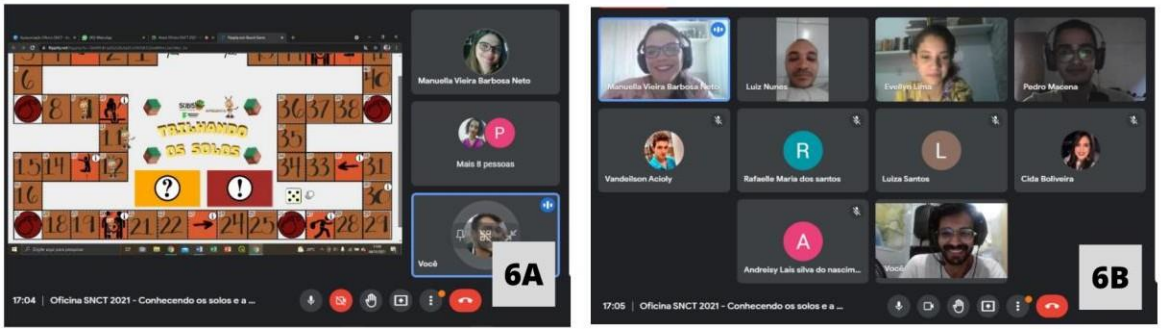
Figura 5 – Nuvens de palavras elaboradas durante a aplicação das oficinas didático pedagógicas de solos. 5A - Slide onde há a pergunta inicial para a elaboração da nuvem de palavras, 5B e 5C - Nuvens de palavras elaboradas em turmas de ensino médio a partir das respostas dos estudantes



Fonte: Solos, Aprender e Conservar (2023).

O jogo ‘’trilhando os solos’’ foi exposto durante a oficina realizada para a 18º Semana de Ciência e Tecnologia (SNCT) realizada no IFPE - Campus Recife (Figura 6A e 6B), que foi realizada de modo remoto no ano de 2021, voltada para professores da educação básica, estudantes de licenciatura, estudantes do campus e público geral, onde foi enfatizada a possibilidade de se trabalhar em sala de aula com o jogo didático. Com a aplicação desse jogo buscou-se discutir sobre as características do solo e a importância desse conhecimento para se alcançar a sustentabilidade desse recurso, como aponta a competência específica 3 da BNCC para o ensino de Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (BRASIL, 2018).

Figura 6 – Aplicação do jogo didático “Trilhando os Solos” durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia do campus Recife IFPE. 6A - Aplicação do jogo “Trilhando os Solos” de forma online durante a SNCT do Instituto Federal de Pernambuco - campus Recife, 6B - Organização das equipes durante a oficina online para a aplicação do jogo de tabuleiro “Trilhando os Solos”.



Fonte: Solos, Aprender e Conservar (2023).

O jogo da memória “Descobrindo o perfil do solo” foi aplicado em oficinas presenciais com estudantes do IFPE campus Recife, do técnico integrado (Figura 7A e 7B) e com estudantes do Colégio Piedade, séries finais do ensino fundamental (Figuras 7C).

Figura 7 – Aplicação do jogo da memória didático “Descobrindo o Perfil do Solo” com estudantes do ensino médio e fundamental. 7A e 7B- Estudantes do ensino médio do Instituto Federal de Pernambuco, campus Recife realizando o jogo “Descobrindo o Perfil do Solo”, 7C - Discentes do ensino fundamental do colégio Piedade realizando o jogo durante a oficina didática-pedagógica “Solos, Aprender e Conservar”.

Fonte: Solos, Aprender e Conservar (2023).

Os estudantes demonstraram entusiasmo ao compreender a localização correta dos horizontes, as características dos solos e os nutrientes presentes. Segundo Breda (2018), o uso de jogos desperta a curiosidade e instiga à vontade de aprender de forma mais prazerosa.

Com a aplicação desse jogo, buscou-se promover a discussão sobre a complexidade existente nos perfis de solo e a necessidade de compreendê-la para a promoção de práticas sustentáveis efetivas, muitos estudantes demonstraram curiosidade ao descobrir a existência de tantos elementos diferentes que podem existir num único perfil.

Já os jogos de quebra-cabeça sobre os solos do Brasil foram aplicados em oficinas no Colégio Piedade, com estudantes do ensino fundamental séries finais (Figura 8C e 8D) e no IFPE campus Abreu e Lima, com estudantes do ensino médio integrado ao técnico (Figura 8A e 8B). Além de demonstrarem bastante empolgação para finalizar os quebra-cabeças, ao explicar a ocorrência dos solos no Brasil e suas características, bem como com a localização dos horizontes e suas características, os estudantes apresentaram a compreensão efetiva do tema abordado nas oficinas e jogos.

Figura 8 – Aplicação dos quebra-cabeças “Solos do Brasil” e “Horizontes do Solo”. 8A e 8B - Aplicação do jogo didático “Solos do Brasil” com estudantes do ensino médio do IFPE, campus Abreu e Lima, 8C e 8D- Aplicação do jogo didático “Horizontes do Solo” com os estudantes do ensino fundamental do colégio Piedade.

Fonte: Solos, aprender e conservar.

De acordo com Martins, Campos e Mucida (2020), a temática sobre os solos do Brasil sofre de negligência nos livros didáticos, sendo de grande importância a aplicação de jogos que favoreçam a aprendizagem dos estudantes sobre a diversidade dos solos do Brasil e que eles possam relacionar esse conhecimento com as suas realidades.

A partir das observações feitas durante a aplicação dos jogos didáticos, foi possível verificar a validação destes recursos pelos estudantes, uma vez que eles demonstraram entusiasmo para participar e a compreensão dos temas abordados, conforme Kishimoto (2011) e Moraes e Castellar (2018) jogos didáticos são importantes aliados no desenvolvimento social e cognitivo, e o próprio significado de jogo na educação está atrelado ao lúdico e ao educativo.

Considerações Finais

Foram desenvolvidos 4 jogos didáticos com diferentes objetivos para abarcar temáticas referentes ao ensino de solo, sendo eles: o jogo da memória “Descobrindo o Perfil do Solo”, os jogos quebra-cabeças “Horizontes do Solo”, “Solos do Brasil” e o jogo de trilha “Trilhando os Solos”.

O jogo da memória “Descobrindo o Perfil do Solo” tem como público-alvo os estudantes do ensino médio e fundamental anos finais (8º e 9º ano), pois neste os discentes têm a possibilidade de conhecer mais sobre o perfil do solo, seus horizontes e características morfológicas principais.

Os quebra-cabeças “Horizontes do Solo” e “Solos do Brasil” têm como público-alvo os discentes do ensino fundamental séries finais e médio. O jogo “Solos do Brasil” visa abordar sobre a diversidade de classes de solos presentes e a distribuição destes no território nacional, para os estudantes do ensino médio o jogo pode ir além e facilitar o entendimento dos estudantes acerca das nomenclaturas de cada classe de solo e suas características.

Já o Quebra-cabeça “Horizontes do Solo” possibilita os docentes abordarem temas como os fatores de formação do solo, o perfil do solo e, além disso, aborda-se as características dos horizontes principais que se pode encontrar num solo desenvolvido, evidenciando os atributos de cada um. Portanto este recurso tem um papel de auxiliar e dinamizar as aulas tornando mais atrativa a temática para os estudantes.

O público-alvo do jogo de tabuleiro “Trilhando os Solos” são estudantes do ensino médio, e objetiva-se que com esse jogo eles possam entender mais sobre diversas temáticas relacionadas ao solo, como por exemplo, o conceito de solo, a ciência que estuda o solo, os horizontes do solo, importância socioeconômica e tipos de degradações.

Todos os jogos didáticos citados neste trabalho foram aplicados durante oficinas itinerantes realizadas em escolas da educação básica na região metropolitana de Recife - PE. Em todas as ocasiões os estudantes apresentaram entusiasmo com os jogos, promovendo assim uma dinâmica que relaciona a teoria com a prática de forma a tornar o processo de ensino-aprendizagem mais pertencente e divertido para os discentes.

Com os resultados da aplicação dos jogos didáticos, conclui-se que os jogos didáticos apresentados são favoráveis para facilitar o ensino de solos nas aulas de geografia, para o ensino fundamental e médio, pois promove dinâmicas que alavancam a experiência de ensino-aprendizagem, tornando estes materiais propícios para auxiliar os professores, trazendo diversas possibilidades de aplicação, pois os jogos possibilitam questionamentos pertinentes a respeito da importância ambiental e socioeconômica dos solos.

Portanto, com as ações desenvolvidas e com os materiais disponibilizados, espera-se que os sujeitos envolvidos não somente compreendam a importância e funções do solo, como também possam disseminar esse conhecimento em suas comunidades, assim como, espera-se que estes materiais possam ser utilizados pelos professores em sala de aula, de modo a facilitar o ensino-aprendizagem sobre solos.

Agradecimentos

A Divisão de Extensão (DIEX) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE pela possibilidade de desenvolver este projeto, as escolas parceiras que ao longo destes anos convida e acolhe o projeto para a promoção da educação em solos e aos professores e professores e estudantes que participam das atividades, contribuindo para a divulgação da importância da conservação dos solos.

Referências

BASTOS, S.B.; VEZZANI, F. M.; LIMA, M. R. Alternative Methodology of Problem Cases - AMPC for soil education guided by emancipatory principles. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 1-18, Outubro, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20220070.

BARBOSA NETO, M. V.; OLIVEIRA, I. V. A. ; SOUZA, D. D. R. . Aplicação de oficinas sobre solos em escolas da educação básica da região metropolitana do Recife. Revista ensino de Geografia (Recife), v. 1, p. 178-198, 2018.

BRADY, N.; WEIL, R. R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013. 716 p.

BRASIL, Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/. Acesso em: 13 de agosto de 2023.

BREDA, T. V. Jogando com a Geografia: possibilidades para um ensino divertido. Práticas Pedagógicas Vol. 5, Nº 9, 55-63, 2018. Disponível em: http://obeg.geo.puc-rio.br/jogando-com-a-geografia-possibilidades-para-um-ensino-divertido/

FARIAS, G. F.; ANTUNES, H. S. Construção de recursos didáticos para o ensino de Geografia: as oficinas como alternativas para a aprendizagem escolar. Bol. Geográfico, Maringá, v.30, n.2, p. 59-71, 2012.

KISHIMOTO, T. M. Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação. 14 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LIMA, M. R. (org.). Conhecendo os solos: abordagem para educadores do ensino fundamental na modalidade à distância. Universidade Federal do Paraná. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Curitiba. 2014. 167p. ISBN 978-858995009-1.

MARGENOT, A. J; SOUTHARD, S.; O'Geen, A. Integrating Soil Science into Primary School Curricula: Students Promote Soil Science Education with Dig It! The Secrets of Soil. Soil Science Issues—Soil & Water Management & Conservation, vol. 80, Nº 4, 831-838, Agosto, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.2136/sssaj2016.03.0056.

MARTINS, I. C., CAMPOS, R. V., & MUCIDA, D. P. CLASSES DE SOLOS E O LÚDICO: jogo de cartas como prática pedagógica para aprendizagem. Revista Brasileira De Educação Em Geografia, 10(20), 2020 623–634. https://doi.org/10.46789/edugeo.v10i20.870

MORAES, J. V. de. CASTELLAR, S. M. V. Metodologias ativas para o ensino de Geografia: um estudo centrado em jogos. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 17, Nº 2, 422-436. 2018. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen17/REEC_17_2_07_ex1324.pdf.

MORAN, J. Mudando a educação com metodologias ativas. In: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (Org.). Convergências midiáticas, educação e cidadania: aproximações jovens, v. 2. Ponta Grossa: Foca Foto-PROEX/UEPG, 2015.

MUGGLER, C. C. et al. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.30, n.4, p.733-740, 2006. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000400014.

NASCIMENTO, D. S.; BARBOSA NETO, M. V.; SILVA, D. F.; OLIVEIRA, I. V. A.; SOUZA, D. R. S. Desenvolvimento de Jogos Didáticos para o Ensino de Solos no Ensino Fundamental, Geografia Física e as Mudanças Globais. 1ª Ed. Fortaleza, 2019. ISBN:978-85-7282-778-2 https://www.researchgate.net/publication/343318867_DESENVOLVIMENTO_DE_JOGOS_DIDATICOS_PARA_O_ENSINO_DE_SOLOS_NO_ENSINO_FUNDAMENTAL

PONTUSCHKA, N. N. Para ensinar e aprender Geografia. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.

SOUZA, V. C. de; CASTELLAR, S. M. V. Erros didáticos e erros conceituais no ensino de Geografia: retificações e mediações à construção do conhecimento. Boletim Goiano de Geografia. v. 36, n. 2. maio-agosto. 2016. p. 241-263.

VEZZANI, F. M. Solos e os serviços ecossistêmicos. Revista Brasileira de Geografia Física, V. 08, p. 673-684, 2015. Disponível em: https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/233637/27226 .

VEZZANI, F. M.; LIMA, M. R. Educação em Solos: um caminho para valorar os serviços ecossistêmicos? In: Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Mai-Ago, 2017. P. 54-57.

Importância de trabalhos em campo para o ensino e aprendizagem em Geomorfologia

Importance of Field Work for Teaching and Learning in Geomorphology

Gustavo Henrique Almeida
Universidade de Pernambuco – UPE *Campus* Garanhuns
https://orcid.org/0009-0002-5668-6227
gustavo.henriquealmeida@upe.br

Thiago Calado de Andrade
Universidade de Pernambuco – UPE *Campus* Garanhuns
https://orcid.org/0009-0005-2287-1557
thiago.calado@upe.br

César Marlos Ferreira de Lima
Universidade de Pernambuco – UPE *Campus* Garanhuns
https://orcid.org/0009-0003-0889-7393
cesar.marlos@upe.br

Kleber Carvalho Lima
Universidade de Pernambuco – UPE *Campus* Garanhuns
https://orcid.org/0000-0002-9468-2473
kleber.carvalho@upe.br

Alberlene Ribeiro de Oliveira
Universidade de Pernambuco – UPE *Campus* Garanhuns
https://orcid.org/0000-0002-9802-3205
alberlene.oliveira@upe.br

Resumo: Este artigo tem como objetivo mostrar a importância das aulas práticas dos conteúdos debatidos em sala de aula na disciplina de Geomorfologia Aplicada, tendo como finalidade o desenvolvimento na perspectiva de análise e na formação acadêmica e profissional. A organização se deu através de uma abordagem teórica em sala de aula, seguido pela prática em campo, a participação dos alunos foi de suma importância, e todo o processo ocorreu de forma dinâmica, a utilização de algumas ferramentas como dados geoespaciais, imagens de satélite e drones, foram essenciais para que a dimensão dos processos erosivos e a forma que um sistema intervém com o outro, fossem esclarecidos. Levando em consideração esses aspectos, o trabalho de campo desenvolve o olhar crítico dos futuros profissionais que estão em formação acadêmica, analisando o espaço que estão inseridos, da influência antrópica nos processos erosivos e como eles ocorrem, e de quais formas esse desequilíbrio pode ser retardado.

Palavras-chave: Processos Erosivos, Trabalho de Campo, Olhar Crítico.

Abstract: This article aims to discuss the importance of practical classes of the contents discussed in the classroom in the discipline of Geomorphology, with the purpose of developing the perspective of analysis and academic and professional training. The organization took place through a theoretical approach in the classroom, followed by field practice, student participation was of paramount importance, and the whole process occurred dynamically, the use of some tools such as geospatial data, satellite images, were essential for clarifying the dimension of erosion processes and the way in which one system intervenes with the other. Taking these aspects into account, the fieldwork develops a critical view of professionals who are in academic training, analyzing the space they are inserted in, the anthropic influence on erosion processes and how they occur, and in what ways this imbalance can be retarded.
Keywords: Erosive Processes, Fieldwork, Critical Look.

Introdução

A Geomorfologia, de acordo com Christofoletti (1980, p. 1), é a ciência que estuda as formas de relevo. As formas representam a expressão espacial de uma superfície, compondo as diferentes configurações da paisagem morfológica. Através dessas formas é possível compreender a dinâmica da natureza, transformações do relevo, processos de formação dos solos e a relação entre clima e relevo. Para que os estudantes possam compreender melhor os conceitos teóricos dessa ciência é importante que as aulas práticas em campo sejam incorporadas em sua formação.

As aulas práticas em campo são fundamentais para o estudo da Geomorfologia, pois proporcionam uma visão mais concreta dos conceitos teóricos, permitindo que os estudantes visualizem na prática os processos que acontecem no relevo. Esse tipo de técnica também permite que os estudantes conheçam diferentes tipos de relevo e processos de formação, tornando o aprendizado mais amplo e completo. A ausência dessas atividades pode afetar negativamente o aprendizado dos discentes no que se refere ao melhor conhecimento de formas e processos geomorfológicos, e a longo prazo, comprometer seu nível profissional.

As estratégias para as atividades práticas devem ser cuidadosamente pensadas e planejadas para que o objetivo pedagógico seja alcançado envolvendo a teoria-prática. Uma das principais estratégias é a escolha do local de estudo, pois deve ser selecionado de acordo com os objetivos de aprendizagem, levando em consideração as características geomorfológicas da área, sua acessibilidade e as condições de segurança para os estudantes.

Além disso, as aulas práticas em campo incentivam o trabalho em equipe, a observação detalhada do ambiente e o raciocínio crítico, bem como o desenvolvimento das habilidades essenciais para um bom profissional de geografia, com ênfase para a Geomorfologia. Desse modo, os discentes têm a oportunidade de discutir e trocar experiências, desenvolvendo um pensamento crítico e reflexivo sobre os fenômenos observados.

Outra vantagem é que elas proporcionam uma interação mais direta dos estudantes com o biossistema, permitindo que eles compreendam a importância da preservação do mesmo e ajam em conformidade com isso. O contato com a natureza também pode ser uma oportunidade para despertar o interesse dos estudantes pela Geomorfologia e pela pesquisa científica.

Adquirir conhecimento nesta ciência ocasiona também no desenvolvimento de um pensar crítico e reflexivo sobre a realidade, pelo fato de que existe uma relação entre sociedade-natureza, e isso mostra que as formas e os processos geomorfológicos são gerados, na maioria das vezes, de forma natural. Todavia, através da ação antrópica, que usa

e ocupa o solo de forma insustentável, estes acabam gerando crise ambiental de modo que causam um desequilíbrio, alterando seu ciclo natural e resultando em impactos desastrosos que habitualmente modificam inteiramente o relevo. O estudo realizado no espaço rural do município de Floresta, em Pernambuco, teve como objetivo proporcionar aos discentes e pesquisadores a oportunidade de analisar na prática os processos e feições erosivas. Através da coleta de dados durante o campo, foi possível ampliar a compreensão do conteúdo aplicado em sala de aula, unindo a prática em consonância com a teoria e promovendo um aprendizado positivo.

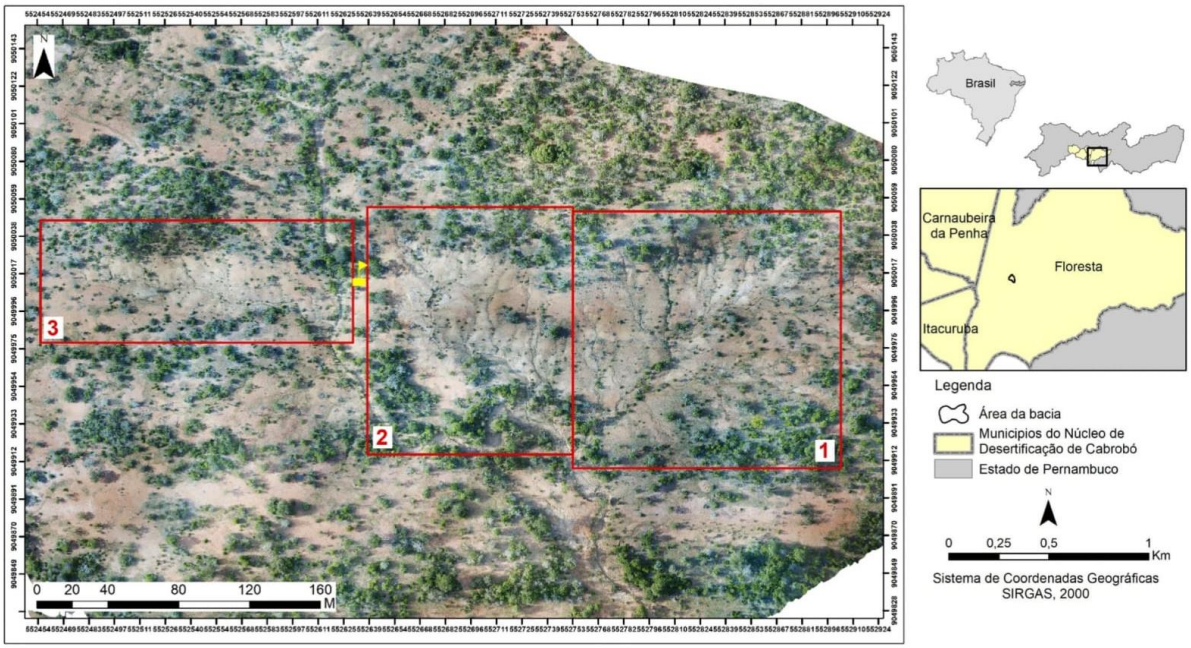
Nesse sentido, é imprescindível que toda a teoria estruturada durante as aulas de Geomorfologia seja executada, para que os alunos tenham um olhar mais construtivo, de forma que seja entendido e analisado corretamente, tornando os mesmos em profissionais qualificados capazes de entender o espaço e a sociedade numa compreensão mais aprofundada e consciente da realidade.

Dessa forma, este decorrente documento é baseado em experiências vivenciadas por discentes do curso de Licenciatura em Geografia, da UPE Campus Garanhuns, em trabalhos de campo elaborados e realizados pelo docente da disciplina Geomorfologia Aplicada, que ocorreram no primeiro semestre de 2023, com o intuito de observar de maneira direta os processos e formas erosivas, compreender a dinâmica do relevo terrestre em micro e macroescala (apoiada por uma carga teórica vista anteriormente em sala de aula) e estimular o pensamento crítico, reflexivo e científico dos estudantes.

Caracterização da área de estudo

A área de estudo corresponde a um espaço rural delimitado no município de Floresta/PE (Figura 1), município este que possui um território de 3.604,948 km² (IBGE, 2022) e uma população de 30.144 pessoas (IBGE, 2022). À respeito das características geográficas da extensão submetida às análises: está situada na Depressão Sertaneja e possui relevo suave a ondulado; sua Geologia confere o Escudo Cristalino; está nos domínios da Bacia Hidrográfica do baixo curso do Rio Pajeú; sob o bioma Caatinga; os solos são predominantemente dos tipos luvissolo e planossolo, onde geralmente apresentam os horizontes A, B, C e R; a vegetação é composta por Caatinga Hiperxerófila com trechos de floresta subcaducifólia; seu clima é Bsw'h' – muito quente, semi-árido, tipo estepe – segundo a classificação de Köppen (JACOMINE et al., 1973), o nível de pluviosidade do local é irregular e concentrado.

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo no município de Floresta/PE.



Fonte: Os autores (2023).

Métodos

Os métodos adotados baseiam-se em uma abordagem integrada, combinando métodos quantitativos e qualitativos para obter uma compreensão abrangente dos processos erosivos em Floresta/PE, para a conservação e gestão adequada do município, sendo eles, resumida e paulatinamente: aulas teóricas, leitura e discussão de bibliografias, preparação do roteiro de campo, desenvolvimento de atividades práticas e elaboração de relatório de campo.

Detalhadamente, a pesquisa baseou-se em duas etapas: bibliográfica e campo. A primeira utilizou-se diversas leituras de artigos e livros, tais como Christofoletti (1980); Girão; Corrêa (2004); Casseti (2005); Botelho; Guerra; Silva (2007); Perez Filho; Quaresma (2011); Bertolini (2019); Moura; Magalhães Junior; Felippe (2021); Guerra; Machado; Soares (2007).

Na pesquisa de campo foram realizadas atividades em duas ocasiões, ocorrendo nos dias 31/03 (primeiro momento), 29/04 e 30/04 (segundo momento), em Floresta/PE, para coletar informações gerais da área de estudo e sua dinâmica. A sistemática de campo se deu nos seguintes passos: identificação de sistemas erosivos, reconhecimento de formas erosivas, georreferenciamento e mensuração de feições lineares, preenchimento de ficha técnica e discussão dos dados.

Sendo utilizado um roteiro de campo, no primeiro instante, alunos do sexto (6º) e quarto (4º) período do curso de Licenciatura em Geografia, da UPE *Campus* Garanhuns, juntamente com docentes das disciplinas: Geomorfologia Aplicada, Hidrogeografia e Pedologia, estiveram presentes nas atividades para a obtenção de maiores informações e precisão dos dados, esses que são essenciais para compreender o espaço totalizante e, de forma detalhada, os processos e formas erosivas – objetos centrais da pesquisa – que ali se

expunham. No segundo instante, apenas discentes do sexto (6º) período participaram das laborações.

Além dos levantamentos de campo, coletados com a utilização de mapas, trenas, escalas e aparelho de GPS, utilizou-se também dados geoespaciais, como imagens e MDT obtidos com drone, para obter informações sobre a distribuição espacial dos processos erosivos em Floresta. Essas imagens são processadas e analisadas utilizando técnicas de sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica (SIG) combinadas a outras ferramentas determinantes para colocação precisa aos resultados finais.

A criação dos mapas envolveu a coleta de dados em campo, fotografias aéreas com uso de drones, organização e análise de dados no Excel e a representação no software QGIS, utilizando coordenadas UTMs para garantir maior precisão espacial, permitindo a visualização e análise dos processos erosivos de forma eficiente e detalhada com a manipulação dessas informações numéricas e visuais.

Com base nos dados coletados e nas análises realizadas, foram identificadas as principais variáveis e fatores que influenciam os processos erosivos no município de Floresta/PE. Essas variáveis podem incluir características do solo, cobertura vegetal, declividade do terreno, uso da terra, padrões de drenagem, entre outros.

Relevância dos trabalhos de campo para a formação discente

A importância dos trabalhos de campo vai além da coleta de dados, eles proporcionam aos estudantes e pesquisadores uma experiência prática que permite uma conexão direta com os conceitos teóricos estudados em sala de aula. Ao vivenciar os processos erosivos em um ambiente real, é possível compreender melhor a dinâmica desses processos, suas variações espaciais e temporais, e as relações entre os elementos geomorfológicos e os processos naturais e antrópicos.

O planejamento do trabalho de campo é de suma relevância para o processo de produção do conhecimento, pois, busca o desenvolvimento da observação crítica, o espírito científico entre muitos procedimentos importantes para o estudo da geomorfologia do local em questão.

As atividades proporcionam aos alunos a identificação e descrição de formas de relevo, medições de parâmetros geomorfológicos, coleta de amostras, registros fotográficos, medições de identificação dos estágios dos processos erosivos através de meios cartográficos, como mapas e coordenadas geográficas. Além disso, possibilita ao grupo de alunos discutir dados e ideias observados no campo sob diferentes níveis escalares, interpretar a realidade materializada e probabilidade de manusear equipamentos.

Ao considerar a importância do planejamento no contexto do campo de geomorfologia, é possível encontrar uma rica bibliografia que aborda esse tema e que foi

trabalhada em sala de aula. Alguns dos autores e obras relevantes como a obra do Christofoletti (1980), Geomorfologia o qual foi explorado para melhor conhecimento desde os processos geomorfológicos mais simples associado a perspectiva teórico-metodológica.

Além dos trabalhos em campo, os dados recolhidos foram reutilizados em sala para que se mantivessem as informações e os conhecimentos aplicados, como uma forma de fixar e levantar ainda mais a curiosidade de uso desses dados e como se dará as condições futuras do local em que foi recolhido tais resultados e descritos em um relatório detalhado.

Portanto, o trabalho de campo é uma prática essencial na disciplina da Geomorfologia, pois permite uma investigação direta dos lugares e fenômenos estudados. Ao adentrar o terreno, os geógrafos têm a oportunidade de coletar dados de forma empírica, observar as dinâmicas espaciais e compreender as interações entre os elementos do ambiente, obtendo uma formação de qualidade e segura em possíveis projetos futuros.

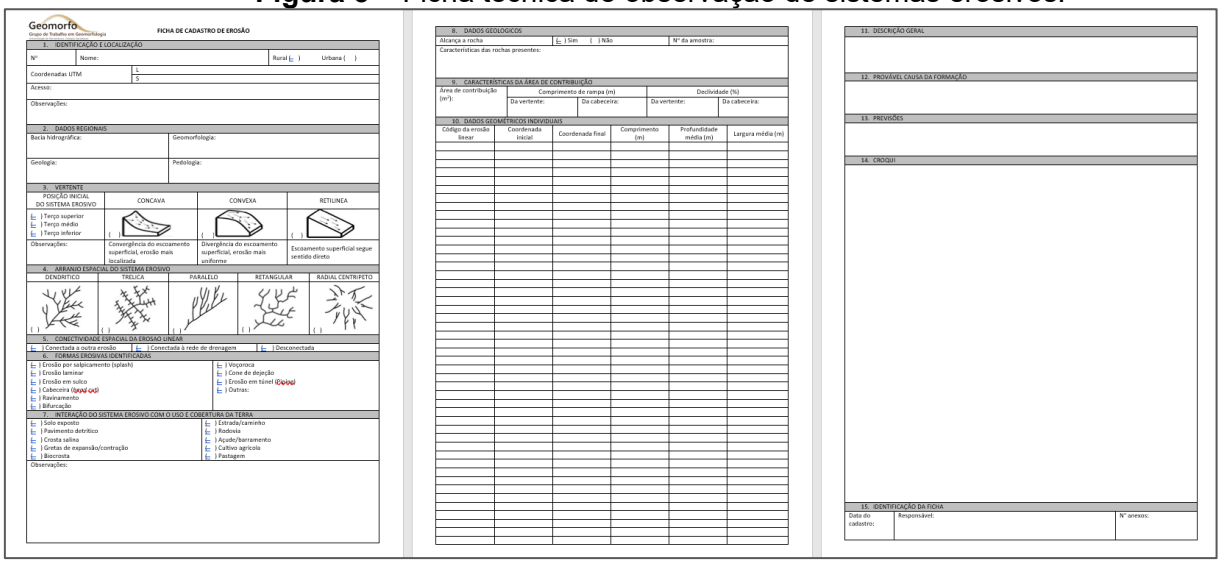
Resultados e discussões

No dia 31/03, as atividades foram iniciadas às 14h58 (horário local), em área pré-determinada pelo docente com o auxílio de imagens de drones. Analisando as erosões consequentes, foram identificados, registrados e coletadas informações sobre os estágios evolutivos das formas de erosão presentes na área de estudo (Figura 2), esses dados eram imediatamente incorporados em uma ficha técnica de observação dos sistemas erosivos (Figura 3), antes elaborada pelo Grupo de Trabalho em Geomorfologia, da UPE Garanhuns.

Figura 2 – Discentes coletando dados sobre as feições erosivas na área de estudo.

Fonte: Os autores (2023).

Figura 3 – Ficha técnica de observação de sistemas erosivos.



FICHA DE CADASTRO DE EROSÃO

1. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO
Nº: Nome: Rural ( ) Urbana ( )
Coordenadas UTM: L / S
Acesso:
Observações:

2. DADOS REGIONAIS
Bacia hidrográfica: Geomorfologia:
Geologia: Pedologia:

3. VERTENTE
POSIÇÃO INICIAL DO SISTEMA EROSIVO | CONCAVA | CONVEXA | RETILINEA
( ) Terço superior
( ) Terço médio
( ) Terço inferior
Observações: Convergência do escoamento superficial, erosão mais localizada | Divergência do escoamento superficial, erosão mais uniforme | Escoamento superficial segue sentido direto

4. ARRANJO ESPACIAL DO SISTEMA EROSIVO
DENDRITICO | TRELICA | PARALELO | RETANGULAR | RADIAL CENTRIPETO

5. CONECTIVIDADE ESPACIAL DA EROSÃO LINEAR
( ) Conectada a outra erosão ( ) Conectada à rede de drenagem ( ) Desconectada

6. FORMAS EROSIVAS IDENTIFICADAS
( ) Erosão por salpicamento (splash)
( ) Erosão laminar
( ) Erosão em sulco
( ) Cabeceira (ravi ca)
( ) Ravinamento
( ) Bifurcação
( ) Voçoroca
( ) Cone de dejeção
( ) Erosão em túnel (pipe)
( ) Outras:

7. INTERAÇÃO DO SISTEMA EROSIVO COM O USO E COBERTURA DA TERRA
( ) Solo exposto
( ) Pavimento detrítico
( ) Crosta salina
( ) Grietas de expansão/contração
( ) Biocrosta
( ) Estrada/caminho
( ) Rodovia
( ) Açude/barramento
( ) Cultivo agrícola
( ) Pastagem
Observações:

8. DADOS GEOLÓGICOS
Alcança a rocha ( ) Sim ( ) Não Nº da amostra:
Características das rochas presentes:

9. CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE CONTRIBUIÇÃO
Área de contribuição (m²): | Comprimento do rampa (m): Da vertente: / Da cabeceira: | Declividade (%): Da vertente: / Da cabeceira:

10. DADOS GEOMÉTRICOS INDIVIDUAIS
Código da erosão linear | Coordenada inicial | Coordenada final | Comprimento (m) | Profundidade média (m) | Largura média (m)

11. DESCRIÇÃO GERAL

12. PROVÁVEL CAUSA DA FORMAÇÃO

13. PREVISÕES

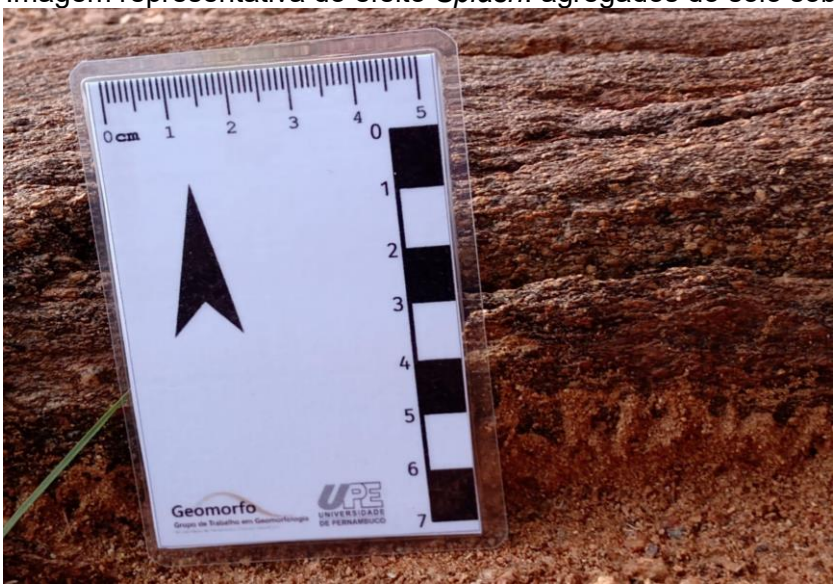
14. CROQUI

15. IDENTIFICAÇÃO DA FICHA
Data do cadastro: | Responsável: | Nº anexos:

Fonte: Grupo de Trabalho em Geomorfologia – UPE Garanhuns (2023).

Neste local – área rural delimitada – foram observadas marcas do processo conhecido como *Splash*, que ocorrem quando as gotas de chuva atingem a superfície do solo, causando o deslocamento de partículas para diferentes posições. Esse evento, embora não muito chamativo, é importante para o início do escoamento superficial, pois a água da chuva pode ser retida em pequenas depressões formadas por essas partículas, antes de se acumularem e formarem fluxos maiores, logo, o processo inicial das erosões por esse eventual processo se torna visível após uma precipitação, isto é, as partículas sedimentares são movidas após serem atingidas pelos pingos de chuva, deixando uma marca circular como característica e por vezes agregados do solo grudados em rochas e/ou vegetais (Figura 4).

Figura 4 – Imagem representativa do efeito *Splash*: agregados do solo sobre a rocha.



Fonte: Os autores (2023)

No local foram também encontradas gretas de contração (Figura 5), essas que podem influenciar no movimento da água no solo, permitindo que a água se infiltre mais facilmente em determinadas áreas e criando canais de escoamento subsuperficial. Além disso, o escoamento difuso é outro processo relacionado ao movimento da água no solo, que ocorre quando a água se move através do solo de maneira uniforme, sem seguir um canal definido.

Figura 5 – Gretas de contração no solo.

Fonte: Os autores (2023)

Portanto, as gretas de contração possuem um papel crucial para a formação do modelado terrestre em áreas secas, pois, essas regiões, como Floresta/PE, possuem uma absorção de água maior. Isto se dá devido à menor presença de vegetação e a presença de solos pouco desenvolvidos, que apresentam menor capacidade de retenção de água. Dessa forma, as gretas de contração permitem que a água seja infiltrada no solo de maneira mais eficiente, promovendo a recarga de aquíferos e auxiliando na manutenção dos ecossistemas locais. No entanto, é importante destacar que o processo de sedimentação pode ser agravado em áreas com gretas de contração, uma vez que esses canais tendem a transportar grandes

quantidades de sedimentos. Logo, a análise geomorfológica do local em Floresta/PE demonstra a complexidade dos processos que ocorrem na interação entre a água, o solo e as características do terreno. O entendimento desses processos é fundamental para a tomada de decisões em relação ao manejo de recursos hídricos, à conservação dos ecossistemas e à prevenção de desastres naturais.

Como visto na sala de aula, foi assimilado o cerne dos principais tipos de escoamentos superficiais ou subsuperficiais, dessa forma, em campo constatou-se dois principais tipos de escoamentos: superficial difuso e superficial linear. O escoamento superficial difuso é aquele que ocorre de forma mais homogênea na superfície do solo, sem a formação de canais bem definidos. Esse tipo de defluência é comum em áreas com solos pouco permeáveis e em regiões onde a cobertura vegetal foi removida. Quando a intensidade da chuva é elevada e o solo é incapaz de absorver toda a água, o escoamento difuso torna-se mais significativo, podendo gerar problemas como a erosão e o transporte de sedimentos.

Em áreas como as que foram vistas em campo, percebeu-se que o solo é pouco desenvolvido e a vegetação é por vezes rarefeita, o escoamento superficial difuso pode ser um dos principais mecanismos de transporte de água. No entanto, a falta de cobertura vegetal também pode acelerar o processo de erosão, tornando o solo ainda mais suscetível a processos de instabilidade. Além disso, é importante destacar que as vertentes podem influenciar significativamente no padrão do escoamento superficial difuso. Vertentes íngremes favorecem a concentração de água em determinados pontos, aumentando a velocidade do escoamento e favorecendo o processo de erosão.

Por outro lado, vertentes mais suaves permitem uma distribuição mais homogênea da água, reduzindo o risco de erosão e transportando menos sedimentos. Assim, é possível observar a complexidade da dinâmica hidrológica em áreas como o município em questão, onde diversos fatores interagem para determinar o comportamento do escoamento superficial e a forma como a água é distribuída na paisagem. O entendimento desses processos é fundamental para a tomada de decisões em relação ao manejo de recursos hídricos e à prevenção de desastres naturais.

Dentro da dinâmica hidrológica do município de Floresta/PE, o escoamento superficial concentrado é um processo importante a ser considerado. Esse tipo de deflúvio ocorre quando a água da chuva se concentra em uma determinada área e flui sobre o terreno de forma linear (Figura 6), seguindo o caminho mais fácil. Esses cursos d'água, por sua vez, podem cortar vertentes e formar vales. A influência das vertentes íngremes no município é um fator que contribui para a formação de escoamentos superficiais lineares, já que a água tende a fluir mais facilmente em direção às áreas mais baixas. Além disso, o solo pouco

desenvolvido da região, com baixa capacidade de infiltração, favorece a ocorrência desse tipo de escoamento.

Figura 6 – Feições derivadas do escoamento superficial concentrado.

Fonte: Os autores (2023)

Brevemente, foram estudados três erosões lineares na localidade, e outros apenas observados. Tais estudados, são referenciados como SE4 (Sistema Erosivo 04) da área analisada, ou seja, as próximas siglas se referenciam ao local de estudo, sistema erosivo e erosão linear, tornando um único código de feições erosivas, podendo ser analisados no quadro a seguir:

Quadro 1 – Dados sobre formas erosivas causadas pelo escoamento superficial

Código da erosão linear	Coordenadas UTM	Comprimento médio(m)	Profundidade média(m)	Largura média(m)
SE4-01	S 0552260 O 9050030	5,03	0,51	1,18
SE4-02	S 0552273 O 9050033	5,14	0,66	2,41
SE4-03	S 0552289 O 9050036	6,40	0,68	2,10

Fonte: Os autores. (2023)

Logo, constata-se que as incisões observadas e estudadas são deveras evoluídas, mas que sem a tentativa de restauração destas áreas, pode chegar a um ponto crítico, ou sendo mais direto, a uma possível evolução da paisagem para uma ou no caso várias voçorocas.

No município de Floresta/PE, diversos processos geomorfológicos contribuem para a formação do modelado terrestre. As gretas de contração, por exemplo, são importantes para o escoamento difuso, que ocorre em áreas com solo pouco desenvolvido e favorece a infiltração da água no terreno. Além disso, o escoamento superficial linear é um processo importante na região, principalmente devido à presença de vertentes íngremes e solos pouco desenvolvidos, que favorecem a formação de cursos d'água lineares. Todo esse movimento de água na superfície terrestre pode levar à sedimentação, um processo geomorfológico em que o material transportado pela água se deposita no leito do rio ou em outras áreas de menor energia cinética. Esse material pode ser composto por sedimentos de diferentes tamanhos, desde grãos de areia até rochas de maior porte.

A sedimentação é um processo importante na geomorfologia, pois a deposição desses sedimentos pode contribuir para a formação de novas áreas de terra, como as planícies aluviais. Além disso, os sedimentos podem ser ricos em nutrientes e minerais, o que pode favorecer o desenvolvimento da vegetação local. Portanto, a sedimentação é um processo geomorfológico que está intimamente ligado à dinâmica hidrológica da região, e que pode ser influenciado por diversos fatores, como o tipo de solo, o relevo e o volume de água que flui sobre o terreno.

A Depressão Sertaneja é uma grande área geomorfológica que se estende por diversos estados do Nordeste brasileiro. Caracteriza-se por apresentar uma superfície aplainada, com elevações suaves e extensas planícies sedimentares. Em decorrência de seu relevo plano e do clima semiárido que predomina na região, os processos geomorfológicos de rebaixamento, como a erosão laminar e o escoamento difuso, têm papel importante na modelagem do terreno.

Além disso, é comum observar na Depressão Sertaneja a presença de pavimentos detríticos, formados pela acumulação de sedimentos transportados pelos processos de erosão eólica, fluvial e pluvial. Esses pavimentos consistem em camadas de cascalhos, seixos e areias cimentadas por carbonato de cálcio ou óxido de ferro, que podem ter sido formados tanto em épocas recentes quanto em períodos geológicos mais antigos.

Outro fator que contribui para a configuração da paisagem na Depressão Sertaneja é o cisalhamento, processo pelo qual as camadas de solo e de rocha são separadas, formando grandes blocos de rocha que se acumulam no topo das elevações. Estes pavimentos são compostos por uma camada resistente de cascalho, areia e argila que cobrem

o solo subjacente em áreas áridas e semiáridas. O processo de formação começa com a remoção da cobertura vegetal por meio da erosão, seja por ação natural ou antrópica, deixando o solo exposto. Em seguida, o vento e a água transportam e depositam o material solto no solo, criando uma camada superficial de cascalho e areia. Assim como observado na área de estudo, houve uma remoção da cobertura vegetal, logo, o solo exposto aos modificadores externos do relevo, principalmente as chuvas torrenciais, causando um desgaste da superfície do solo e de rochas expostas.

Em suma, com a finalização das atividades em campo, os docentes e discentes se reuniram e expuseram comentários e perspectivas a respeito do trabalho desenvolvido, além de mais caracterizações da área de estudos. Com isso, de forma sucinta, foi apresentado e discutido o aproveitamento da experiência, esta que foi bastante produtiva considerada satisfatória por 100% dos discentes participantes no que concerne a compreensão dos conteúdos trabalhados anteriormente em sala de aula e na execução de práticas voltadas ao reconhecimento geral de sistemas erosivos e cadastro de feições erosivas.

Assim, foi possível averiguar e analisar diretamente esses processos, os diferentes modelos terrestres e outros elementos relacionados a todo o conjunto central que baseou o trabalho de campo. Para além, foi solicitado aos estudantes a realização de relatórios de campo sobre as atividades desenvolvidas, com a finalidade de embasar e registrar paulatinamente o que foi executado.

Dessa forma, os discentes produziram os relatos sobre a experiência, e os resultados expuseram uma maior compreensão acerca dos conteúdos trabalhados na disciplina, um desempenho qualitativo e quantitativo superior às avaliações anteriores ao campo sobre a mesma temática, além de fornecerem consistência e aprimoramento ao olhar crítico, científico e reflexivo sobre a dinâmica física da região estudada e a relação socioambiental.

Destarte, a relevância das atividades práticas em campo para o ensino e aprendizagem em Geomorfologia está na compreensão gerada aos estudantes e futuros profissionais da área sobre a formação e evolução do relevo terrestre, suas potencialidades, fragilidades e suas mais diversas particularidades, além da relação desses aspectos com a viabilidade de ocupação e uso de áreas pelos humanos para a realização de suas atividades sociais.

A prática estimula a curiosidade dos estudantes, fazendo-os buscar incessantemente respostas para perguntas que surgem ao observarem o emaranhado de processos e fenômenos que têm ocorrido na superfície terrestre no decorrer do tempo geológico e antrópico, mas que produzem diariamente diversos produtos complexos que refletem na maneira como vivemos.

Considerações finais

A observação direta dos diferentes modelados terrestres e de sua dinâmica morfológica facilita o desenvolvimento cognitivo dos indivíduos que analisam e processam as suas particularidades, lhes fornecendo assim uma compreensão rebuscada a respeito da gênese e evolução do espaço além de devidos prognósticos. Este panorama de informações ratifica os conteúdos trabalhados em sala de aula na disciplina de Geomorfologia.

Durante as atividades de campo, foram coletados dados que forneceram uma visão mais abrangente e aprofundada dos processos erosivos. A integração entre a teoria ministrada em sala de aula e a prática no campo permitiu aos participantes analisar e processar as particularidades desses processos, compreendendo a gênese e evolução do espaço estudado e realizando prognósticos sobre sua dinâmica futura. Essa abordagem metodológica, que combina a prática em campo com os conteúdos teóricos, contribuiu para um aprendizado mais significativo e enriquecedor.

O trabalho de campo é uma prática essencial na disciplina de Geomorfologia, pois permite a investigação direta dos locais e fenômenos estudados. Atividades em campo com sistemática direcionada consolidam a aprendizagem do discente de forma empírica, ao compreender as interações entre os elementos do ambiente. Além disso, práticas de campo possibilitam a formação técnica e acadêmica com maior qualidade, ademais, ela está estreitamente ligada ao ensino de Geografia e é utilizada como principal potencializador no desenvolvimento de habilidades e competências dos futuros profissionais dessa área.

Referências

BERTOLINI, W.Z. O conceito de equilíbrio em Geomorfologia. Terrae Didática, v. 15, e01938, p. 1-17, 2019.

CASSETI, Valter. Geomorfologia. [S.l.]: [2005].

CHRISTOFOLETTI, Antonio. Geomorfologia. 2ª edição. São Paulo: Blucher, 1980

GIRÃO, O.; CORRÊA, A.C.B. A contribuição da Geomorfologia para o planejamento da ocupação de novas áreas. Revista de Geografia, v. 21, n. 2, p. 36-58, 2004.

GUERRA, Antônio; MACHADO, Rosângela; SOARES, Antônio. Erosão e Conservação dos Solos. 3ª edição. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

JACOMINE, P.K.T. et al. Levantamento exploratório - reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. Recife: SUDENE-DRN, 1972.

MOURA, M.N.; MAGALHÃES JUNIOR, A.P.; FELIPPE, M.F. As nascentes antropogênicas como expressões da materialidade do Antropoceno e do Tecnógeno. Cadernos do Leste, v. 21, n. 21, p. 1-19, 2021.

PEREZ FILHO, A.; QUARESMA, C.C. Ação antrópica sobre as escalas temporais dos fenômenos geomorfológicos. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.12, n. 3, p. 83-90, 2011.

Geotecnologias e o Ensino da Geografia Física: Uma Experiência a partir do Google Earth Pro

Geotechnologies and the Teaching of Physical Geography: An Experience using Google Earth Pro

Poliane Camila Lima dos Santos
Universidade Federal da Bahia
0009-0002-0093-5757
polianeeducadora@yahoo.com.br

Lílian Rose Fidelis dos Santos
Universidade Federal de Alagoas
0009-0000-2400-5509
lilian.santos@igdema.ufal.br

Resumo: Este artigo tem como objetivo demonstrar como as ferramentas de geotecnologias podem ser utilizadas pelos professores da educação de base como alternativa para potencializar o processo de ensino-aprendizagem na Geografia, sobretudo, da geografia física. Sendo essa uma pesquisa teórico-qualitativa, a construção desse trabalho deu-se em três etapas. Na primeira etapa, realizou-se a revisão de literatura sobre geotecnologias e ensino de geografia, na segunda, buscou-se compreender quais conteúdos de Geografia, especialmente, os da geografia física são ofertados no ensino fundamental e, na terceira etapa, com base nos resultados das anteriores, propõe-se o uso de software *Google Earth Pro* por ser uma geotecnologia acessível e que disponibiliza diversas ferramentas que podem ser explorados por professores e alunos como uma alternativa para aulas dinâmicas e construtivas.

Palavras-chave: Ensino-aprendizagem, Geotecnologias, Google Earth, Ensino Fundamental.

Abstract: This article aims to demonstrate how geotechnology tools can be used by basic education teachers as an alternative to enhance the teaching-learning process in Geography, especially in physical geography. Since this is a theoretical-qualitative research, the construction of this work took place in three stages. In the first stage, a literature review on geotechnologies and geography teaching was carried out, in the second, an attempt was made to understand which Geography contents, especially those of physical geography, are offered in elementary education and, in the third stage, based on in the results of the previous ones, it is proposed the use of *Google Earth Pro* software because it is an accessible geotechnology and that provides several tools that can be explored by teachers and students as an alternative for dynamic and constructive classes.

Keywords: Teaching-learning, Geotechnologies, Google Earth, Elementary School..

Introdução

Tanto para aqueles que já exercem a profissão docente na educação de base, quanto para aqueles que estão iniciando nesta carreira, há uma questão em comum: como proporcionar um processo de ensino-aprendizagem de Geografia Física fluente e proveitoso? Partindo desta questão, analisamos como as geotecnologias podem contribuir como

ferramenta pedagógica para tornar a experiência de aprendizagem inolvidável. Dedicamo-nos a refletir esta questão para o ensino de geografia nas séries do ensino fundamental.

Hodiernamente, os recursos tecnológicos fazem parte do cotidiano escolar e das relações sociais, mas, eles também são importantes ferramentas na produção do conhecimento, no caso das geotecnologias, elas são fontes importantes para se conhecer os aspectos físicos das categorias geográficas. Nas universidades, está é uma ferramenta muito recorrente, tem se mostrado uma aliada nas produções acadêmicas, das pesquisas de campo e na elaboração de trabalhos complexos. Em síntese, as geotecnologias englobam um conjunto de técnicas e ferramentas utilizadas para adquirir, tratar, analisar e representar dados geográficos. Assim, as tecnologias incluem os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), Sensoriamento Remoto, Global Positioning System (GPS), entre outras.

No ensino de geografia física, entende-se que as geotecnologias podem ser utilizadas para auxiliar na compreensão e análise dos aspectos físicos do espaço geográfico. Por meio do uso de SIG, por exemplo, é possível mapear e representar diferentes elementos físicos, como relevo, hidrografia, clima e vegetação. Isso possibilita uma visualização mais precisa e detalhada desses elementos, facilitando a compreensão de sua distribuição e inter-relações. Além disso, elas permitem identificar padrões, relações e tendências geográficas. Isso proporciona uma abordagem mais dinâmica e interativa para o estudo da geografia física, permitindo aos alunos explorar e investigar diferentes fenômenos e processos geográficos. As geotecnologias oferecem ainda a possibilidade de acessar e utilizar diferentes fontes de informações geográficas, como imagens de satélite, dados de campo coletados por GPS e bancos de dados geográficos. Isso enriquece os conteúdos presentes nos livros didáticos. Também não se pode deixar de destacar que o uso de geotecnologias no ensino de geografia física promove a alfabetização geográfica dos alunos, isto é, um entendimento mais prático sobre conceitos e temas específicos da geografia, pois, elas proporcionam o desenvolvendo habilidades de leitura, interpretação e análise de dados geográficos.

A pesquisa sobre o uso de geotecnologias no ensino da Geografia Física é importante porque ela aponta se há melhoria da aprendizagem, ou seja, se a utilização de geotecnologias, pode melhorar a compreensão dos conceitos e fenômenos da geografia física pelos alunos, já que essas tecnologias permitem uma visualização mais precisa e interativa dos elementos geográficos, possibilitando uma aprendizagem mais dinâmica e significativa. Também é a partir de pesquisas como esta que é possível identificar se as geotecnologias de fato proporcionam aos alunos a oportunidade de realizar investigações geográficas que fomentam o desenvolvimento de habilidades analíticas se lhes permitem uma conexão mais interativa com o mundo real e mais integração com diferentes áreas do conhecimento.

Metodologia

Esta é uma pesquisa teórico-qualitativa, que visa principalmente, corroborar com o entendimento de que instrumentos da geotecnologia podem ser utilizados por professores de geografia da educação de base, sobretudo, em turmas das séries finais do ensino fundamental, no processo de ensino-aprendizagem da geografia física. Portanto, inicialmente, fez o levantamento do aporte teórico sobre geotecnologias e suas implicações no ensino da geografia física no ensino fundamental, também foi necessário compreender como estão distribuídos os conteúdos da geografia física nas séries acima mencionado para identificar quais ferramentas geotecnológicas podem ser utilizados nesta etapa da educação.

Para definir ferramenta de geotecnologia mais acessível a ser utilizada nas escolas é necessário levar em consideração a realidade da escola, seus recursos de ensino e o acesso a tecnologias. Também deve se considerar a realidade vivenciada pelos alunos, tanto no que se refere à ferramenta de geotecnologias acessíveis, quanto ao contexto espacial no qual estão inseridos. Assim, compreende-se que o *Google Earth Pro* pode ser utilizado como um instrumento de geotecnologia por ser um *software* gratuito e de fácil acesso e por isso foi escolhido como a ferramenta da geotecnologia a ser explorada nessa pesquisa.

O Uso de Geotecnologias no ensino de Geografia

Fitz (2005, p. 3) assinala de forma objetiva que as geotecnologias são “entendidas como sendo as novas tecnologias ligadas às geociências e às outras correlatas.” Nesse interim, elas proporcionam avanços “significativos no desenvolvimento de pesquisas, em ações de planejamento, em processos de gestão e em tantos outros aspectos à questão espacial”. Hodiernamente, são ferramentas muito utilizadas principalmente entre os geógrafos e por outros pesquisadores, deste modo, entende-se que elas também podem proporcionar significativas experiências no processo ensino-aprendizagem da Geografia.

> As geotecnologias ao longo de seu desenvolvimento estiveram quase sempre envolvidas por uma atmosfera de estórias que as aproximam da realidade para a resolução de complexos problemas das mais diferentes origens e escalas, porém as tornam inalcançáveis à compreensão da maior parte das pessoas, que se quer são familiarizadas com esse tipo de saber, devido a ignorância, o desconhecimento que normalmente, propicia a especulação e a mística. (CAVALCANTE, 2011, p. 39-40)

Cavalcante (2011) alerta para a necessidade de superar a ignorância e o desconhecimento acerca do uso das geotecnologias, isso nos leva a entender que é necessário desenvolver ações como este projeto que visa levar para a sala de aula formação e informação sobre como utilizar e quais os benefícios de seu uso, principalmente, para que os alunos sejam envolvidos mais ativamente no processo de ensino-aprendizagem, e não se

vejam apenas como plateia diante de aulas expositivas. Onde há a disponibilidade e acessibilidade a geotecnologias, utilizá-las traz inúmeras oportunidades.

O uso das geotecnologias no ensino de Geografia é também uma oportunidade de trabalhar com plataformas interativas e acessíveis, que permitem ao aluno explorar e manipular diferentes dados e informações geográficas. Com o uso do GPS, por exemplo, é possível realizar atividades, onde os alunos coletam dados de localização, mapeamento e observação da paisagem, enriquecendo sua compreensão sobre o espaço geográfico.

De acordo com Libâneo (1994) “Na aula se criam, se desenvolvem e se transformam as condições necessárias para que os alunos assimilem conhecimentos, habilidades, atitudes e convicções e, assim desenvolvam suas capacidades cognitivas” nesse sentindo, entende-se que ao planeja uma aula o professor pode estender suas ferramentas de ensino para além do livro didático e proporcionar, sempre que possível, experiências que estimulam o conhecimento e as habilidades dos alunos. Ao sugerirmos o uso de geotecnologias, consideramos o contexto socioespacial no qual os alunos estão inseridos, que é o uso cada vez mais recorrente de tecnologias em suas práticas cotidianas.

A Geografia, enquanto componente curricular da educação de base, exerce forte influência no desenvolvimento do conhecimento dos alunos no que diz respeito aos aspectos fisiográficos em escalas locais, regionais e globais. Ao se deparar com as categorias geográficas no material didático, inicialmente, o aluno tem contato com conceitos, mas desconhecem as práticas geográficas de análise destas categorias. Por exemplo, o professor pode até explicar o conceito de Paisagem incentivando aos alunos olharem pelas janelas da sala de aula, contudo, há elementos da paisagem que um simples olhar não lhes permite compreender, isto é, se o aluno olha pelas janelas e vê que a sua escola está em um ponto mais alto que as demais construções ao seu entorno ele não entende as causas e os efeitos desta diferença. É aí que ter um recuso acessível que permite aos alunos a experiência de conhecer aspectos fisiográficos de uma Paisagem pode fazer uma grande diferença em seu aprendizado.

Enfim, esta reflexão se estende a muitos outros conteúdos presentes no ensino da Geografia. Explicar um mapa apresentado em um livro e demonstrar como se pode elaborar um a partir do uso do celular, fazer uma exposição sobre relevo e junto com os alunos entender o relevo do local onde residem a partir do uso de ferramentas geotecnológicas, são experiências que enriquecem o aprendizado do aluno.

Contudo, é importante recordar que o acesso a tais recursos não é uma realidade de todas as escolas públicas do Brasil. Quando a pandemia provocada pelo COVID-19 assolou o território brasileiro, expos a realidade das escolas e dos alunos, que em muitos casos, sem sequer puderam utilizar o recurso das aulas remotas por falta de acesso à internet e/ou aos

instrumentos tecnológicos que lhes permitissem ter acesso a atividade remota ou assíncrona. Portanto, é importante levar em conta a realidade dos alunos e da escola.

Componente Curricular: a geografia física no ensino fundamental

Uma reflexão imprescindível para o desenvolvimento deste trabalho diz respeito aos propósitos da Geografia do ensino fundamental, visto que, para levar uma proposta pedagógica para sala de aula, é indispensável entender quais objetivos se pretende alcançar com a disciplina nas séries as quais se objetivou desenvolver este projeto. Neste sentido, foram analisados o livro didático de geografia utilizados nas escolas públicas de ensino fundamental, series finais, do estado de Alagoas e, os documentos normativos que orientam os componentes curriculares no âmbito nacional. Nesse interim, o material didático analisado foram os livros de geografia do 6º ao 9º ano, utilizados durante os anos de 2019-2023, da coleção “Geografia: espaço e interações”, da editora FTD de 2018. Organizados por Marcelo Morais Paula, Maria Ângela Gomez Rama e Denise Cristina Christov Pinesso. A princípio observamos que todos os livros estão estruturados em oito unidades, distribuindo os componentes curriculares da Geografia de acordo com as séries. Para demonstrar a distribuição e organização destes componentes curriculares, elaboramos o quadro 1.

Quadro 3 - Componentes curricular - Ensino Fundamental: Anos Finais

6º ANO
Unidade 1 - **Compreender o espaço geográfico**: Lugar; Paisagem; Orientar-se no espaço geográfico; localizar-se no espaço geográfico e Fusos Horários. Unidade 2 - **Representar o espaço geográfico**: Cartografia moderna; Leitura e interpretação de mapas; Escala Cartográfica e Tipos de representação. Unidade 3 - **Produzir o espaço geográfico**: Uso e transformação dos recursos naturais: Formas de produzir o espaço: urbano e campo; Povos originários e produção do espaço e Espaço virtual. Unidade 4 - **Recursos Naturais e energéticos**: Uso dos recursos minerais; Impactos da exploração mineral e Fontes de energia. Unidade 5 - **Dinâmica do Relevo e do Solo**: Relevo: formas de relevo terrestre; Agentes externos do relevo; Formação e Importância do solo; Relevo, solo, Agricultura e Relevo, solo e moradias. Unidade 6 - **Distribuição e usos da água**; Planeta Água; Bacias hidrográficas no Brasil; Usos da Água; Degradação e preservação das águas;Tratamento e distribuição da água. Unidade 7 - **Clima: Dinâmica natural e ação humana**; Tempo e clima; Climas da Terra; Clima e atividades humanas; Mudanças climáticas. Unidade 8 - **Formações vegetais e Biodiversidade**; Importância das formações vegetais; Biodiversidade
7º ANO

Unidade 1 - **Território Brasileiro**: Divisão e organização política; Divisões regionais; Dimensões do território brasileiro; Brasil e os países vizinhos; O Brasil na América; Formação do território brasileiro. Unidade 2 - **Expansão e Integração do território**; América portuguesa; Império do Café; Do café às indústrias; O processo de industrialização; Transporte e comunicação; Fluxos populacionais. Unidade 3 - **Dinâmica da população Brasileira**: Quantos somo; Distribuição da população; A população está mais velha; Pirâmides etárias e Populações tradicionais e territórios. Unidade 4 - **População, Diversidade e Desigualdade**; Qual é a sua origem? Diversidade da população brasileira; População indígena; População negra; Imigração: passado e presente; Imigração nos dias atuais; Xenofobia. Unidade 5 - **Dinâmica da Natureza do Brasil**: Relevo Brasileiro; Águas no território brasileiro; Clima no Brasil; Devastação da Biodiversidade; Unidades de Conservação no Brasil. Unidade 6 - **Campo: produção, terra e trabalho**; Da produção ao consumo; Agricultura comercial; Produção Pecuária; Transformações no Campo; Distribuições das terras e Conflitos no campo. Unidade 7 - **Cidades: dinâmicas e desigualdades**; Brasil, país urbano; Hierarquia urbana; Cidades: espaços de desigualdades; Questão da moradia; Mobilidade urbana e Cidades no futuro. Unidade 8 - **Brasil em regiões**; Região Norte; Região Nordeste; Região Sudeste; Região Centro-Oeste e Região Sul (nesta unidade são destacadas as características fisiográficas das regiões Norte e Nordeste, enquanto as demais regiões, deu ênfase aos aspectos econômicos)
8º ANO
Unidade 1 – **Mundo: nações e regionalizações**; O mundo dividido em continentes; Antártida; Estado, nação e Estado-Nação; Região e Regionalização; Regionalização do espaço mundial (das Guerras Mundiais à Guerra Fria) Unidade 2 – **Dinâmica da população mundial**; População mundial em números; Distribuição da população por idade; Distribuição espacial da população mundial; Indicadores sociais e desigualdades; Dispersão dos grupos humanos pelo mundo; Migrações atuais. Unidade 3 – **América**; Apresentando o continente americano; Regionalização da América; A invenção da América; Colonização da América; Aspectos naturais da América. Unidade 4 – **América Anglo-saxônica**; Canadá; Estados Unidos (formação, organização, população, migração, expansão, aspectos econômicos e influência dos EUA no Brasil) Unidade 5 – **América Latina**; Explorando a América Latina; Regionalização da América Latina; México; América Central; América Andina; América Platina; Brasil (agropecuária, indústria, comércio, BRICS) Unidade 6 – **África**; Apresentando o continente africano; Aspectos naturais do território; Dos primeiros seres humanos à chegada dos europeus; Escravidão na África; Imperialismo e partilha da África; O processo de descolonização. Unidade 7 **– África: aspectos populacionais**; Distribuição da população; Urbanização na África; Diversidade étnica e cultural; Condições de vida; Conflitos e refugiados na África. Unidade 8 – África: economia e meio ambiente; Recursos minerais e energéticos; Atividades agropecuárias; Atividade industrial; Serviços e abertura para o exterior; Integrações africanas (o Brasil na África, problemas socioambientais na América Latina e na África)
9º ANO
Unidade 1 – **Construção do mundo globalizado**; Globalização; Inovações técnicas e transformações espaciais; Globalização e espaço geográfico; Indústria, agropecuária e energia; Mudanças no mundo do trabalho. Unidade 2 – **Globalização: um mundo sem fronteiras**; Globalização e cultura; Globalização: contradições e desigualdades; Organizações internacionais. Unidade 3 – **Europa: regionalização e natureza**; Apresentando o continente europeu; Integração da Europa; Aspectos naturais. Unidade 4 – **Europa: população e economia**; A população europeia; Desintegrações e conflito na Europa; Migrações, racismo e xenofobia; Espaço econômico Europeu. Unidade 5 – **Ásia**; Apresentando o continente asiático; Aspectos naturais; Aspectos da população asiática; Integração na Ásia; Unidade 6 – **Oriente Médio, Ásia Setentrional e Ásia Central**; Oriente Médio; Ásia Setentrional; Ásia Central. Unidade 7 – **Extremo Oriente, Ásia Meridional e Sudestes Asiático**; Extremo Oriente; Ásia Meridional; Sudeste Asiático. Unidade 8 – **Oceania**; Apresentando a Oceania, Austrália, Nova Zelândia;

Fonte: Marcelo Morais Paula; Maria Angela Gomez Rama; Denise Cristina Christov Pinesso. Geografia: espaço e interação. Ensino Fundamental: anos finais. - 1ª Ed. – São Paulo: FTD, 2018.
Elaborado pelas autoras (2023)

A partir do quadro acima, entende-se que nos anos finais do ensino fundamental, os estudantes encontram um material didático que: primeiro não faz distinção entre aspectos físicos e humanos da ciência geográfica, os organizadores aderiram a uma proposta dialógica das duas vertentes da Geografia, ela é apresentada como uma ciência que estuda a sociedade, natureza e espaço geográfico e, como a ciência que permite compreender a formação do espaço geográfico, as dinâmicas socioespaciais e econômicas que as interações sociais foram tecendo no contexto histórico.

Vale ainda destacar a ordem hierárquica na organização dos conteúdos, por exemplo, no 6º ano é onde eles conhecem a formação do espaço geográfico, os aspectos fisiográficos deste espaço e já no final desta série são introduzidos aos processos resultantes das relações/interações humana com a natureza. No 7º ano, os conteúdos da Geografia são voltados para a compreensão da organização social do espaço geográfico, a formação e uso dos territórios e novamente, aspectos fisiográficos, porém, voltado para uma análise do Brasil. No 8º e 9º ano essas discussões são retomadas, mas em escalas maiores, alcança uma escala continental até alcançar o processo de globalização, ainda nestas séries eles conhecem aspectos mais complexos de temas como meio ambiente, população, economia, conflitos geopolíticos e perspectivas para corrigir os problemas provocados pelos abusos da intervenção humana na natureza.

Contudo, é importante lembrar que conforme explica Cavalcanti, (2011, p. 75) a Geografia “é uma ciência que estuda o espaço, na sua manifestação global e nas singulares. Sendo assim, os conteúdos geográficos precisam ser ‘apresentados’ para serem trabalhados pelos alunos nessa dupla inserção: a global e a local”.

Além do material didático utilizado na escola onde o projeto foi desenvolvido, também é importante compreender que sendo a educação uma questão social nacional, foi necessário analisar os documentos normativos do Brasil que organizam e orientam os componentes curriculares do ensino fundamental, neste caso, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que define as aprendizagens essenciais que todos os estudantes devem desenvolver ao longo da educação básica. A BNCC define ainda os objetivos de aprendizagem e os conteúdos do ensino fundamental e os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), elaborados pelo Ministério da Educação, os PCN fornecem orientações para a elaboração dos currículos das escolas e dos sistemas de ensino. Além destes dois documentos, há ainda a resolução nº 7, de 14 de dezembro de 2010, que fixa as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental, onde afirma que além da base comum nacional, o currículo do ensino fundamental é complementado em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar por uma parte diversificada.

Conforme explica Sacristán (2000, p. 16) “O currículo é uma prática na qual se estabelece diálogo, por assim dizer, entre agentes sociais, elementos técnicos, alunos que reagem frente a ele, professores que o modelam.” Destarte, trazendo essa reflexão para o ensino da geografia, indagamos quais são diálogos entre agentes sociais, elementos técnicos, alunos e professores que o ensino da geografia permite tecer no ensino fundamental, especialmente nas séries finais? Por isso fixamos nossa atenção nas orientações da BNCC e dos PCN no que diz respeito ao ensino da Geografia, também, analisou-se Referencial Curricular de Alagoas - Ensino Fundamental (RECAL) da Geografia. O quadro 2 é uma síntese desta análise.

Quadro 4:Diretrizes sobre o ensino de Geografia nos anos finais do Ensino Fundamental

PCN/1998	BNCC/2018	REFERENCIAL CURRICULAR DE ALAGOAS - ENSINO FUNDAMENTAL/2019
A Geografia deve ampliar nos alunos a capacidade de observar, conhecer, explicar, comparar e representar as características do lugar em que vivem e de diferentes paisagens e espaços geográficos.	- Espera-se que os alunos ampliem seus conhecimentos sobre o uso do espaço em diferentes situações geográficas; - Que compreenda as transformações do espaço em Território usado; - Perceber que no espaço há ação concretas, relações de poder desiguais; - Compreender o espaço virtual proporcionado pela rede mundial de computadores e das geotecnologias; - Desenvolver análises em diferentes escalas; - O estudante deve demonstrem capacidade de relacionar e entender espacialmente os fatos e fenômenos, os objetos técnicos e o ordenamento do território usado.	Um dos grandes problemas da Geografia do século XXI é estimular o estudante a sua criatividade, sua imaginação, sua curiosidade, o raciocínio do pensamento geográfico e, consequentemente, levá-lo a compreender que o espaço geográfico ao longo dos tempos foi sendo modificado e transformado pela ação humana, e que, acima de tudo, seja capaz de tornar esse estudante um cidadão autônomo e crítico para atuar e mediar conflitos.

Fonte: PCN; BNCC; referencial curricular de Alagoas - Ensino Fundamental/2019. Elaborado pelas autoras (2023)

Com base no quadro acima, infere-se que o ensino de Geografia nos anos finais do Ensino Fundamental tem como principais propósitos proporcionar aos alunos a capacidade de entender espacialmente os fatos e fenômenos, os objetos técnicos e o ordenamento do território usado, bem como compreender espaço geográfico e seus processos modificadores. Assim, é notório que a Geografia não é uma disciplinar escolar que requer apenas “decorar” conceitos, pois, quando já os PCNs orientavam que os alunos, a partir do estudo de Geografia devem desenvolver habilidades de observar, conhecer, explicar diferentes paisagens e espaços geográficos, ficou claro que isso exige do professor práticas pedagógicas que colocassem os alunos em posse de instrumentos que lhes permitissem interagir com a produção do conhecimento geográfico. Mas, desafio dos professores de Geografia não resume a cumprir o que se exige nos documentos normativos, visto que:

> a importância de ensinar geografia, deve ser pela possibilidade que a disciplina traz em seu conteúdo que é discutir questões do mundo da vida.

> Para ir além de um simples ensinar, a educação geográfica considera importante conhecer o mundo e obter e organizar os conhecimentos para entender a lógica do que acontece (CALLAI, 2011, p. 131).

Alinhando as instruções normativas que orientam o ensino da Geografia no âmbito nacional e local com o material didático utilizado na escola onde o projeto foi desenvolvido, compreendeu-se que utilizar apenas aulas expositivas, sem ferramentas interativas que contextualize os componentes curriculares, pode não alcançar os objetivos proposto com o ensino da Geografia nas séries em questão.

O *Google Earth Pro* é uma alternativa para ensinar Geografia física?

O *Google Earth Pro* é um software que oferece diversas ferramentas que auxiliam no ensino da Geografia, especialmente dos conteúdos da Geografia Física, isso porque ele possui mecanismos para visualização e exploração de imagens de satélite, mapas, terrenos, delimitação área, orientação e navegação compilados com dados geográficos. Listamos aqui algumas das suas principais ferramentas e suas respectivas funções:

1. Navegação: Essa ferramenta proporciona a experiência de navegar de forma interativa pelo globo terrestre, e fica ainda mais interessante quando se utiliza a função 3D para realizara a navegação. O professor pode utilizar essa ferramenta para apresentar os continentes, explicar as diferenças entre os relevos, mostrar diferentes localizações, abordar os recursos hídricos em diferentes escalas, entre outras.

2. Medição: Essa ferramenta permite medir distâncias, áreas e perímetros diretamente no software. É útil para determinar a distância entre dois pontos ou calcular a áreas e traçar percursos e rotas entre diferentes pontos de referência. Com esta ferramenta o aluno pode criar diferentes rotas para fazer o percurso casa-escola, conhecer a altura média das construções do bairro onde reside, entre outras possibilidades.

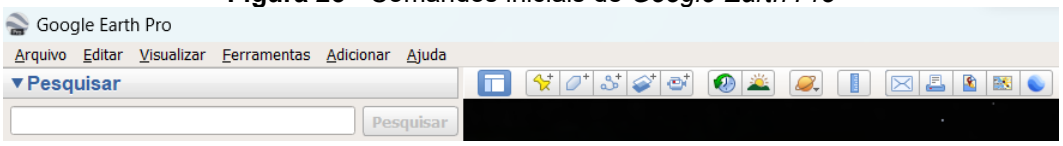
3. Anotação: essa ferramenta permite adicionar marcadores, formas, linhas e textos aos locais que estão sendo explorados no *software*. Junto com o aluno o professor pode nomear pontos de interesse, adicionar descrições ou fazer anotações. Esta ferramenta é importante, especialmente, porque nela é possível salvar os projetos elaborados na execução das atividades realizadas na sala de aula.

4. Histórico de imagens: essa ferramenta permite voltar no tempo e visualizar imagens de satélite e as mudanças ocorridas com o passar do tempo em diferentes locais. O professor utilizar essa ferramenta para explorar as mudanças na Paisagem ao longo dos anos, pode orientar os alunos para comparar imagens de diferentes épocas e acompanhar o desenvolvimento urbano e do bairro onde reside e estuda, como também pode fazer essa mesma análise de outros locais.

5. Visão 3D: essa ferramenta permite visualizar locais em 3D, com efeitos de relevo e paisagem. O professor pode propor para os alunos sobrevoar cidades, montanhas, rios e oceanos em um modo imersivo, proporcionando uma experiência bem realista e detalhada.

Faremos aqui uma breve análise e apresentação das ferramentas do *Google Earth Pro* como forma de incentivar seu uso nas aulas de geografia. Primeiro apresentamos ao aplicativo, a figura 1, corresponde a parte superior da tela do aplicativo.

Figura 23 - Comandos iniciais de *Google Earth Pro*



Fonte: *Google Earth Pro* (2023)

Na parte superior da tela inicial do Earth estão as seguintes ferramentas: 1) Arquivo, que permite abrir outros arquivos do computador, salvar os trabalhos que estão sendo criados, imprimir, importar dados dentre outras funções. 2) Editar, é a ferramenta que permite fazer alterações no projeto que está sendo construídos. 3) Visualizar, é uma guia fascinante, pois, é a partir dela que se pode selecionar os tipos de informações os quais quer demonstrar, ela é tão vasta que sua descrição foi feita separada, logo abaixo. 4) Ferramentas, ela dá como opção utilizarmos régua, GPS, tabelas, usar um simulador de voos. 5) Adicionar, neste local o professor e os alunos podem criar projetos utilizando marcador, criar caminhos (rotas), utilizar o polígono para medir uma área, criar modelos de projetos, traçar passeios e ver fotos dos lugares que estão pesquisando. 6) Ajuda, sua função mais atrativa em termos educacionais é o serviço de dicas para inicialização do *Earth*, e a ferramenta de reparo que auxilia caso o aplicativo apresente falhas em seus recursos. 8) Pesquisar, é neste campo que todo projeto é iniciado, é por onde se faz as buscas dos locais que se deseja explorar.

Além dessas ferramentas, ainda há na parte superior do layout da tela inicial do aplicativo, a barra de ferramentas, onde ficam os atalhos para os recursos já contidos nas guias acima descritas, porém, acrescidas da opção de gravar um passeio e ver o local pesquisado no *Google Maps*, essa última opção é fantástica, pois, se o usuário clicar nela se antes ter selecionado um local específico, ele será redirecionado para uma outra página que permite explorar no Espaço e visualizar alguns corpos celestes, planetas e uma estação espacial internacional, conforme ilustrado na figura 2 e 3.

Figura 24 - O Espaço visto através do Google Maps

Fonte: https://www.google.com/maps/space/iss/@29.5602853,-95.0853914,2a,75y,195.94h,92.72t/data=!3m6!1e1!3m4!1szChzPIAn4RIAAAQvxgbyEg!2e0!7i10000!8i5000?entry=ttu

Quando chegar nesta aba, pode ser que no início, a opção de explorar o Espaço não esteja disponível, se isso ocorrer é necessário reduzir o zoom ao máximo rolando o *scroll* (bolinha do mouse) para trás.

Figura 25 - Estação Espacial Internacional visitada pelo Google Maps

Fonte: https://www.google.com/maps/space/iss/@29.5602853,-95.0853914,2a,75y,195.94h,92.72t/data=!3m6!1e1!3m4!1szChzPIAn4RIAAAQvxgbyEg!2e0!7i10000!8i5000?entry=ttu

Depois, é só escolher um planeta ou um corpo celeste dentre as opções disponibilizadas na lateral esquerda da tela e explorar. Essa experiência também é muito interessante, professores e alunos podem mover o *mouse* em diferentes direções para conhecer o ambiente interno da estação espacial, novamente, a ferramenta de *zoom* deve ser utilizada para aproximar dos objetos e com um clique sobre ele é possível conhecer o nome

e a função do objeto selecionado. O texto com a explicação é em inglês, neste caso é preciso traduzir.

Conforme dito anteriormente, para fins de ensino e pesquisa, a guia “Visualizar” é um dos campos mais utilizados, por isso detalhamos nesta lista as funções que ela contém. 1) Barra de ferramenta: fixa atalhos na tela de trabalho. 2) Barra lateral fixa as funções Lugar, Clima, Terreno e outras, nas laterais da tela. 3) Tela inteira: exibe apenas a “Terra” na tela. 4) Tamanho da visualização: permite obter diferentes tamanhos e qualidade de imagem. 5) Mostrar navegação: dá as opções de navegar usando a bússola, ou, o cursor com as direções Norte, Sul, Leste, Oeste, ou, ocultar totalmente estes recursos. 6) Barra de status: nela ficam contidas as informações sobre as coordenadas geográficas e a altitude do ponto de visão. 7) Grade: contém as coordenadas geográficas do globo terrestre. Pode ser utilizada para explorar informações mais detalhadas sobre cartas topográficas. As letras correspondem a latitude e os números, em graus, correspondem a longitude. 8) Mapa de visão geral: exibe na parte inferior, lado esquerdo da tela, a informação sobre a localização da área trabalhada em relação ao continente e ao país. 9) Legenda da escala: exibe na margem esquerda, na parte inferior da tela as dimensões da imagem da área/local que está sendo estudado. 10) Atmosfera: permite visualizar a área que corresponde a atmosfera, marcar e desmarcar essa opção facilita a compreensão dos alunos sobre o que é a atmosfera. 11) Sol: ao marcar essa ferramenta, será disponibilizada uma barra de rolagem na parte superior, lado esquerdo da tela, que permite explicar a ação do Sol sobre a Terra em diferentes horários e em cada parte do Globo. Excelente também para tratar questões sobre as estações do ano, fuso-horário e outras questões relacionado ao movimento da Terra em torno do Sol. 12) Imagens históricas: Selecionando esta opção, também será disponibilizada uma barra de rolagem na parte superior, lado esquerdo da tela, que permite ter acesso a imagens de satélite de anos anteriores do local estudado, muito boa para abordar conteúdos como Paisagem, segregação urbana, ação antrópica e meio-ambiente. 13) Superfície da água: não foram encontradas funções específicas relacionada a este item. 14) Explorar: é dada a opção de explora a Terra, o Céu, o Sol, Marte e a Lua. É mais uma experiência inolvidável. Optando por explorar o Céu é possível estudar o universo usando imagens astronômicas, conhecer os eventos anuais que nele ocorre, saber onde pode encontrar centros de ensino deste seguimento fazer uma breve introdução sobre astronomia. Na Lua, estão fixados diversos marcadores, ao clicar nestes, abre uma tela com textos em inglês com informação sobre o que já se sabe em relação a Lua. Para filtrar as opções que deseja explorar nestes astros, há no lado inferior esquerdo da tela o item “camadas” para marcar as opções desejadas. 15) Redefinir: o usuário define se utilizará para navegar a inclinação, a bússola ou a combinação das duas opções. 15) Usar este local

como início: permite fixar um marcador para fixar um ponto onde se inicia a área a ser explorada.

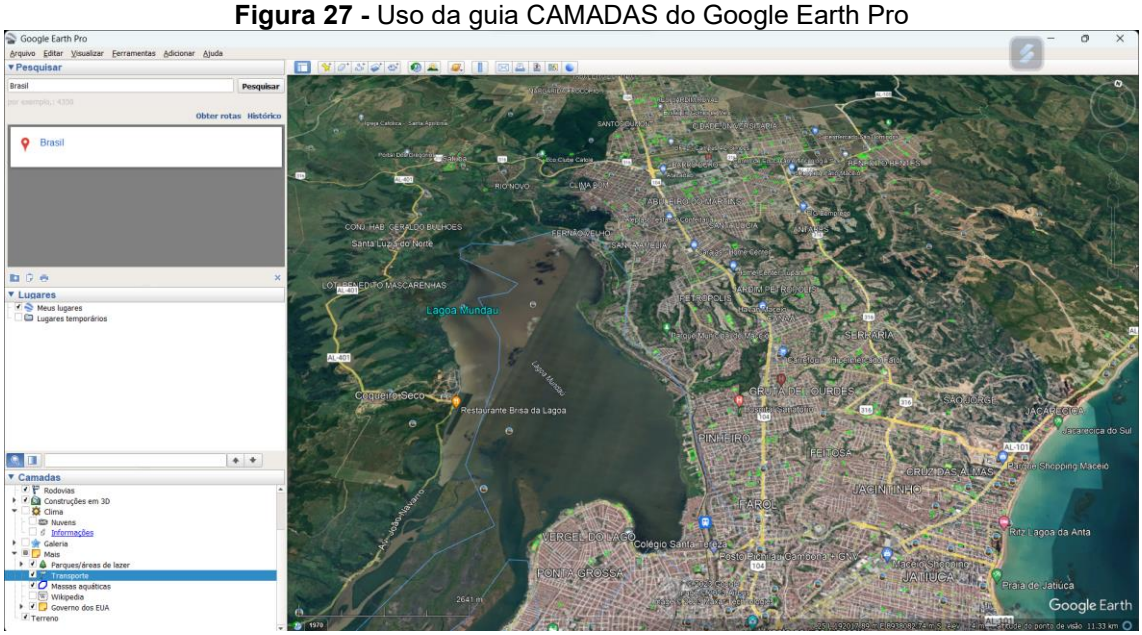
Figura 26 - Recursos da aba VISUALIZAR do Google Earth Pro

Fonte: *Google Earth Pro* (2023)

Não poderíamos deixar de falar da guia “Camadas”, situada no lado esquerdo, parte inferior da tela, isso porque ele traz uma série de recursos que precisam ser combinados para obter os resultados que se objetiva ter a partir do uso *software*. Dentre as opções de camadas estão: 1) Fronteiras e etiquetas: apresenta a delimitação territorial dos continentes, países, estados e municípios. Para ver essas informações é preciso usar o zoom, pois, quando aumenta é possível ver os limites dos municípios, quando diminui verse-a os limites entre países e continentes, portanto, explorar o *zoom* é fundamental para utilizar essa ferramenta. 2) Lugares: ao marcar este item irá aparecer na tela os nomes dos continentes, países, dos estados, das capitais e dos municípios, vilas e outros lugares. Novamente, o uso do *zoom* é determinante para capturar essas informações. 3) Fotos: exibe fotos do local feitas pelos usuários do Google. Para abrir as fotos é necessário aumentar o *zoom* até que elas apareçam e depois é só clicar na foto que deseja para abri-la. Ela contém informação sobre o autor da foto. 4) Rodovias: marcando essa opção é possível conhecer as rodovias, avenidas e logradouros. É preciso usar o *zoom* para obter a informação desejada. 5) Construção 3D: Essa camada é importante para distinguir as construções, os prédios, as esculturas e estruturas da área de estudo. 6) Clima: é uma guia com informações simples, mostra a localização das nuvens sobre determinadas áreas. Neste caso, para trabalhar este conteúdo o site Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) pode ser mais apropriado 7) Galeria: além de encontrar imagens dos locais pesquisado, ao clicar nos marcadores que apareceram na tela conforme aproxima o *zoom*, serão exibidos também depoimentos de outros usuários descrevendo o lugar e experiências que eles lhes proporcionam. 8) Mais: nesta aba é possível

indicar o que deve ser destacado na tela, as opções são: parques/áreas de lazer, transporte, massas aquáticas, *Wikipédia* e governo dos EUA, essa última pasta, serve apenas para o território norte americano. 9) Terreno: é guia que deve estar marcada para demonstrar detalhes do terreno, especialmente, se o objetivo for abordar o tema relevo.

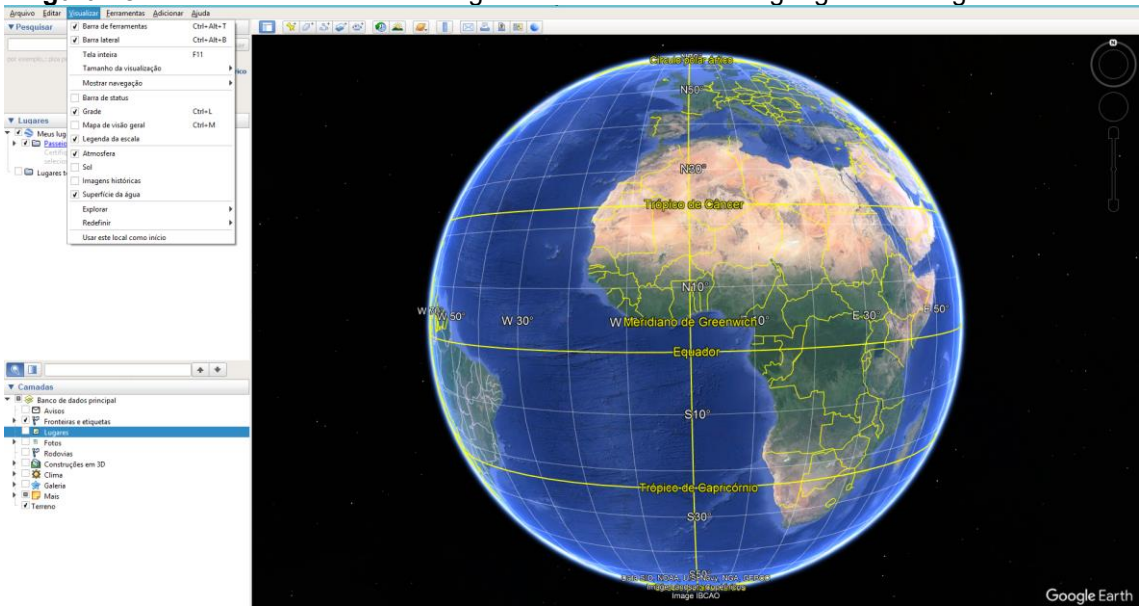
Figura 27 - Uso da guia CAMADAS do Google Earth Pro



Fonte: *Google Earth Pro* (2023)

Relacionando o uso do *Google Earth Pro* com os conteúdos propostos no material didático, com as habilidades e competências propostas na ABNCC. PCN's e com o Referencial Curricular de Alagoas - Ensino Fundamental/2019, exemplificamos abaixo em quais situações é interessante usar o *Google Earth Pro*. Por exemplo, em uma turma de 6º ano, onde é necessário que o aluno consiga analisar e compreender o espaço geográfico, o Lugar; a Paisagem; Orientar-se no espaço geográfico; localizar-se no espaço geográfico e Fusos Horários. Esta introdução pode ser realizada a partir do *software*, selecionando na guia, "Visualizar", a ferramenta "Grade", pois, ela permite visualizar os meridianos e paralelos, a extremidade entre os polos, a dimensão espacial dos continentes, os oceanos, altitude e latitude, dentre outras observações que o professor pode fazer a partir da tela, conforme ilustrado na figura 6.

Figura 28 - Meridianos e Paralelos e grades das coordenadas geográficas do globo terrestre



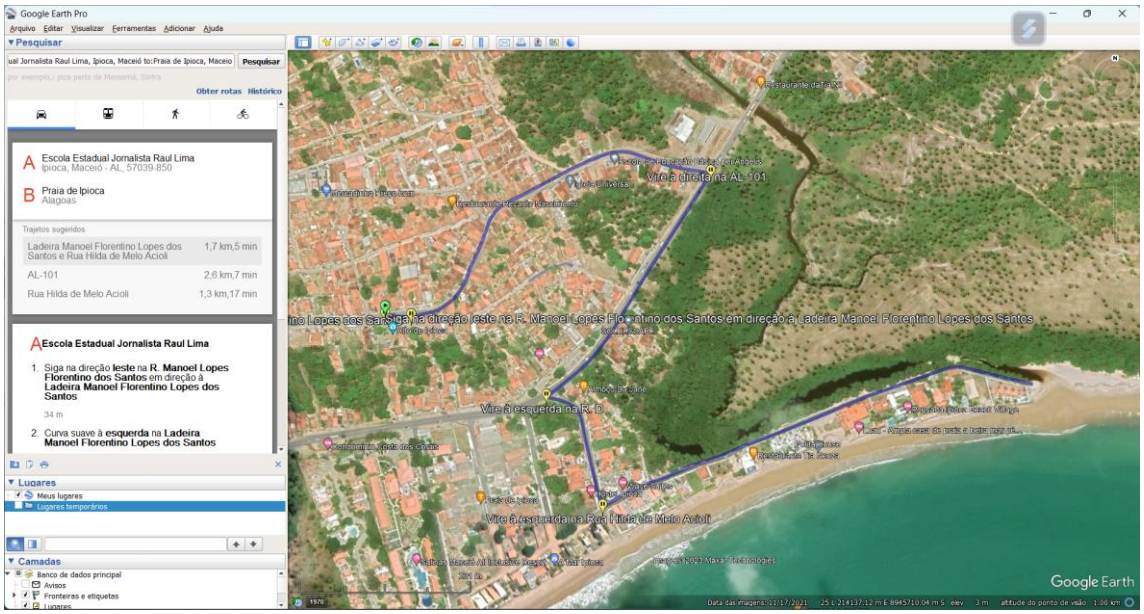
Fonte: *Google Earth Pro* (2023)

Para melhorar esta experiência, é importe que os professores podem orientar aos alunos que utilizem o mecanismo do *zoom* durante a navegação. Pois, a partir do seu uso é possível também compreender “visitar” locais específicos do globo, identificar a coordenadas geográficas destes locais, conhecer diferentes paisagens naturais, situar-se quanto ao continente, ao país, ao estado, a cidade e ao bairro.

Na guia “Camadas” estando selecionadas a função “3D” professores e alunos podem pressionar o scroll do mouse (a bolinha) levando-o para cima e para baixo para obter uma experiência ainda mais realista, uma vez que esta função permite uma visão horizontalizada da área de estudo, podendo perceber detalhes como altura, declividade e outras minúcias que enriquece a compreensão dos alunos. No que se refere à aspectos físicos de escala local, o *software* dispõe de mecanismos que permite: analisar a mudança da paisagem no local de vivência dos alunos, compreender a dinâmica da urbanização e as características da cidade onde residem, traçar rotas nas mais diferentes escalas, simular um voo por diversos pontos do globo.

Os recursos são amplos, portanto, a orientação é que os professores explorem o *software* para planejar qual função irá utilizar durante suas aulas. Por isso que antes de analisar o *software*, primeiro buscamos compreender quais os propósitos do ensino da geografia nas séries finais do Ensino Fundamental. Nas figuras 7 e 8, é um exemplo, de como utilizar o *Google Earth Pro* para estimular o desenvolvimento da capacidade dos alunos de relacionar e entender espacialmente os fatos e fenômenos, os objetos técnicos e o ordenamento do território usado.

Figura 29 - Mudanças na Paisagem do bairro de Ipioca - Maceió – Alagoas - 2022



Fonte: *Google Earth Pro* (2023)

Há diversas análises que podem ser feitas a partir da imagem do *Google Earth Pro*, dentre elas se o aluno conhece o local, se ele consegue identificar as mudanças, se reconhece as ações antrópicas e seus efeitos no meio-ambiente e paisagem, como ilustrado na imagem 8.

Figura 30 - Mudanças na Paisagem do bairro de Ipioca - Maceió – Alagoas - 2003

Fonte: *Google Earth Pro* (2023)

Por fim, respondendo à questão título deste tópico “O *Google Earth Pro* é uma alternativa para ensinar Geografia física?” Sim, porém, isso não significa que os professores devem abandonar o uso dos livros didáticos, das bases curriculares ou de outros recursos que tenham em mãos, pois, *Google Earth Pro* é uma geotecnologia de apoio e suporte que pode ser utilizada inclusive por outras áreas do conhecimento.

Considerações Finais

Em resumo, as geotecnologias são instrumentos importantes no ensino de geografia física, pois permitem uma abordagem mais dinâmica, interativa e precisa dos elementos e processos geográficos, contribuindo para o desenvolvimento da alfabetização geográfica dos alunos e para uma compreensão mais aprofundada do espaço geográfico.

Com estas ferramentas, sobretudo as de análises geoespaciais, os alunos podem explorar padrões e estabelecer correlações entre diferentes fenômenos geográficos, promovendo uma abordagem mais científica e crítica.

Outrossim, o uso de geotecnologias no ensino da geografia física permite aos alunos uma maior conexão com o mundo real, relacionando os conceitos estudados com problemas ambientais e sociais reais. Isso ajuda a desenvolver uma consciência de cidadania e uma compreensão mais profunda da relação entre a ação humana e os processos físicos da Terra. Outra vantagem do seu uso é o fato delas possibilitarem a integração com outras áreas do conhecimento como as ciências da natureza, exatas e outras disciplinas como História, Filosofia, Sociologia e Tecnologia da Informação. Isso contribui para uma abordagem mais abrangente e integrada do conhecimento, proporcionando aos alunos uma visão mais completa e multidisciplinar do mundo ao seu redor.

Em relação ao uso *Google Earth Pro*. No geral, o *software* serve como uma plataforma de visualização e análise visual de dados geográficos, proporcionando informações detalhadas sobre toda a superfície terrestre. É válido fazer a seguinte observação: não estamos sugerindo a substituição do livro didático ou de outros recursos já utilizados pelos professores, pois, entendemos que o *Google Earth Pro* pode proporcionar uma experiência enriquecedora no ensino da Geografia em razão das ferramentas que ele disponibiliza, deste modo ele é aliado no processo de ensino-aprendizagem.

E para não encerrar, ressaltamos o quão importante é que assegurar que as escolas sejam equipadas com recursos como computadores, internet e outras tecnologias que os conectem com esse mundo cada vez mais tecnológico.

Referências

ALAGOAS. Referencial Curricular de Alagoas - Ensino Fundamental. Disponível em: https://escolaweb.educacao.al.gov.br/pagina/recal-do-ensino-fundamental. Acessado em: 26 de junho de 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site 110518.pdf. Acessado em: 12 de junho de 2023.

BRASIL. Plano Nacional de Educação 2014-2024. Disponível em: http://www.proec.ufpr.br/download/extensao/2016/creditacao/PNE%202014-2024.pdf. Acessado em: 20 de junho de 2023.

BRASIL. Resolução nº 7, de 14 de dezembro de 2010: Fixa Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de 9 (nove) anos. Disponível em: < http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/rceb007_10.pdf>. Acessado em: 23 de junho de 2023.

CALLAI, Helena Copetti. A Geografia escolar e os conteúdos da Geografia. Anekumene, v. 1, p. 128-139, 2011.

CAVALCANTE, Márcio Balbino. As Geotecnologias no Ensino da Geografia no século XXI. Revista Saber Acadêmico12: junho/2011, p. 37-40.

CAVALCANTI, Lena de Souza. Ensino de geografia e diversidade: construção de conhecimentos geográficos escolares e atribuição de significados pelos diversos sujeitos do processo de ensino. In CASTELLAR, S. (Org.) Educação Geográfica: teorias e práticas docentes. 3ª ed. São Paulo: Contexto, 2011. p. 66-78.

FITZ, Paulo Roberto. Novas tecnologias e os caminhos da Ciência Geográfica. Diálogo Tecnologia, v. 6, p. 35-48, 2005. FREIRE, Fernanda Maria Pereira e VALENTE, José Armando. Aprendendo para a vida: os computadores na sala de aula. São Paulo: Cortez, 2001.

LIBÂNEO, J. C. Didática. São Paulo: Cortez, 1994.

PAULA, M. M.; RAMA M. A. G.; PINESSO, D. C. C. Geografia: espaço e interação. Ensino Fundamental: anos finais. - 1ª Ed. – São Paulo: FTD, 2018.

SACRISTÁN, J. G. O currículo uma reflexão sobre a prática. Porto Alegre: Artmed, 2000.

Geografia é *Tech*: uso das inteligências artificiais no ensino da Geografia Física.

Geography is Tech: use of artificial intelligence in teaching physical geography.

João Dias de Menezes Júnior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA
0009-0005-0075-881X
joaodias.junior@hotmail.com

Plínio Martins Falcão
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA
0000-0002-7534-7709
plinio@ifba.edu.br

Resumo: Mesmo com o avanço das tecnologias e ferramentas digitais, a Geografia continua sendo ensinada nas escolas, muitas vezes, como uma ciência estagnada, um componente que já foi fruto de discussões no passado, mas que já encontrou suas respostas finais e agora se basta em auxiliar o entendimento do espaço através de figuras estáticas, repetitivas e desconexa, muitas vezes da realidade do espaço vivido pelos discentes. Com a evolução dos assistentes virtuais, *bots* e inteligências artificiais, o desafio de realizar a análise do conteúdo e adequar isso a uma metodologia atrativa e atualizada se tornou ainda maior. A todo momento novos recursos educacionais tecnológicos eclodem nas redes de informação e, inevitavelmente, começam a ser utilizadas nos ambientes síncronos e assíncronos das atividades escolares. O presente trabalho é fruto de discussões desenvolvidas com docentes do curso de Licenciatura em Geografia do Instituto Federal da Bahia, durante o Programa Institucional de Iniciação Científica, no ano de 2023; além de diálogos e planejamentos feitos com colegas discentes na Residência Pedagógica, exercida no Colégio Estadual Severino Vieira, iniciada no presente ano de 2023, com duração até 2024. Sendo assim, a presente proposta pedagógica busca contribuir para a atualização metodológica do docente no ensino da Geografia.

Palavras-chave: Ferramentas digitais; Prática pedagógica; Inteligências artificiais

Abstract: Even with the advancement of technologies and digital tools, Geography continues to be taught in schools, most of the time as a stagnant science, a component that has already been the result of discussions in the past but that has already found its final answers and now it is enough to help the understanding of space through repetitive static figures and often disconnected from the reality of the space experienced by the students. With the evolution of virtual assistants, bots, and artificial intelligence, the challenge of performing content analysis and adapting it to an attractive and up-to-date methodology has become even greater. At all times, new technological educational resources emerge in information networks and inevitably begin to be used in synchronous and asynchronous environments of school activities. This work is the result of discussions developed with professors of the Degree in Geography at the Federal Institute of Bahia during the Institutional Program of Scientific Initiation, in the year 2023; in addition to dialogues and plans made with fellow students in the Pedagogical Residency exercised at Colégio Estadual Severino Vieira, which started in the present year of 2023 and will last until 2024. Therefore, the present pedagogical proposal seeks to contribute to the methodological updating of teachers in teaching geography.

Keywords: Digital tools; Pedagogical practice; artificial intelligences

Introdução

A partir do ano de 2017, estudos sobre inteligência artificial ganharam significativo destaque, em especial em áreas de *Machine Learning*, uma vertente da Ciência da Computação que busca emular o pensamento humano através do processamento de dados.

Apesar das pesquisas avançarem com cautela e sendo utilizadas apenas para testes, por grupos bem restritos, a partir do ano de 2020, com o crescente investimento nas pesquisas, surgem, então, os primeiros indícios de que essas ferramentas poderiam ser disponibilizadas para todos que tivessem interesse e acesso a *internet*. Fato é que a partir de 2022 as Inteligências Artificiais (IA's) foram lançadas ao público e vem ganhando cada vez mais destaque midiático, investimento científico e popularidade na sociedade, em suas diversas áreas de demanda.

Apesar das IA's terem sido amplamente utilizadas por diversos campos do conhecimento e a cada dia mais banalizadas por sua utilização sem regulamentação. Tavares; Meira; Amaral (2020) argumentam que no campo da educação esse uso vem sendo a passos lentos. É visível o choque geracional na utilização das tecnologias. Para Oliveira et al. (2014) se faz muito presente quando pensamos que os atuais docentes formados e os docentes ainda em formação são visitantes dentro dessas novas possibilidades de uso, enquanto os então discentes são residentes à medida que tem significativamente maior familiaridade com o uso da *internet* e das ferramentas, além de que também não se limitam ao uso ético e consciente das funções que essas disponibilizam.

Tomando como base o livro didático como fonte de consulta e orientação principal para cumprimento do cronograma escolar, há evidente obsolescência quanto a elementos visuais de representação, contribuindo para o desinteresse dos alunos ou mesmo não compreensão do conteúdo abordado. Além das fragilidades quanto à justificativa e proposta, o livro didático como foi proposto na BNCC com a reforma do Ensino Médio pode engessar o trabalho do professor e assim dificultar esse vínculo do docente com a realidade discente (SOUSA; BAIRRO 2021).

Conceitos geográficos (natureza, paisagem, espaço, região, território, sociedade, lugar, etc) são construídos também por meio de práticas cotidianas, respeitando os parâmetros do currículo. Por vezes esses conceitos são memorizados de forma mecânica pelos discentes, que após utilização nas avaliações se tornarão indistinguíveis dentro do conhecimento deles. É compreensível que para discentes que vivem nas periferias de metrópoles como Salvador e frequentam os espaços urbanizados, quase em sua totalidade, tenham dificuldades em compreender conceitos de natureza e paisagem que não se materializam em suas realidades cotidianas, assim podendo estar limitados em serem alunos reprodutores, de acordo com as ideias de Freire (2004).

De acordo com Nicéas (2023) o uso das IA's é inevitável, visto que faz parte do movimento natural de renovação e adequação dos elementos às tecnologias que surgem. Portanto, o aluno que senta-se em uma sala e assiste por horas diárias um conteúdo, sem significado ou sentido para ele, poderá ficar seduzido a usar a ferramenta de forma alienada

e supérflua para “se livrar” da tarefa. Por sua vez, o professor alheio a essas novas possibilidades pode não discernir a produção da máquina de uma produção discente autoral e acreditar que este aluno possui domínio do tema, substancialmente maior do que ele de fato tem. Bates (2015) elabora que através do contato e interação intensa dos alunos com essas ferramentas, a aprendizagem deles é acrescida, já que passam mais tempo no processo e conseguem compreender os conceitos e tarefas de forma consciente e organizada.

Na observância das dinâmicas que envolvem os novos aparatos tecnológicos para o desenvolvimento das abordagens e práticas educativas, o presente trabalho teve como objetivo abrir a discussão sobre o uso da Inteligência Artificial (IA) na construção no ensino de Geografia Física, delimitando como objetivos específicos: (a) aplicar os recursos da IA, por meio de *softwares* livres, na geração de imagens abordando os conceitos físicos da paisagem e (b) fornecer elementos para subsidiar a discussão metodológica e prática de inserção de novos dispositivos pedagógicos para o ensino em Geografia Física.

Notadamente, faz parte da *práxis* educativa a busca por parte do docente de tornar a aula interessante, dinâmica e organizada. O uso sistematizado e didático das ferramentas de IA pode, desta forma, não somente minimizar as fragilidades do livro didático, mas sendo utilizada de forma adequada pelo docente pode extrapolar esse papel corretivo e ser utilizada ativamente como método de avaliação e meio para estudo e exercício do conhecimento discente. É com vistas ao fortalecimento dessa questão que o presente trabalho se justifica, em reforçar as dinâmicas [in]formativas acerca da IA para o campo geográfico do ensino, estimulando-as na formação docente e na prática da Geografia Escolar.

Metodologia

A elaboração do estudo contou com uma revisão bibliográfica do tema, priorizando a produção científica recente com enfoque em autores que tenham especialização nas áreas de linguagem de programação, educação e ensino da Geografia Física. Por se tratar de uma proposta a ser discutida, uma abordagem qualitativa revela-se como mais adequada, já que não é possível quantificar efetivamente a realidade empírica de cada docente em suas adversidades para promoção do debate acerca do tema.

Considerando que o objetivo deste artigo é contribuir para o debate do uso dos *softwares* de inteligência artificial para a educação, em especial a educação geográfica, é adequado além de expor os métodos, também indicar os materiais requeridos para desenvolvimento. Entretanto, os materiais utilizados foram: computadores com acesso à *internet*, com suporte do pacote *Microsoft Office*® e livro didático que contemple o currículo escolar adequado.

Com intuito de facilitar a compreensão acerca do debate e delimitar um ponto de partida para o uso, serão abordadas apenas as IA’s de geração de imagens com base em

descrições feitas pelos usuários, levando em conta a praticidade de uso e acessibilidade quanto a tempo, qualidade da imagem gerada e disponibilidade de uso gratuita. Seguindo os critérios ponderados anteriormente destacam-se dois softwares: *Adobe Firefly* e *Dall-E.*

Segundo a própria *Adobe*, empresa desenvolvedora e detentora do *software* para geração de imagem, enuncia em seu site a IA com a seguinte descrição:

> *Firefly* é a nova família de modelos de IA generativa para criação nos produtos da Adobe, a princípio focado na geração de imagens e efeitos de texto. Ele oferece novas maneiras de idealizar, criar e se comunicar, além de melhorar significativamente os fluxos de trabalho de criação. O *Firefly* é a extensão natural da tecnologia que a *Adobe* produziu nos últimos 40 anos, guiada pela crença de que as pessoas deveriam ter o poder de dar vida a suas ideias exatamente como imaginadas. (ADOBE, 2023, p. s/n)

Por sua vez, a *OpenAI*, grupo de pesquisa detentor e proprietário da outra ferramenta citada, coloca a seguinte descrição abaixo da ferramenta:

> O *DALL-E* é um sistema de IA que pode criar imagens e arte realistas a partir de uma descrição em linguagem natural. (*OPENAI*, 2023, p. s/n.)

Importante salientar que essa delimitação não age como um limitador ao uso de outros *softwares*, pois apenas está sendo feita a fim de indicar *softwares* norteadores baseados na experiência de uso dos autores e facilidade de acesso. Para uso e inserção no artigo presente, foram utilizados em um computador no navegador *Google Chrome* em sua versão 115.0.5790.173 (Versão oficial) 64 bits. Todavia, tais ferramentas podem ser utilizadas via *smartphones* (*Android* ou iOS) e foram testadas diversas vezes, em ambas plataformas, sem apresentar impacto negativo algum no que se refere a desempenho durante o uso para solicitação descritiva e entrega de imagens pela IA.

Inteligências artificiais e geração de imagens

Os programas dotados dessa inteligência não são uma novidade. MCCARTHY (1955) cunha o termo Inteligência Artificial (IA) durante uma conferência no *Dartmounth College*. Posteriormente, COHEN (1995), promove esforços para popularizar o uso de algoritmos para desenvolver imagens técnicas, conseguindo programar um *software* que emularia a cognição buscando se aproximar do sistema cognitivo humano. Batizado de AARON, o sistema surge com mais pretensão a ser autônomo do que realmente autonomia, visto que este dependia de regras programadas por Cohen (1995).

Sobre as imagens geradas pelos *softwares* podemos afirmar que:

> Imagens elaboradas com o auxílio de entidades inteligentes (nível do software, não do *hardware*) carecem de indexicalidade porque têm como origem apenas pontos e cálculos, diferenciando-se, portanto, de imagens técnicas obtidas a partir de aparatos(pensemos em câmeras), que se agarram a objetos ou fenômenos, efêmeros ou não, que existem ou acontecem no âmbito tridimensionale que são passíveis de serem

> experienciados pelo corpo em uma ou mais escalas sensoriais.Imagens algorítmicas, por sua vez, sempre apontam para fórmulas matemáticas e conceitos abstratos são, em partes, consequências de imaginações numéricas. (Medina; Farina, 2021, p.71)

Após mais de 60 anos de avanços em pesquisas, tecnologias de informação e linguagem de programação, podemos hoje contar com *softwares* inteligentes que após um período de aprendizado e programação conseguem aprender e processar novos dados à medida que vão sendo utilizados, trazendo uma experiência de troca riquíssima entre o utilizador e o *software*.

Devido aos avanços citados anteriormente, é possível usufruir de forma satisfatória dessas IA's sem a necessidade de grandes investimentos em *hardwares* específicos para a tarefa, sendo acessível a qualquer indivíduo que possua um *smartphone*, *notebook* ou *desktop* com acesso a *internet*. Visto que *smartphones* são cada vez mais presentes nas salas de aula públicas e privadas no Brasil, de forma a representar um desafio para o docente que por muitas vezes vivencia uma disputa pela atenção dos alunos, a utilização dessas IA's via *smartphone* (quando disponíveis) pode significar a resolução também dessa disputa de atenção em sala de aula.

Abordagens da Geografia Física no cotidiano escolar

As dimensões formativas do professor de Geografia abrangem muitas possibilidades de conhecimentos e abordagens, o que torna o campo das metodologias e práticas para o ensino geográfico, cada vez mais, propulsivo. Diferentes estudos e pesquisas são cotidianamente realizados a fim de se compreender os itinerários para a construção de uma aprendizagem significativa, rica em instrumentações e ludicidade. A ideia não se resume a facilitar o processo de ensino e aprendizagem, mas torná-lo mais atrativo por ser um conteúdo interessante.

As dimensões do ensino-aprendizagem propostas por Mizukami (1992) se diferenciam como itinerários de acesso ao conhecimento, a exemplo das abordagens tradicional, comportamentalista, humanista, cognitivista e sociocultural. É interessante considerar que cada uma delas abre possibilidades para diferentes formas de se trabalhar o conhecimento, mas que, em todas, sempre estará evidente a demanda por ações e mecanismos facilitadores para o processo, independente do campo de conhecimento ao qual se refira.

A Geografia possui a vantagem de ser um campo de elevada diversidade no que tange ao conhecimento e às possibilidades de discussões, o que já se evidencia como algo muito atrativo ao professor. A replicação de metodologias, associada a essa dita diversidade, traz à tona a antiga discussão do como tornar o ensino geográfico físico atrativo, modificando a imagem de um ensino duro, sem elementos práticos ou mesmo de difícil compreensão. Ao

longo do tempo, foi sendo incutida a premissa das diferentes linguagens para uma abordagem geográfica, a partir da qual começam a sobressair, conforme Portugal et al. (2013) as artes, narrativas, línguas, musicalidade e ludicidade, materializadas por pesquisas e experimentações formativas.

O antigo enredo de que a Geografia Física era difícil passa ser mudado a partir de novas concepções práticas que ressignificam os percursos metodológicos. Um exemplo disso está na difusão do recurso imagético como um aliado cada vez mais poderoso para os estudos geográficos. As imagens possuem lugar de destaque no ensino teórico e prático, abrindo espaço para uma discussão em que o espaço geográfico é um reprodutor universal de materiais que podem ser voltados às aulas, desde que o professor saiba utilizá-los com os cuidados e a coerência necessários para uma boa construção.

O lugar de destaque também foi dado, ao longo do tempo, aos trabalhos de campo, por meio de atividades programadas ou mesmo as excursões de caráter didático, a partir das quais a realidade passa a ser manejada e trabalhada *in loco*, considerando os processos e fenômenos antropogênicos em associação com o paisagístico. A abrangência e o dinamismo que essa atividade permite, de fato, lhe angariou uma força contínua ao longo do tempo (Becker; Batista, 2019; Cavalcanti, 2011), destacando-a como uma das mais dinâmicas e propositivas metodologias para ensino de Geografia Física. Todavia, essa robustez não dá plena conta da realidade, tendo em vista as dificuldades operativas e custos.

Sendo assim, com o avanço das práticas de ensino e as próprias vantagens tecnológicas que, dia após dia, se estabelecem no percurso das ciências educacionais, a inserção dos modelos inovativos em termos de tecnologias tem sido cada vez mais comum e repercutindo caminhos importantes para todas as áreas, mas com bastante relevância na Geografia. É nesse contexto que se aproxima o universo das novas realidades que estão dimensionadas a partir dos elementos digitais, já tão comuns nas vidas das pessoas, a exemplo das IA's, que se estabelecem como uma tendência de renovação e avanço das abordagens práticas e facilitadoras na compreensão da Geografia Física.

Uso para o ensino da Geografia Física

Partindo para a sala de aula, as IA's de geração de imagem podem ser especialmente impactantes quando utilizadas para gerar representações de elementos geográficos físicos e recebe um destaque ainda maior com a possibilidade de compor imagens que tenham arranjos morfológicos e morfoclimáticos de acordo com o conteúdo ministrado pelo docentes, mas que também possam ter elementos representativos e autorais dos alunos, fazendo com que estes também se interessem e questionem conceitos de paisagem (natural e artificial) e biomas.

Contudo, vale a pena ressaltar que o uso desses recursos deve ser mediado pelo professor. Este, por sua vez, caso tenha apreço por metodologias mais ativas e a possibilidade de usar recursos multimídia em sala de aula, pode, com auxílio de um projetor, apresentar uma paisagem. Ela pode ser uma imagem do próprio livro didático ou mesmo gerada virtualmente e, a partir dela, questionar os alunos sobre quais elementos eles identificam na imagem. E assim, solicitar que, usando elementos descritivos, eles mesmos produzam pelas IA's algumas paisagens semelhantes.

O potencial de geração de imagem das ferramentas pode surpreender com relação à qualidade e fidelidade. Obviamente por serem composições geradas por meio de algoritmos e fórmulas, estas podem, em muitos momentos, se distanciar de um desenho técnico realista e flertar com uma perspectiva mais fantasiosa e/ou abstrata de formas. Quanto maior a riqueza de detalhes cedida, melhor tendem a ser os resultados, estimulando, assim, os alunos a aprenderem a fazer tais leituras de imagens para se aproximarem de uma representação coerente e fidedigna da paisagem idealizada.

Como exemplo para este trabalho, foram utilizadas duas descrições de paisagens buscando apresentar apenas os conceitos de Ab'Saber (2003) sobre paisagem natural e paisagem modificada por ação antrópica. A base conceitual permitiu a elaboração de duas descrições para a geração das paisagens, que, por sua vez, foram trabalhadas em ambos *softwares* e geraram quatro imagens (Figuras 1, 2, 3 e 4) específicas, pautadas nas conceituações apresentadas.

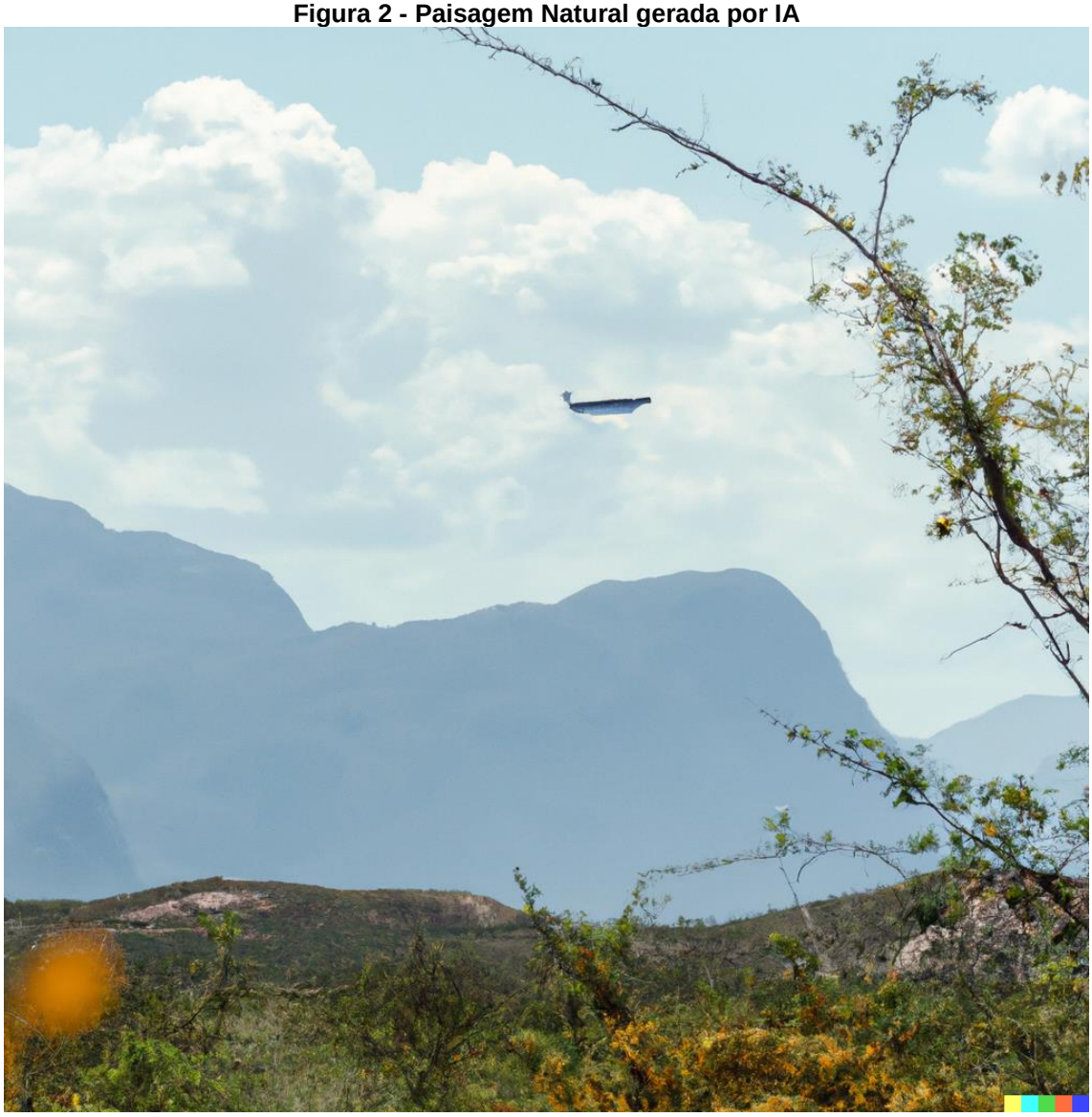
Para tanto, surgem as figuras de caráter estilizado (figuras 1 e 3) que compreendem imagens que apesar de buscarem representar uma paisagem real, possuem traços mais vibrantes e coloridos com estilização em características mais artísticas, enquanto que as figuras de caráter gerado (figuras 2 e 4) representam imagens que buscam reproduzir uma paisagem real buscando se assemelhar o máximo possível a um registro fotográfico. Foram cedidas as descrições para IA e, assim, produzidas as imagens pela ferramenta *Adobe Firefly* e *Dall-E*, respectivamente, conforme apresentadas a seguir:

Descrição 1: Uma paisagem natural, montanhas ao fundo com nuvens nos cumes, vegetação típica da Caatinga ao longo das planícies e um avião comercial branco passando por cima.

Figura 1 - Paisagem natural estilizada por IA

Elaborado por João Dias de Menezes Júnior com base em *Adobe Firefly* (2023)

Figura 2 - Paisagem Natural gerada por IA



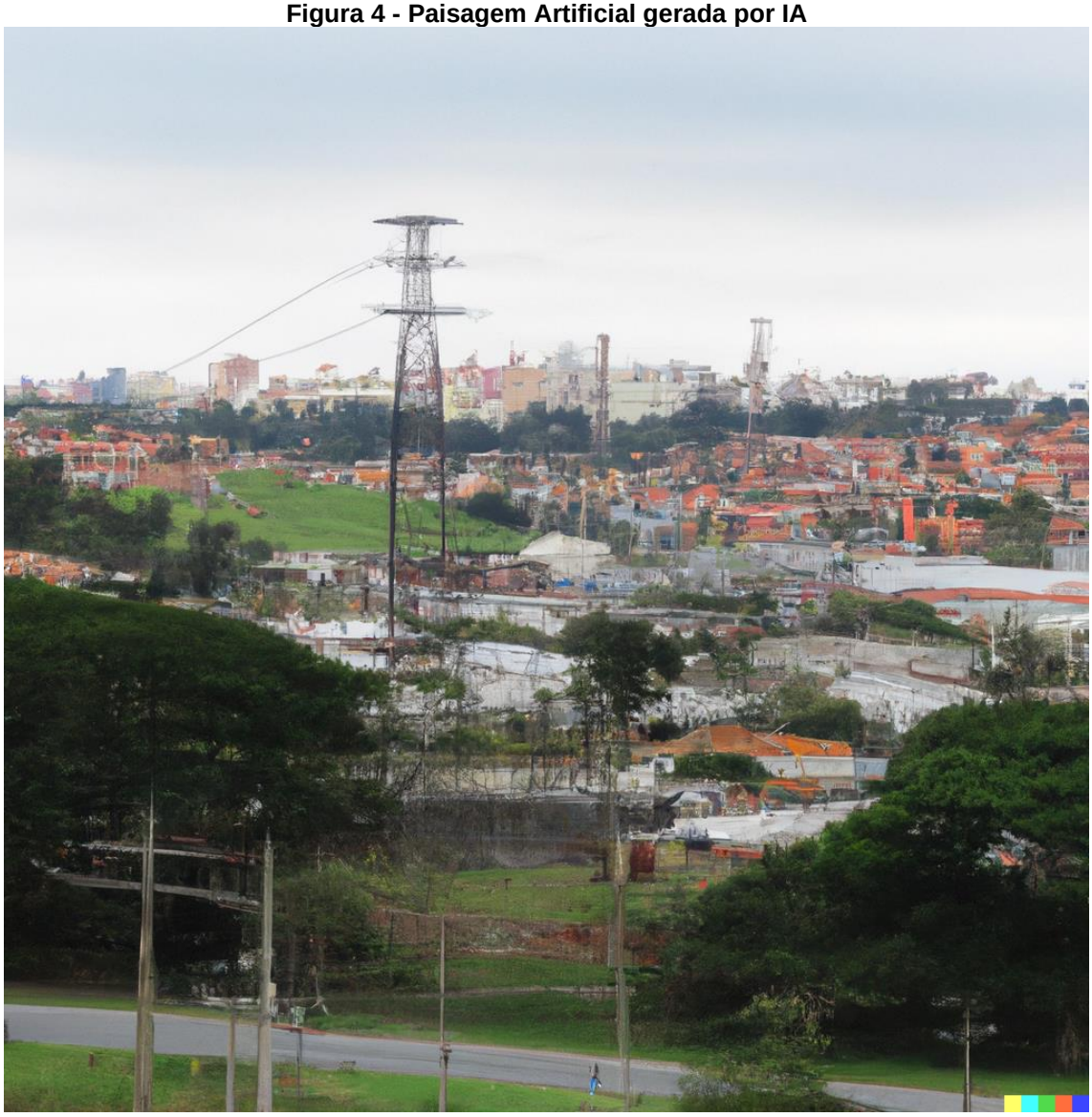
Elaborado por João Dias de Menezes Júnior com base em *Dall-E* (2023)

Descrição 2: Paisagem artificial de uma cidade altamente urbanizada com presença industrial, casas e estradas, céu nublado sem presença de chuva.

Figura 3 - Paisagem artificial estilizada por IA

Elaborado por João Dias de Menezes Júnior com base em *Adobe Firefly* (2023)

Figura 4 - Paisagem Artificial gerada por IA



Elaborado por João Dias de Menezes Júnior com base em Dall-E (2023)

Nota-se que nas figuras (1 e 2) mesmo com algumas variações visuais, os elementos paisagísticos principais solicitados seguem os mesmos, em ambas as características de relevo e vegetação foram correspondidas na imagem gerada com variações sutis de ângulo e posicionamento na composição demonstrando que a própria consegue associar o conceito com as características sem necessitar de uma descrição longa. Também é possível reconhecer que a paisagem natural é presente à medida que ausente de elementos antrópicos vemos na imagem apenas elementos naturais, com exceção do elemento do avião que foi inserido propositalmente para demonstrar que é possível inserir detalhamento na solicitação para a IA de forma a conferir uma composição mais fluída, interativa e amigável.

Também nas figuras (3 e 4) é possível visualizar que as imagens atendem a descrição solicitada à medida que apresentam um arranjo de elementos que faça ser atendido o pedido

por uma paisagem artificial. Também é interessante notar que como não foram cedidos detalhes de relevo as IA's desenvolveram imagens diferentes quanto a esse elemento, demonstrando que há uma compreensão também por parte da máquina a possíveis ausências dentro da paisagem, que podem ser modificadas e/ou adequadas de acordo com a necessidade demandada.

Por fim, como é possível visualizar nas figuras, com a descrição de poucos elementos é possível gerar uma imagem familiar, de boa qualidade, onde o aluno possa fazer suas leituras e despertar o interesse sobre o tema, podendo o mesmo ter a liberdade para mudar pequenos elementos dessa descrição e gerar outras paisagens diferentes. Com auxílio do docente, este mesmo aluno pode, inclusive, aprimorar esses resultados, criando imagens mais ricas, imagens com maior nitidez ou mesmo imagens de pontos específicos dessa imagem primária, permitindo um ampliamento da percepção da paisagem.

Conclusão

A proposta de uso dos *softwares* de Inteligência Artificial como recursos educacionais tecnológicos para a educação geográfica e, sobretudo, o ensino da Geografia Física é um passo importante para a adaptação docente para com as novas tecnologias. Dito isso, é necessário entender que as ferramentas tecnológicas estarão cada vez mais presentes nas salas de aula e isso não é uma realidade negociável, visto que é uma demanda global para além dos espaços educacionais.

Ao abordar o tema de inteligência artificial, foi dada, propositalmente, ênfase ao estudo da Geografia Física em conceitos relacionados à paisagem, suas classificações e representações. Entretanto, vale salientar que a aplicação das IA's no processo de ensino-aprendizagem pode revolucionar a forma como o docente irá interagir com os alunos e com o livro didático, para além de uma ferramenta para correção de brechas no livro. E as IA's podem ser grandes aliadas para superação de problemas no ambiente escolar, a exemplo do uso alienado de *smartphones* durante a aula.

Apesar de ser apresentada aqui de forma ainda suscita, é esperado que desperte educadores e geógrafos para a necessidade de estar atualizando seus conhecimentos e repertórios para além das ferramentas de trabalho e pesquisa já conhecidas e usuais, favorecendo, assim, a superação de possíveis estigmas quanto à obsolescência didática frente às novas tecnologias.

Fazer com que o debate sobre o uso de Inteligência Artificial no ensino seja promovido é essencial. À medida que o mundo muda, os alunos e os espaços também são modificados. Portanto, se manter aberto a esse diálogo representa manter também a *práxis* da docência viva, se comunicando com os discentes de forma dinâmica e fazendo com que a Geografia tenha seu papel de formação respeitado, apreciado e admirado.

Por fim, vale destacar que em um mundo tão célere, urge que os profissionais da Geografia se apropriem dessas ferramentas e se façam presentes no debate sobre a criação, desenvolvimento e regulamentação dessas ferramentas. As mudanças estão acontecendo. Enfrentar as novas técnicas como inimigas apenas favorece a tensão geracional e faz com que a Geografia se afaste do seu papel na vanguarda da compreensão e desenvolvimento das ferramentas e dos meios técnicos, em todas as suas abordagens.

Referências

AB'SABER, Aziz Nacib. **Os domínios de natureza no Brasil:** potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

BATES, A. W. **Teaching in a Digital Age:** Guidelines for Designing Teaching and Learning Vancouver BC: Tony Bates Associates Ltd, 2015.

BECKER, E.L.S.; BATISTA, N.L. Saída de campo: vivências e práticas interdisciplinares para a construção do conhecimento geográfico, **Para onde!?**, Porto Alegre, v.12, n.2, p.21-29, 2019, Edição Especial - III Colóquio de Pesquisadores em Geografia Física e Ensino de Geografia. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/index.php/paraonde/issue/view/3800 Acesso em: 18 mai. 2023.

CAVALCANTI, A.P.B. Abordagem metodológica do trabalho de campo como prática pedagógica em Geografia, **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v.15, n.2, 2011. Disponível em: 7_AbordagemMetodolTrabCampoComoPraticaPedagGeografia_2011.pdf. Acesso em: 16 mai. 2023.

COHEN, Harold. **The further exploits of AARON, painter.** Stanford Humanities Review, v. 4, n. 2, p. 141-158, 1995.

FREIRE, Paulo . **Pedagogia da autonomia:** saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2004. 148p.

MEDINA, E. N.; FARINA, M. M. Inteligência artificial aplicada à criação artística: a emergência do novo artífice. Manuscrítica: **Revista de Crítica Genética**, [S. l.], n. 44, p. 68-81, 2021. DOI: 10.11606/issn.2596-2477.i44p68-81. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/manuscritica/article/view/185586. Acesso em: 20 ago. 2023.

MCCARTHY, John et al. A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence, august 31, 1955. **AI magazine**, v. 27, n. 4, p. 12-12, 2006.

MENEZES, J. D. Paisagem natural estilizada por AI. **Adobe Firefly**, 2023. Disponível em: <https://firefly.adobe.com/inspire/images>

MENEZES, J. D. Paisagem natural gerada por AI. **Dall-E**, 2023. Disponível em: <https://labs.openai.com/s/LtFq0jeXxUlBaJPygtp1gav8>

MENEZES, J. D. Paisagem artificial estilizada por AI. **Adobe Firefly**, 2023. Disponível em: <https://firefly.adobe.com/inspire/images>

MENEZES, J. D. Paisagem artificial gerada por AI. **Dall-E**, 2023. Disponível em: <https://labs.openai.com/s/cQdBeRCzkri8Yc5E1L7MV1AK>

MIZUKAMI, M.G.N. **Ensino:** as abordagens do processo. São Paulo: E.P.U., 1992.

NICÉAS, S. Inteligência Artificial e Educação: entre a demonização e a inevitabilidade. **Portal Ver Agora**. Disponível em: https://www.veragora.com.br/artigo/inteligencia-artificial-e-educacao-entre-a-demonizacao-e-a-inevitabilidade. Acesso em 20 Ago. 2023

OLIVEIRA, E. S. G.; NUNES, J. M. G. ; CARVALHO, C. A. ; RODRIGUES, G. M. S. M. . **Visitantes e residentes digitais:** A superação do conceito de nativos digitais. In: CISTI (Iberian Conference on Information Systems & Technologies / Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação), 2014, Barcelona. Proceedings of CISTI (Iberian Conference on Information Systems & Technologies / Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação). Barcelona: IEEE Explore - Digital Library, 2014. v. 1. p. 946-952.

PORTUGAL, J.F.; OLIVEIRA, S.S.; PEREIRA, T.R.D.S. **Geografias e Linguagens:** concepções, pesquisas e experiências formativas. Curitiba: CRV, 2013.

SOUZA, José Vitor Rossi; BAIRRO, Gabriel Pinto. Os Livros didáticos de Geografia no Novo Ensino Médio. **ASSOCIAÇÃO DOS GEÓGRAFOS BRASILEIROS – SEÇÃO CAMPINAS.** 2021. Disponível em: https://ocs.ige.unicamp.br/ojs/ereg/article/download/3658/3529#:~:text=Dito%20isso%2C%20o%20livro%20did%C3%A1tico,BNCC%20para%20o%20Ensino%20M%C3%A9dio. Acesso em: 20 Ago. 2023

TAVARES, L. A.; MEIRA, M. C.; AMARAL, S. F. do. Inteligência Artificial na Educação: Survey / Artificial Intelligence in Education: Survey. **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 6, n. 7, p. 48699–48714, 2020. DOI: 10.34117/bjdv6n7-496. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13539. Acesso em: 18 ago. 2023.

Práticas no ensino de Cartografia de Paisagens

Practices in Landscape Cartography teaching

Émile Costa Lima
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
https://orcid.org/0000-0002-9804-3417
emilec.l@outlook.com

Adla Vitória do Vale Nascimento
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
https://orcid.org/0009-0009-1079-7475
adlavale06@hotmail.com

Álvaro dos Santos
Universidade Federal de Alagoas (UFAL)
https://orcid.org/0000-0001-7121-475X
alvaro.santos@igdema.ufal.br

Jonas Herisson Santos de Melo
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-3508-6433
jonas.melo@ufpe.br

Larissa Monteiro Rafael
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
https://orcid.org/0000-0001-9955-0763
larissa.rafael@academico.ufs.br

Resumo: A Cartografia de Paisagens estuda a representação, análise e interpretação dos elementos presentes nas paisagens naturais e modificadas pela ação humana, conhecimentos importantes na compreensão da relação sociedade-meio ambiente, contribuindo na resolução de problemas socioambientais. Para o ensino-aprendizagem dessa disciplina ser significativo é importante que seja interdisciplinar, estimulando habilidades de observação, análise espacial e interpretação crítica. Para isso, uma metodologia que pode ser utilizada é a atividade em campo atrelada à geotecnologia. Com isso, o trabalho em questão teve como objetivo relatar a experiência do uso dessas ferramentas em aulas de Cartografia de Paisagens. Foi realizado um relato de experiência das aulas da disciplina "Práticas em Cartografia de Paisagens" à nível de pós-graduação. Ao decorrer dessas aulas, os discentes elaboraram um relatório do mapeamento das unidades de paisagem de uma área localizada em Agrestina-PE, utilizando SIG. Ao final da atividade, os discentes, através do relatório, demonstraram uma aprendizagem significativa dos assuntos.

Palavras-chave: Geografia Física; Mapeamento de unidades de paisagem; Geotecnologias; Ensino de Geografia; Relato de experiência.

Abstract: Landscape Cartography studies the representation, analysis and interpretation of elements present in natural landscapes and modifications by human action, important knowledge in understanding the society-environment relationship, contributing to the resolution of socio-environmental problems. For the teaching-learning of this discipline to be meaningful, it is important that it be interdisciplinary, stimulating observation skills, spatial analysis and critical interpretation. For this, a methodology that can be used is the field activity linked to geotechnology. With this, the work in question aimed to report the experience of using these tools in Landscape Cartography classes. An experience report of the classes of the discipline "Practice in Landscape Cartography" of the PPGEO of UFPE was carried out. During these classes, the students prepared a report on the mapping of landscape units in an area located in Agrestina-PE, using GIS. At the end of the activity, the students, through the report, demonstrated a significant learning of the subjects.

Keywords: Physical Geography; Landscape Unit Mapping; Geotechnologies; Geography Teaching; Experience report.

Introdução

A Cartografia de Paisagens, é uma atividade de caráter físico-geográfico, e está preocupada com a representação de complexos naturais, também chamados de geossistemas, que compreendem áreas naturais resultantes da interação entre os componentes da natureza, influenciados em maior ou menor grau pela sociedade (CAVALCANTI, 2018).

No âmbito acadêmico, a cartografia de paisagens é uma disciplina essencial no campo da geografia, focada na representação, análise e interpretação dos elementos presentes nas paisagens naturais e modificadas pela ação humana (GOTELLI; KALSBEEK, 2017). O ensino desta área torna-se cada vez mais relevante à medida que a compreensão da relação entre a sociedade e o meio ambiente se torna crucial para enfrentar os desafios ambientais e sociais do mundo contemporâneo.

Para realização dos estudos voltados a essa área, habitualmente é utilizada a Teoria dos Geossistemas, que é uma abordagem utilizada para compreender e analisar as interações complexas entre os componentes físicos, biológicos, sociais e culturais de um determinado ambiente ou região. Ela busca estudar a Terra como um sistema integrado, onde todas as partes estão interligadas e influenciam umas às outras. Essa teoria ajuda a compreender como os processos naturais e as atividades humanas interagem para moldar a paisagem, os ecossistemas e as comunidades ao longo do tempo.

As práticas no ensino de cartografia de paisagens desempenham um papel significativo na formação dos estudantes, proporcionando-lhes uma abordagem interdisciplinar e estimulando habilidades de observação, análise espacial e interpretação crítica (MACHADO; SANTOS, 2019). Ao se envolverem diretamente com a paisagem e suas dinâmicas, os alunos têm a oportunidade de adquirir uma compreensão mais profunda dos processos naturais e das transformações antrópicas que ocorrem ao longo do tempo.

Para promover o aprendizado ativo e engajador, o uso de tecnologias geoespaciais, como sistemas de informação geográfica (SIG) e sensoriamento remoto, torna-se fundamental (CÂMARA et al., 2020). Essas ferramentas permitem que os estudantes acessem e analisem dados georreferenciados, realizem mapeamentos temáticos e visualizem mudanças na paisagem ao longo do tempo, proporcionando uma experiência mais prática e conectada com a realidade.

Como destaca Lima (2019), "a cartografia de paisagens, aliada às tecnologias geoespaciais, amplia a capacidade dos alunos de compreender as interações complexas

entre os elementos naturais e culturais da paisagem, permitindo uma análise mais aprofundada e uma visão sistêmica desses territórios".

Nesse contexto, a abordagem interdisciplinar também se mostra essencial, pois a cartografia de paisagens requer conhecimentos em diversas áreas, como botânica, geologia, climatologia e geomorfologia, entre outras (CHRISTOFOLETTI, 1980). Integrar diferentes disciplinas no ensino dessa prática enriquece a formação dos estudantes, fornecendo uma visão abrangente dos processos que moldam a paisagem.

Este trabalho introdutório visa destacar a importância das práticas no ensino de cartografia de paisagens, ressaltando o papel das tecnologias geoespaciais e da abordagem interdisciplinar para o desenvolvimento de uma educação geográfica mais completa e relevante.

Referencial Teórico-metodológico

Relato de Experiência

Esse trabalho consiste em um relato de experiência gerado a partir da disciplina “Práticas em Cartografia de Paisagens” ofertada pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) ao final do período letivo 2022.2 (no final de novembro e início de dezembro de 2022).

Relato de Experiência (RE) é um método utilizado na pesquisa qualitativa, o qual se caracteriza por ser uma expressão escrita de determinada vivência. Tal metodologia é de suma importância para o conhecimento acadêmico, pois o registro de relatos de experiência crítico-reflexivos contribui na divulgação de novas informações científicas sobre os temas abordados neles (MUSSI, FLORES e ALMEIDA, 2021). Segundo os mesmos autores citados anteriormente “o RE em contexto acadêmico pretende, além da descrição da experiência vivida (experiência próxima), a sua valorização por meio do esforço acadêmico-científico explicativo, por meio da aplicação crítica-reflexiva com apoio teórico-metodológico (experiência distante)”.

Com isso, foi considerado como base para realização desse artigo a proposta sugerida pelos pesquisadores Mussi, Flores e Almeida (2021).

Método de ensino: atividade de prática em campo utilizando a metodologia de Mapeamento de unidades de paisagem

O trabalho de campo proposto na disciplina teve como objetivo a caracterização dos sítios e estados presentes na área de estudo, assim como o reconhecimento da sua influência na dinâmica da paisagem local. A área de estudo trata-se de um setor determinado

previamente para a aplicação do método de parcelamento como proposto na disciplina, localizada no município de Agrestina, agreste pernambucano.

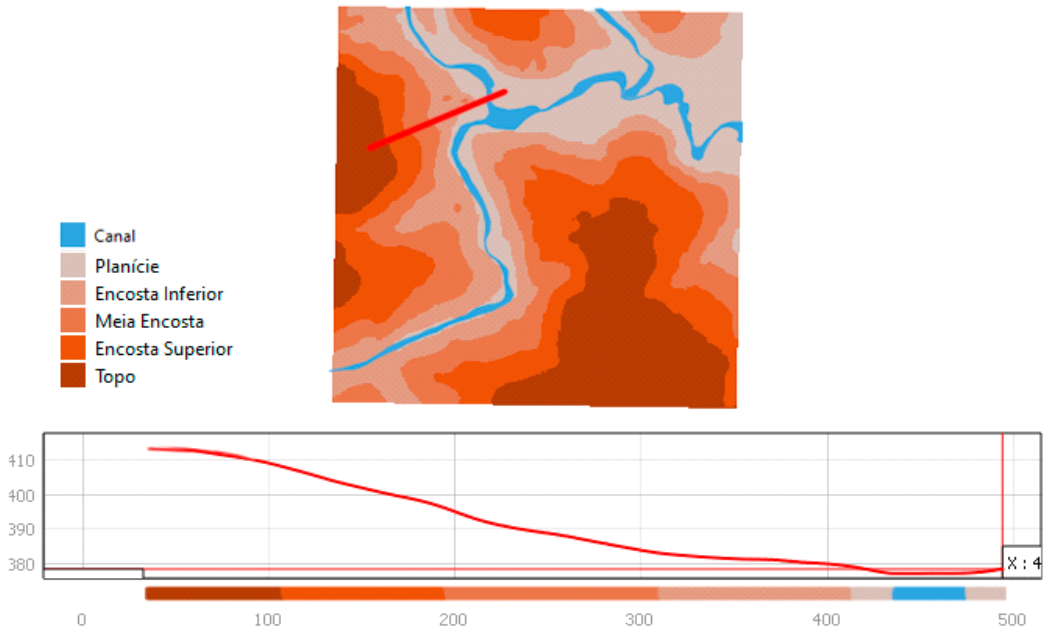
A área foi repartida em 6(seis) subáreas (N, S, NE/L, L/SE, O/SO e NO/O). Os discentes foram divididos em grupos de modo que cada grupo ficasse responsável por uma subárea. O trabalho em questão considerou os resultados obtidos pelo grupo encarregado do estudo da subárea sul.

A atividade consistia em 3 fases, a primeira fase foi a de pré-campo, na qual os estudantes coletaram dados sobre a região na literatura; a segunda foi a de campo, em que foram observados aspectos físico-geográficos da paisagem; e finalmente, a terceira fase foi a de pós-campo, quando houve a análise dos dados obtidos e elaboração do relatório.

Fase de pré-campo:

A partir dos dados coletados foram traçados os possíveis pontos de coletas baseados nas características físicas e ambientais, assim como o reconhecimento da área como um todo. Nessa etapa, foi feita uma diferenciação prévia do recorte, baseado em imagens de satélite disponibilizadas gratuitamente (*Google Earth* e bing). Concomitante a essa análise visual, na qual as características sobretudo fitofisionômicas foram reconhecidas, foi utilizado o mapa de posição no relevo (figura 1) para complementar a recompartimentação da região nas áreas mais ou menos homogêneas e heterogêneas, estabelecendo assim o relevo e a vegetação como os principais elementos taxonômicos para o estabelecimento das unidades *a priori*.

Figura 1. Posição no relevo da área de estudo.



Fonte: Os autores (2023).

Fase de campo:

Foi utilizada a metodologia de parcelamento (parcelas de 20mx20m) para descrição das tipologias dos geossistemas, incluindo os níveis de sítios e estados. Para isso, houve inicialmente a delimitação das possíveis diferenças entre os sítios e estados da área, com o intuito de coletar os dados em áreas que representassem a diversidade local. Posteriormente foi realizada a descrição dos atributos físico-geográficos das parcelas, para isso buscamos analisar os atributos geoambientais inseridos nelas, inclusive o perfil de solo. Logo após a análise da paisagem as fichas de campo eram preenchidas com informações sobre vegetação, solo, uso e ocupação do solo, e outros fatores.

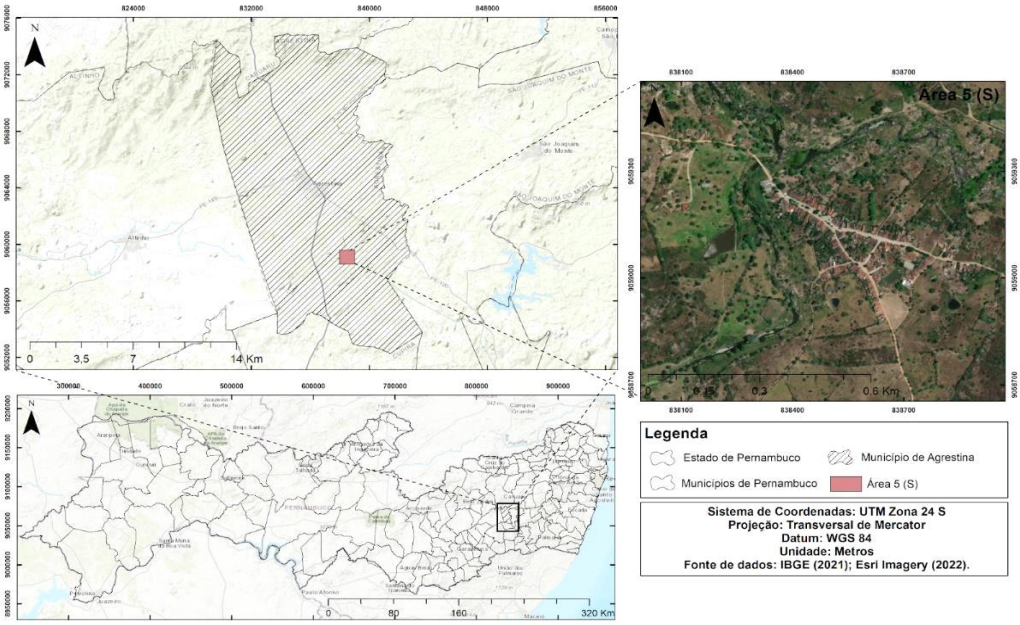
Fase de pós-campo:

Os dados coletados na fase anterior foram analisados e são trazidos de forma detalhada no relatório a seguir.

Caracterização da área

O povoado Barra do Chata (8° 30 '31 ``S - 35° 54' 58"O) está inserido na bacia hidrográfica de menor ordem do Rio da Chata, dentro do contexto da bacia hidrográfica do Rio Una. As características climáticas do município de Agrestina são de um verão longo e um inverno curto com precipitação e ventos fortes. Ao longo do ano, em geral, a temperatura varia de 18 °C a 33 °C e raramente é inferior a 16 °C ou superior a 35 °C. A estação de maior precipitação dura 5,7 meses, de fevereiro a agosto. A estação seca dura 6,3 meses, de agosto a fevereiro.

Figura 2. Mapa de Localização da área de estudo.



Fonte: Os autores (2023).

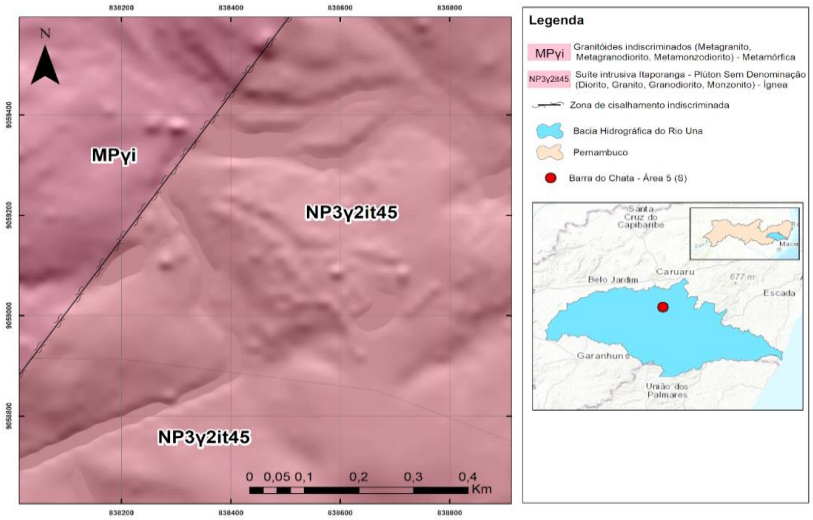
Contextos geológico e geomorfológico

A geologia da área de estudo em apreço, é composto por rochas ígneas e metamórficas, onde as áreas que são compostas por essas duas classes de rochas são bem delimitadas por uma zona de cisalhamento com sentido NE-SW/SW-NE. É importante ressaltar que a unidade que compõe a área de rocha ígnea é um plúton que possui características de intrusão profunda de lacólitos, batólitos e *stocks*, o que pode indicar que tal unidade estava em grandes profundidades e então ter sido soerguida durante os eventos do brasiliano (os quais também alçaram o Planalto da Borborema, de onde a área de estudo também faz parte).

Já a área composta por rochas metamórficas é classificada como unidade de granitóides indiscriminados, que são compreendidos como uma classe de rochas com granulação grossa, tal característica pode ser vista em alguns afloramentos presentes na área, onde foi possível observar veios de quartzo de granulação grossa (ver figura 3).

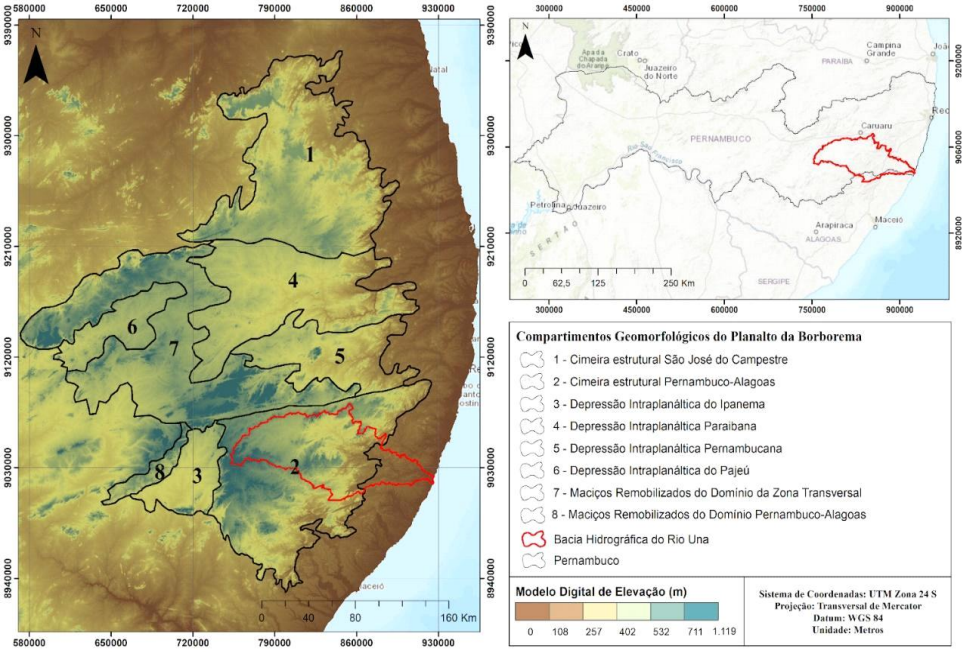
Assim, como supracitado, a área de estudo está localizada dentro da bacia hidrográfica do rio Una, que está inserida dentro do compartimento do Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas, no rebordo oriental do Planalto da Borborema, compartimento estabelecido por Corrêa et al. (2010) na classificação megageomorfológica da Borborema. A Cimeira Estrutural Pernambuco-Alagoas possui limite norte na Zona de Cisalhamento Pernambuco, assumindo uma feição topográfica com maior homogeneidade em relação aos setores circunvizinhos, onde predominam as cristas e relevos residuais. No eixo central desta unidade predomina uma topografia marcada pelas cimeiras planas com espesso manto de argissolos e neossolos, cuja elevação varia de 600 a 700 metros de altitude (ver figura 4).

Figura 3. Mapa da geologia da área de estudo.



Fonte: Os autores (2023)

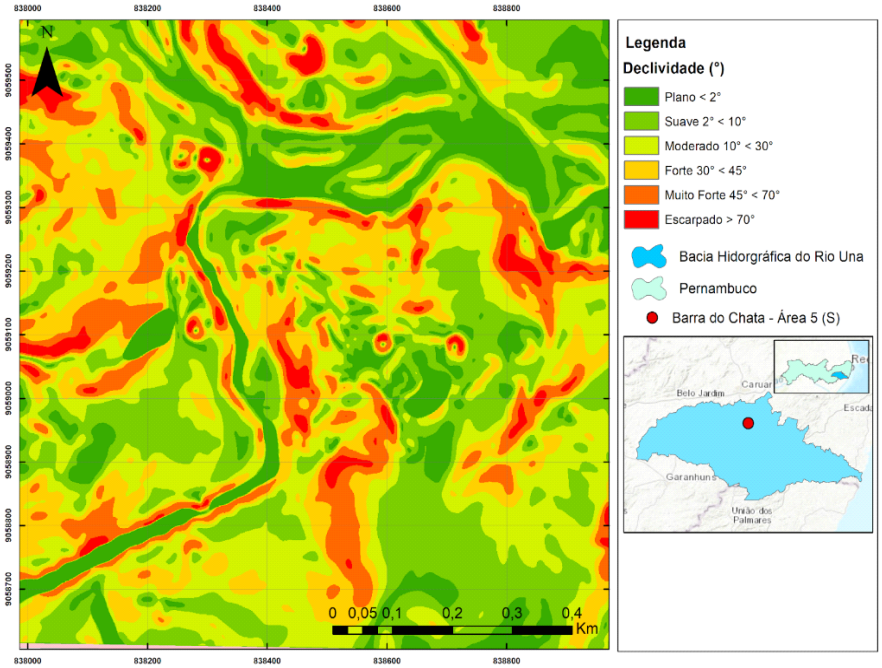
Figura 4. Contexto geomorfológico da área de estudo.



Fonte: Os autores (2023).

Com relação a declividade a área em apreço possui classes sem limites claramente definidos entre elas (figura 5), com presença de irregularidades em setores de encosta e meia encosta, as quais podem estar relacionadas com a resistência litológica e sua relação com os processos de erosão e deposição.

Figura 5. Mapa de declividade da área de estudo.



Fonte: Os autores (2023).

Quanto a sua posição no relevo, para a área de estudo, foi extraída a partir de um perfil longitudinal do MDT (1m) disponibilizado em aula - o perfil de elevação para o recorte. Através da calculadora raster, utilizando o software Qgis, a matriz supracitada foi compartimentada em seis classes: Topo, Encosta superior, Meia encosta, Encosta inferior, Planície e Canal (figura 1).

Solo e vegetação

A vegetação desta unidade é formada por Florestas Subcaducifólica e Caducifólica, próprias das áreas agrestes (CPRM, 2005). Com o passar do tempo e a mudança nos usos da terra houve a predominância da agropecuária no município, fazendo com que parte da sua vegetação nativa fosse desmatada e consequentemente o crescimento das pastagens.

> Nas Superfícies suave onduladas a onduladas, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, fortemente drenados, ácidos a moderadamente ácidos e fertilidade natural média e ainda os Podzólicos, que são profundos, textura argilosa, e fertilidade natural média a alta. Nas Elevacões ocorrem os solos Litólicos, rasos, textura argilosa e fertilidade natural média. Nos Vales dos rios e riachos, ocorrem os Planossolos, medianamente profundos, imperfeitamente drenados, textura média/argilosa, moderadamente ácidos, fertilidade natural alta e problemas de sais. Ocorrem ainda afloramentos de rochas (CPRM, 2005).

Resultados

O trabalho de campo foi desenvolvido em dois dias e buscamos demarcar as parcelas com base na declividade e nas diferentes fitofisionomias presentes na localidade. O trabalho teve início na região NO da área Sul, onde foram feitas 03 parcelas. Nas duas primeiras, que variaram entre topo e encosta superior, observamos a predominância de campos densos mistos, com grande porcentagem do terreno recoberto por gramíneas, herbáceas e poucos indivíduos arbustivos. Pôde-se perceber que a área sofre intensamente com ações antrópicas, como a pecuária. É possível encontrar também trilhas que rodeiam a área, levando em consideração que ela se encontra em uma propriedade privada com circulação de pessoas. Nesta parcela, o solo tinha textura argilo-arenosa e argilosa que variava entre as cores marrom claro e marrom escuro.

Figura 6. Parcela 01.

Fonte: Os autores (2023).

Um fato que nos chamou atenção foi as características da terceira parcela que, apesar de ser próxima das duas anteriores, apresentava fitofisionomia arbustal denso, com grande porcentagem do terreno coberto por arbustos de grande porte, e alguns indivíduos arbóreos e herbáceos. Indica-se que a área passa por um processo de restauração da formação florestal (levando em consideração as imagens do MapBiomas) e é uma exceção em meio às grandes áreas de pastagem presentes na região. Vale ressaltar que houve uma forte presença de líquens, que podem ser bioindicadores da qualidade do ar para aquela área. No solo foi possível encontrar serapilheiras e outros horizontes com textura argilosa.

Figura 7. Parcela 03.

Fonte: Os autores (2023).

No segundo dia de campo 4 parcelas foram feitas no setor SE da área Sul, adotando os mesmos critérios de avaliação. Observamos uma fitofisionomia arbustal denso, com grande porcentagem do terreno coberto por arbustos de grande e médio porte, em cerca de 2,5 metros, e alguns indivíduos arbóreos com aproximadamente 15 metros. A parcela foi

definida próximo a alguns fatores que podem influenciar diretamente na formação da paisagem, como a presença de uma estrada, da agricultura e de um riacho. Próximo ao local fizemos mais uma parcela que teve como característica o campo denso misto, com grande porcentagem do terreno recoberto por gramíneas com cerca de 40cm, e poucos indivíduos arbustivos, com 6 metros. A parcela foi marcada pela predominância de plantação de capim, diferindo totalmente das outras fisionomias ao seu redor. Em relação ao solo, encontramos serrapilheira e outros horizontes com textura argilo-arenoso, argilo-siltoso e franco-argilo-arenoso e cores que variam entre marrom claro e marrom escuro.

Figura 8. Uma das parcelas da região SE.

Fonte: Os autores (2023).

Outras 03 parcelas foram feitas na região NO do recorte Sul, próximo ao Rio da Chata. A área possui uma baixa densidade de vegetação, com poucos indivíduos herbáceos (aproximadamente 50cm), alguns arbustos (aproximadamente 1m) e árvores (aproximadamente 8m). Aparentemente o espaço é utilizado para lazer, já que houve indícios de fogo e alguns resíduos, como latas de cerveja. Em uma área próxima foi registrado também plantação de capim, indicando a forte relação entre o uso da terra e as transformações dos seus estados. A última parcela foi marcada pela forte presença de lajedos ao longo das margens do Rio da Chata.

Cabe destacar a dificuldade no desenvolvimento do trabalho de campo, levando em consideração que a área é dividida pelos rios Una e Chata e que, dificilmente, encontramos formas de percorrer maiores áreas que cruzavam os rios. As fortes chuvas que atingiram o município nos dias de campo também dificultaram os trabalhos.

Figura 10. Parcelas às margens do rio da Chata.

Fonte: Os autores (2023).

Com os dados adquiridos nas parcelas foi possível a elaboração do mapa de unidades de paisagens sintetizando todas as características obtidas em campo (imagem 1). Dentro do recorte Sul, no seu setor Sudeste foi identificada uma área da encosta inferior moderada com solo argilo-siltoso marrom e formação campestre baixa; outra área da encosta inferior moderada com solo franco-argilo-arenoso marrom escuro moderadamente rochoso e formação savânica fechada alta; a encosta superior forte com solo argilo-arenoso marrom ligeiramente rochoso e formação savânica fechada alta; uma área da meia encosta moderada com solo argilo-arenoso marrom ligeiramente rochoso e formação savânica fechada alta e outra área da meia encosta moderada com solo argilo-siltoso marrom e formação campestre aberta baixa.

Tabela 1. Vegetação observada nas parcelas analisadas.

	Plantas/fungos	Predominância	Abertura máxima
Parcela 1	*Campi, Asteraceae, Rubiaceae (exemplares do gênero Mitracarous e outros), catingueira (família Fabaceae -gênero Caesalpinia), juazeiro, Malvaceae e outras.*	*Maioria herbáceas* *90% capim, cerca de 30 espécies de Asteraceae, 50 de Miltracarous, 10 da Rubiaceae, 1 catingueira e 1 juazeiro*	Herbáceas e até 30 cm, catingueira de 5 m, Juazeiro de 8 m
Parcela 2	*Velame (Croton heliotropiifokius), capim, outras espécies de Croton, Rubiaceae (exemplares de espécies do gênero Borreria sp), verbenaceae lantana sp. e outras*	*Maioria herbáceas* *85% capim, Rubiaceae (gênero orreria sp.) 8 espécies e verbenaceae lantana sp. 4 espécies*	Herbáceas de até 70 cm
Parcela 3	*Sapindaceae serjania sp, Fabaceae (gênero Senna), Verbenaceae lantana sp, cansanção, Cactaceae, catingueira e outras*	Maioria lenhosas e apenas algumas nerbáceas 10 Sapiendaeae serjania sp, 4 fabaceae, 2 Verbenacee lantana sp., 2 cansanções, 2 Cactaceae (sendo 1 xique-xique), 1 catingueira, 4 outras lenhosas.	Catingueira de 1,70 m, lenhosas de até 2m, herbáceas de até 20 cm e árvores de até 6 m
Parcela 4	*Velame, cansanção, Fabaceae e outras herbáceas e lenhosas*	Velame é a dominante e a cansanção é a terceira com maior abundância. Maioria de herbáceas e lenhosas, plantação de milho	Herbáceas de até 10-30 cm e lenhosas de até 2 metros, 2 árvores, 1 de 7 metros e outra de 10 metros.
Parcela 5	*Cansação, Verbenaceae lantana sp. e outras*	Maioria lenhosas, poucas herbáceas	Arbustos de até 3 m e árvores de até 5 m
Parcela 6		Predominância de arbustos e árvores	Arbustos de até 3 m e árvores de até 8 m
Parcela 7		Predominância de lenhosas, poucas herbáceas	Arbustos de até 2 m e árvores de até 10 m
Parcela 8	*Capim, velame, calunacia, cana-de-açúcar*	Metade herbáceas e metade lenhosas	Herbáceas de até 30 cm e lenhosas de porte de árvores de até 10 m
Parcela 9	*Cana-de-açúcar, velame*	Predominância de arbustos e árvores	Arbustos de até 3 m, árvores de até 8 m e herbáceas de até 50 cm
Parcela 10	*Capim, líquens, Rubiaceae (gênero Borreria sp.)*	Por ser um afloramento rochoso havia poucas espécies, sem espécie dominante aparente	Lenhosas de até 4 m

Já no setor Noroeste do recorte Sul (imagem 1), foi identificada uma meia encosta moderada com solo argiloso marrom ligeiramente rochoso e formação campestre esparsa baixa; uma área de planície suave com solo cinza arenoso e formação savânica aberta alta; uma encosta superior com solo franco-argiloso marrom claro e formação campestre esparsa alta; uma encosta superior moderada com solo argiloso marrom escuro moderadamente rochoso e formação florestal fechada baixa e outra área de planície suave rochosa. Além disso, a área apresentou corpos d'água e um canal fluvial correspondente ao rio do chata.

Figura 11. Mapa de Unidades de Paisagens do Recorte Sul.

Fonte: Os autores (2023).

Reflexões geradas a partir da experiência

De fato, o ensino da cartografia de paisagens é essencial para a formação dos discentes que buscam trabalhar com a geografia, ou áreas afins. Juntamente com a Teoria dos Geossistemas, a cartografia de paisagens contribui para o entendimento e representação dos fatores que constituem determinadas paisagens. Em conjunto, a teoria dos geossistemas fornece o arcabouço conceitual para entender as relações complexas entre os componentes da paisagem, enquanto a cartografia de paisagem oferece os meios para representar visualmente essas interações e características de maneira acessível para pesquisadores, estudantes e o público em geral. Ambas as abordagens contribuem para uma compreensão mais profunda e abrangente dos sistemas terrestres e para a tomada de decisões em relação ao uso e gestão do ambiente.

No caso da experiência relatada, os discentes puderam compreender os seguintes fatos:

- Conhecer ferramentas de SIG que contribuam para o reconhecimento e análise remota de áreas estudadas;

- Desenvolver a perspectiva teórica acerca do tema estudado;
- Relacionar a teoria e prática ao participar de metodologias como o trabalho de campo;
- E, por fim, compreender o funcionamento da cartografia de paisagem através do desenvolvimento de mapas e relatório de campo.

Essa experiência trouxe reflexões sobre o uso da cartografia de paisagens em diferentes âmbitos do ensino (educação básica, ensino superior, pós-graduação etc.), ressaltando a importância do estudo da temática para além da universidade.

Conclusão

As práticas no ensino de cartografia de paisagens desempenharam um papel fundamental na formação de uma educação geográfica mais completa e relevante. A representação visual e compreensível da complexidade das paisagens foi essencial para capacitar os alunos a compreenderem as interações entre os diversos elementos naturais, culturais e sociais que moldam o ambiente que foi trabalhado. Nesse contexto, as tecnologias geoespaciais e a abordagem interdisciplinar surgiram como pilares indispensáveis para enriquecer essa jornada educacional.

As tecnologias geoespaciais, como sistemas de informações geográficas (SIG), sensoriamento remoto e mapeamento digital, ofereceram aos educadores e alunos ferramentas poderosas para coletar, analisar e representar dados geográficos de maneira precisa e dinâmica. Isso possibilita uma exploração mais profunda das paisagens e a compreensão das mudanças ao longo do tempo, permitindo aos estudantes uma imersão prática na investigação geográfica.

A abordagem interdisciplinar, por sua vez, incentivou os alunos a integrarem conhecimentos e perspectivas de diversas disciplinas, como geografia, ecologia, geologia, sociologia e outras áreas correlatas. Essa integração enriquece a compreensão das paisagens como sistemas complexos, nos quais os fatores naturais e humanos estão interligados.

Portanto, a combinação das práticas de ensino de cartografia de paisagens com as tecnologias geoespaciais e a abordagem interdisciplinar oferece uma educação geográfica mais dinâmica e relevante. Os discentes não apenas aprenderam a interpretar mapas e representações gráficas, mas também desenvolveram habilidades de análise crítica.

Referências

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; FONSECA, F.; VINHAS, L.; MONTEIRO, A. Introdução à Ciência da Geoinformação. São José dos Campos: INPE, 2020.

CHRISTOFOLETTI, A. Geomorfologia. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1980.

CORRÊA, A. C. B. TAVARES, B. A. C.; MONTEIRO, K. A.; CAVALCANTI, L. C. S.; LIRA, D. R. Megageomorfologia e Morfoestrutura do Planalto da Borborema. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, 31 (1/2), p.35-52, 2010.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Diagnóstico do município de Agrestina. Recife: CPRM, 2005.

DE SOUZA CAVALCANTI, Lucas Costa. **Cartografia de paisagens: fundamentos**. Oficina de Textos, 2014

GOTELLI, N. J.; KALSBEEK, E. Princípios de Estatística em Ecologia. Porto Alegre: Editora Artmed, 2017.

LIMA, M. R. Cartografia Temática e Geoprocessamento. São Paulo: Editora XYZ, 2019.

MACHADO, P. F.; SANTOS, A. C. S. O Ensino de Cartografia na Educação Básica: Desafios e Perspectivas. Anais do Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, v. 12, nº 1, p. 678-693, 2019.

MUSSI, R. F. de F.; FLORES, F. F.; ALMEIDA, C. B. de. Pressupostos para a elaboração de relato de experiência como conhecimento científico. **Práxis Educacional**, Vitória da Conquista, v. 17, n. 48, p. 60-77, 2021. DOI: 10.22481/praxisedu.v17i48.9010. Disponível em: https://periodicos2.uesb.br/index.php/praxis/article/view/9010. Acesso em: 18 jul. 2023.

O Ensino da Geografia Física e os Desafios na Compreensão do Solo

The Teaching of Physical Geography and the Challenges in Understanding the Soil

Italo Monteiro de Oliveira
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0009-0005-8014-1042
Italo.monteiro@estudante.ufcg.edu.br

Bianca Feliciano de Melo
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0002-3916-9597
bianca.feliciano@estudante.ufcg.edu.br

Ailson de Lima Marques
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-6838-275X
marques.ailsonl@gmail.com

Eva Maria Pereira Francisco
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/.0000-000202804-1053
evamariaufcg@gmail.com

Débora Coelho Moura
Unidade Acadêmica de Geografia – Centro de Humanidades - UFCG
https://orcid.org/.0000-0003-2663-2308
debygeo@hotmail.com

Resumo: O ensino geográfico possibilita a compreensão do meio físico, necessitando-se da apreensão prática da teoria. Nesse contexto, o desenvolvimento de atividades que permitam o contato direto com o objeto de estudo facilita essa apreensão teórica. Nesse sentido, este trabalho visa apresentar uma avaliação prática em análise de perfis de solo nas dependências da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), para o conhecimento da estrutura física e das associações pedológicas registradas. Para tanto, utilizou-se de autores que fomentam práticas de ensino de Geografia, além de outros que abordam a Geografia Física. A pesquisa dos dados se deu por meio de pesquisas bibliográficas e por meio da análise da atividade desenvolvida. Como resultado da pesquisa foi possível verificar que a atividade prática propiciou o entendimento pelos discentes dos perfis de solo da área estudada, bem como a correlação com outros fatores geográficos que mantêm ou tiveram influência sobre o solo.

Palavras-chave: Ensino geográfico. Geografia Física. Solo.

Abstract: Geographical teaching enables the understanding of the physical environment, requiring the practical apprehension of theory. In this context, the development of activities that allow direct contact with the object of study facilitates this theoretical apprehension. In this sense, this work aims to presente a practical evaluation in the analysis of soil profiles in the premises of the Federal University of Campina Grande (UFCG), for the knowledge of the physical structure and the registered pedological associations. For that, authors who promote Geography teaching practices were used, in addition to others who address Physical Geography. Data research was carried out through bibliographical research and through the analysis of the developed activity. As a result of the research, it was possible to verify that the practical activity provided the understanding by the students of the soil profiles of the studied area, as well as the correlation with other geographic factors that maintain or had influence on the soil.

Keywords: Geographic teaching. Physical geography. Ground.

Introdução

A Geografia é uma ciência, que estuda as relações do homem e da natureza, no qual o homem está sempre agindo sobre o meio e modificando a paisagem. Por ser uma ciência, que trabalha as dinâmicas espaciais e consequentemente o seu equilíbrio, faz-se necessário estudo geográfico desde os anos iniciais, ao ensino médio.

Assim, o ensino geográfico instiga aos alunos o gosto pelo conhecimento acerca da realidade a sua volta, proporcionando aos mesmos, se apropriarem de tal aprendizado que lhe servirá de base, no processo de transformação do espaço. Como também, ao professor , que viabiliza o processo de interlocução com utilização de ferramentas acessíveis, para que ocorra esse aprendizado (PERUSI; SENA, 2012; VALENTE; ALMEIDA; GERALDINI, 2017).

A discussão teórica sobre o processo de ensino-aprendizagem de Geografia, essa se trata de uma área do conhecimento, que tem grande significância para auxiliar e orientar os estudos em Geografia Física. No caso específico da Geografia Física, ensinar a base física é a forma de apropriar os conceitos, que fazem parte do desenvolvimento do meio que os cercam (ROSSI, 2013).

> Através da ação educativa, o meio social exerce influências sobre os indivíduos e estes, ao assimilarem e recriarem essas influências tornam-se capazes de estabelecer uma relação ativa e transformadora, em relação ao meio social (LIBÂNEO, 1994, p. 17).

Assim, a apreciação do meio por atividades práticas e integradoras, proporcionando a compreensão das inter-relações entre o físico natural e o social (ALMEIDA, 2015; TEIXEIRA, MACHADO; SILVA, 2017). Portanto, para proporcionar uma viabilidade no aprendizado, a atividade prática visa permitir a exploração de diversos conteúdos e estimular a busca por conhecimentos fora da sala de aula. Assim, o objetivo deste foi a avaliação prática, de como as análises de perfis de solo nas dependências da Universidade Federal de Campina Grande-UFCG, contribuíram para o conhecimento da estrutura física, das associações pedagógicas registradas.

Material e métodos

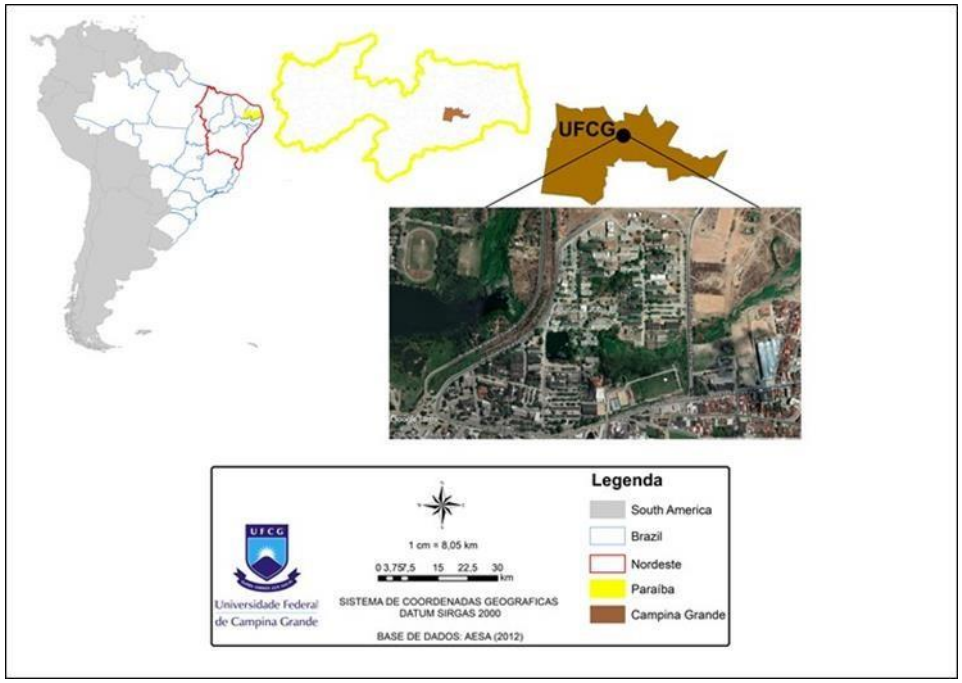
Caracterização da Área de Estudo

O experimento foi realizado no Campus I, da Universidade Federal de Campina Grande, que se localiza no município de Campina Grande-PB (Figura 01).

A área está incluída na abrangência do Semiárido brasileiro, definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2017. Esta delimitação tem como critérios os índices pluviométricos, o de aridez, de evapotranspiração e o risco de seca. Apesar disso, por estar

acima de 500 metros de altitude, acima do nível do mar, possui Clima Tropical quente e seco, ou subúmido, de acordo com a classificação de Thornthwaite e Mather (1955) (FRANCISCO et al, 2015).

Figura 1: Localização da área, onde foram realizados os perfis de solo, Universidade Federal de Campina Grande-PB.



Fontes: Os autores (2023).

A área está incluída na abrangência do Semiárido brasileiro, definida pelo Ministério da Integração Nacional em 2017. Esta delimitação tem como critérios os índices pluviométricos, o de aridez, de evapotranspiração e o risco de seca. Apesar disso, por estar acima de 500 metros de altitude, acima do nível do mar, possui Clima Tropical quente e seco, ou subúmido, de acordo com a classificação de Thornthwaite e Mather (1955) (FRANCISCO et al, 2015).

Amostra de solo da UFCG

Os perfis e coletas dos solos foram feitos no Campus I, da Universidade Federal de Campina Grande-PB, pelos alunos da disciplina Fundamentos para Estudo em Pedologia, período 2019.1. Foram selecionadas oito (08) áreas dos Bloco BZ, BH, no Laguinho, em frente ao Bloco CAA, por trás da prefeitura, na Mata do departamento de Engenharia Elétrica, no Campinho e na caixa d'água, para formação do perfil e coleta de solos. Contudo, apenas só serão apresentados os resultados dos perfis de solo, das áreas da Mata do departamento de Engenharia Elétrica, do Laguinho e da Caixa d'água.

Os alunos delimitaram um espaço medindo 1 x 1m, com profundidade de 1m, ou até encontrarem a rocha matriz (Figura 2). Os discentes realizaram a escavação e a retirada do solo perfil, por camadas de 10cm, em média de 1kg de solo, e em seguida este material foi levado ao laboratório para fazer a análise física.

Figura 2 A e B: A: Delimitação da área a ser feito o perfil de solo. B: Perfuração do perfil de solos realizados no Campus I da Universidade Federal de Campina Grande-PB.

A)

B)

Fonte: Os autores (2023).

Análise física dos solos no Laboratório de Geografia Física

Após coleta de solos, os alunos em equipe realizaram a análise física ou morfológica das amostras, através da planilha pré-estabelecida pelo professor. Nesta planilha continha informações sobre a classificação morfológica dos solos.

1) Constituintes do Solo:

Peso Total: _Molhado _ _ Seco Parte orgânica: Horizonte Peso:_ _

2) Cor:

Laranja, Amarelo, Vermelho, Cinza e Mosqueado, no qual o aluno iria marcar por Horizonte coletado.

3) Textura

Calhaus, Cascalhos, Areia grossa, Areia fina, Silte e Argila por Horizonte.

4) Estrutura

Granular, Laminar e Blocos por Horizonte.

5) Cerosidade

Áspero, Cerosidade não pegajosa, Cerosidade pegajosa por Horizonte.

6) Porosidade

Micrósporos e Macro poros por Horizonte.

7) Consistência

Macio seco-equilíbrio com o ar, Duro e seco, Friável úmido-umidade equivalente, Pegajoso molhado-capacidade de campo, por Horizonte.

8) Consistência

Saturado-Fluido-acima da capacidade de campo, Predomínio da fase líquida, por Horizonte.

9) Classificação:

a) Solo alóctone – tipo de Rocha
b) Solo autóctone, tipo de Rocha.

Resultados E Discussão

Após a coleta e análise do solo, na área do Laguinho foi possível retirar do perfil de solo apenas 4 amostras, pois a última já estava sobre fase líquida e os alunos classificaram como Gleissolo-Alóctone (Figura 03). A primeira amostra de 10cm do perfil apresentava a cor cinza e mosqueada.

Figura 03: Perfil de solo na área do Laguinho Gleissolo-Alóctone. Perfuração do perfil de solos realizados no Campus I da Universidade Federal de Campina Grande-PB.

Fonte: Autores (2023).

Ao analisar os perfis, na primeira amostra continha 1,732g de solo, nela foram encontradas 1g de matéria orgânica, 800g de areia grossa, 301g de areia fina, 381g de silte, 198g de calhaus e 51g de cascalho. A segunda amostra pesava 1.355g, onde 1g correspondia a matéria orgânica, 506g de areia grossa, 343g de areia fina, 280g de silte, 199g de calhaus e 26g de cascalho. O terceiro perfil pesava 1.812g, cujo 2g era de matéria orgânica, 899g de areia grossa, 560g de areia fina, 207 de silte, 117g de calhaus e 27g de cascalho. A quarta e última análise pesava 1.829g, porém, devido a profundidade não possuía matéria orgânica, mas, continha 950g de areia grossa, 539g de areia fina, 290g de silte, 39g de calhaus e 11g de cascalho.

A área do laguinho possui as características descritas por Santos e Daibert, (2014), que em áreas de sedimentos flúvicos, o perfil é logo encerrado devido à grande presença de água no solo.

Segundo a definição do Gleissolo e observação das cores dos perfis foi possível caracterizá-lo, cuja textura é granular, devido a presença de grãos de quartzo e a consistência das amostras é saturado-fluido-Acima da capacidade de Campo.

A Cerosidade das amostras A e B apresentam-se pegajosa-arenosas, a C e D é áspero-arenoso, cuja porosidade das amostras do lago é Microporos.

Os perfis de solo retirados da área do entorno da caixa d'água da UFCG (Figura 04) apresentaram a base geológica do Complexo Granitóide, porém, a classificação do solo é o Neossolo Litólico. O perfil apresentou uma cor mais amarelada, com grandes fragmentos de rocha, apenas com 30cm de profundidade.

Figura 04 A e B: Perfil de solo em torno da caixa d'água da UFCG, Solo autóctone Neossolo Litólico. Perfuração do perfil de solos realizados no Campus I da Universidade Federal de Campina Grande-PB.

Fonte: Os autores (2023).

Em relação a análise do perfil de solo da caixa d'água, todas as amostras pesavam 1kg cada, a primeira apresentava 4g de matéria orgânica, 50g de calhaus, 225g de cascalho, 584g de areia grossa, 35g de areia fina e 83g de silte. Na segunda continha 126g de calhaus, 530g de cascalho, 270g de areia grossa, 34g de areia fina e 14g de silte. No terceiro perfil continha 115g de calhaus, 430g de cascalho, 356g de areia grossa, 32g de areia fina e 41 g de silte.

As amostras recolhidas na caixa d'água apresentam uma textura granular devido a presença de graus de quartzo, a consistência dessas amostras é Saturado-Fluido-Acima da capacidade de campo. A cerosidade é áspero-arenosa, cuja porosidade das amostras é Macro poros.

Analisando as coletas realizadas na Mata Elétrica observamos que foram retirados 6 perfis de solo no local, o primeiro pesava 811g, contendo 80g de calhaus, 481g de areia grossa, 175 de areia fina e 75g de silte. A segunda apresentava 1.083kg sendo que 902g era

areia grossa e 181g de areia fina. Na terceira pesava 1.620kg sendo que 8g era de cascalho, 1.250kg de areia grossa, 285g de areia fina e 77g de silte. O quarto perfil pesava 579g, 260g de areia grossa, 207g de areia fina e 112g de silte. A quita amostra pesava 2.209kg, sendo 925g de areia grossa,842g de areia fina e 442g de silte. O último perfil pesava 1.920kg, com 934g de areia grossa, 624g de areia fina e 362g de silte. Todas as amostras apresentavam a cor mosqueado (Escuro), ambas possuindo estrutura granular e cerosidade áspera, cuja porosidade é micro poros, com a consistência friável, isso ocorre devido a presença de areia fazendo com que haja uma fragmentação do solo.

Considerações Finais

O estudo do meio geográfico apenas pelo viés teórico não possibilita uma maior compreensão, pelo discente, do assunto trabalhado. Desse modo, a experiência aqui apresentada trabalhou visando o contato direto com o objeto de estudo, que foram os perfis de solo da área anteriormente delimitada, ou seja, a aplicação e verificação da teoria na prática, ressaltando a não desvalorização do conteúdo teórico.

Por ser a Pedologia um ramo da Geografia que estuda os solos, necessita-se da perspectiva prática para a compreensão do meio. Sendo assim, os alunos que participaram dessa atividade conseguiram compreender a estrutura do solo e relacionar a influência de aspectos externos e internos, como exemplo o clima, na formação do meio físico.

Portanto, no processo de construção do conhecimento, é de suma importância a criatividade e a ousadia do professor em desenvolver atividades práticas que contribuam na melhor formação profissional do discente.

Referências

ALMEIDA, Rosângela Doin de. A propósito da questão teórico-metodológica sobre o ensino de geografia. UNESP - Rio Claro. 2015.

LIBÂNEO, José Carlos. Didática. São Paulo: Cortez, 1994. (Coleção Magistério 2º Grau. Serie formação do professor).

CAVALCANTI, L. de S. Propostas curriculares de Geografia no ensino: algumas referências de análise. Terra Livre. São Paulo: AGB, n. 14, p. 125-145, jan.-jul. 1999.

Correa, Márcio Greyck Guimarães. Fernandes, Raphael Rodrigues. Paini, Leonor Dias. Os avanços tecnológicos na educação: o uso das geotecnologias no ensino de geografia, os desafios e a realidade escolar. Maringá, v. 32, n. 1 p. 91-96, 2010.

COSTA, Franklin Roberto da. ASSIS, Francisco de. LIMA, Fernandes. A linguagem cartográfica e o ensino-aprendizagem da Geografia: algumas reflexões. Geografia Ensino & Pesquisa, vol. 16, n. 2, maio/ ago. 2012.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa. 55ª ed - Rio de Janeiro / São Paulo: Paz e Terra, 2017.

MACIEL, Ana Beatriz Câmara. MARINHO, Fábio Daniel Pereira. Análise do conceito de paisagem na ciência geografia: reflexões para os professores do ensino básico. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V. 1, N.4, p.13 – 22, 2012.

O Uso do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios como Recurso Didático na Geografia Escolar

The Use of the Rapid River Assessment Protocol as a Didactic Resource in School Geography

Cleber Alves Santana Junior
Instituto Federal da Bahia - Salvador
cleberpibid21@gmail.com

Resumo: O presente estudo teve como proposta a utilização do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) como recurso didático na Geografia escolar. A pesquisa foi executada no bairro do Costa Azul, em Salvador, BA, em trecho do rio Camurujipe com alunos do Colégio Estadual Thales de Azevedo (CETA) em turma da 2º série do ensino médio. A metodologia usada foi adaptação do PAR ao contexto locacional e aula expositiva explicando informações sobre o Protocolo e sua utilização. O trabalho visa evidenciar uma proposta de recurso didático para o ensino das temáticas físico-naturais e a importância de se pensar metodologias que auxiliem no processo de ensino aprendizagem da Geografia. Conseguinte, ressaltar a importância dos recursos hídricos, enfatizando a necessidade de reflexão crítica sobre as ações antrópicas que impactam os recursos naturais. Além disso, busca sensibilizar os alunos quanto ao seu papel na preservação e conservação da saúde dos rios.

Palavras-chave: Geografia Escolar; Recurso Didático; Protocolo de Avaliação Rápida de Rios

Abstract: The present study proposed the use of the Rapid River Assessment Protocol (PAR) as a didactic resource in school geography. The research was carried out in the Costa Azul neighborhood, in Salvador, Bahia, on a stretch of the Camurujipe river with students from Colégio Estadual Thales de Azevedo (CETA) in a 2nd grade high school class. The methodology used was the adaptation of the PAR to the local context and an expository class explaining information about the Protocol and its use. The work aims to highlight a proposal for a didactic resource for teaching physical-natural themes and the importance of thinking about methodologies that help in the teaching-learning process of Geography. Therefore, highlight the importance of water resources, emphasizing the need for critical reflection on anthropic actions that impact natural resources. In addition, it seeks to make students aware of their role in preserving and conserving the health of rivers.

Keywords: School Geography; Didactic Resource; Rapid River Assessment Protocol

Introdução

A água é uma substância essencial para a vida no planeta Terra, sendo insubstituível e indispensável para todas as atividades humanas (OLIVEIRA e NUNES, 2015). No entanto, os rios têm sido impactados por intervenções humanas, perdendo suas características naturais, especialmente com o processo de urbanização. Embora alguns ainda mantenham suas condições naturais preservadas, as bacias hidrográficas têm enfrentado deterioração da qualidade ambiental devido às múltiplas intervenções humanas (CALLISTO, MORENO, GOULART, 2002).

A importância dos estudos sobre essa temática hidrográfica vai além do entendimento individual de um corpo hídrico; é um assunto que abrange uma escala global e, para que ocorra o ensino aprendizagem de maneira significativa, deve-se sobretudo analisar a transposição didática do conteúdo. Logo, deve ser abordado para incluir os alunos do ensino

básico na reflexão da temática. Por outro lado, é raro o encontro de recursos didáticos utilizados para o ensino da temática, o que acarreta no déficit da aprendizagem.

Adicionalmente, se tem uma superficialidade no embasamento do ensino nas temáticas físico-naturais. Nesse contexto, o Município de Salvador, pode ser um objeto de estudo e ser um facilitador do processo de ensino. Com o crescimento demográfico desordenado de sua população, trouxe como uma das consequências ocupações irregulares. Além disso, a falta de planejamento urbano, resultou que a maioria dos rios fossem impermeabilizados. Consequentemente, por exemplo, as margens dos rios têm sido cada vez mais ocupadas e modificadas, alterando seus cursos naturais. Portanto, é fundamental compreender a atual situação desses corpos hídricos, que um dia foram fonte de recursos alimentícios para antigas populações da cidade e, atualmente, são frequentemente chamados de "esgoto".

Diante disso, este estudo pretende apresentar uma atividade desenvolvida com o propósito de explicitar a utilização do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) como recurso didático na disciplina de Geografia no ensino básico. Pois, o uso do PAR propicia o aluno como um ser ativo na aprendizagem. Ademais, visa sensibilizar os alunos sobre o seu papel na preservação e conservação ambiental, utilizando o PAR como ferramenta educacional. A atividade foi realizada em uma pequena parcela da foz do rio Camurujipe, próximo ao Colégio Estadual Thales de Azevedo (CETA), origem institucional dos alunos.

A escolha criteriosa do local de estudo, se deu devido à sua proximidade de junção de teoria e prática, devido com a instituição de ensino está inserida na margem do rio, bem como, pela presença de resíduos sólidos, odores e enchentes periódicas, que ilustram os desafios enfrentados pelas populações vizinhas que vivem às margens do rio. O objetivo principal deste estudo é adaptar e aplicar de forma didática o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios ao contexto espacial do objeto de estudo, permitindo aos alunos avaliarem o rio com recurso didático. Em suma oportunizar um aprendizado sobre mananciais hídricos de superfície de maneira exitosa.

Área de Estudo

A área de estudo desta atividade está localizada nas coordenadas geográficas 12°59'52.7"S de latitude e 38°26'58.7"W de longitude. Esta área encontra-se na cidade de Salvador, estado da Bahia, Brasil, e é situada próximo à costa atlântica. Vale destacar que a Instituição faz parte da planície de inundação do rio.

A figura 1 mostra a área onde os alunos analisaram os parâmetros físicos do rio. A figura 2 evidencia o contato entre o colégio e o rio.

Figura 1 - Área de estudo

Fonte: O autor (2023).

Figura 2 - Contato entre o colégio e o rio

Fonte: O autor (2023).

Justificativa

A cidade de Salvador, cercada por uma profusão de mananciais fluviais em seu território, tem experimentado nos últimos decênios um acelerado processo de urbanização. Esse fenômeno resultou na canalização de muitos dos rios que cruzam a cidade, desencadeando uma série de consequências adversas, tais como a impermeabilização do solo, a formação de ilhas de calor e a interferência na dinâmica natural dos rios urbanos. Esse contexto evidencia a complexa relação entre o desenvolvimento urbano e a natureza.

Diante disso, um aspecto preocupante dessa urbanização é o progressivo afastamento da potabilidade da água doce, do cotidiano da maior metrópole baiana. Diante dessa realidade, este estudo assume uma relevância incontestável. A justificativa primordial deste estudo repousa na necessidade de utilizar o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios como uma ferramenta didática para promover a compreensão crítica dos estudantes do ensino médio sobre sobre a Geografia física e em específico neste estudo (2023) de um corpo hídrico e suas características físicas. Este protocolo se configura como uma ponte vital para a conscientização sobre os impactos antrópicos em nossas bacias hidrográficas.

Essa abordagem didática proporcionará uma oportunidade única para disseminar conhecimento técnico-metodológico, ampliando significativamente a compreensão dos alunos sobre o tema. Além disso, terá um impacto social amplo, ao possibilitar que um público diversificado e híbrido compreenda o objeto de estudo. Isso contribuirá para uma conscientização mais abrangente e, por conseguinte, para a promoção de ações de conservação dos recursos hídricos, visando a melhoria da qualidade de vida da população e a preservação do meio ambiente.

Metodologia

A proposta metodológica deste estudo consistiu em utilizar o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR), desenvolvido por Callisto et al. (2002). O PAR é um instrumento que possibilita análises qualitativas de rios e ecossistemas inseridos em seu entorno. É composto por checklists que avaliam determinados parâmetros e permitem obter uma pontuação que indica o estado de conservação dos rios (Myrella Bizzo, 2014).

Inicialmente, foram realizadas adaptações do PAR para contextualizá-lo ao objeto de estudo e aproximá-lo da realidade observada. Com base em outros estudos que se utilizaram de adequações do protocolo original de Callisto (2002), utilizamos um modelo com 10 parâmetros de análise para caracterizar o trecho do rio em questão.

Em seguida, foi ministrada uma aula teórica (treinamento inicial) sobre o funcionamento do rio e as características fisiográficas de uma bacia hidrográfica. Em sequência, foram explicados os significados de cada parâmetro contido no Protocolo, bem

como, sobre as pontuações. Essa aula consistiu em 1 hora aula (50 minutos). Após o treinamento inicial, cada aluno recebeu o Protocolo de forma física ou digital e foram encaminhados para o ponto local de análise. E a partir da observação atribuiu notas para cada parâmetro analisado individualmente. Vale salientar que foi orientado que as pontuações seriam de acordo com suas próprias análises. As notas atribuídas foram: 10, 05 e 0 pontos, o que consta no Protocolo, representando, respectivamente, as categorias qualitativas "ótimo", "bom" ou "ruim". Foi mencionado aos alunos que, quanto maior a pontuação final, mais próximas estão as características benéficas (ótimas) do rio. Nesse contexto, foi dito que os alunos que as pontuações estiveram entre 100 e 70 indicam ótimas condições do rio, entre 50 e 70 indicam boas condições, e pontuações entre 0 e 50 indicam condições ruins.

Por fim, os discentes foram orientados a elaborar uma atividade conclusiva, propondo intervenções a partir das identificações e análises do objeto de estudo e seus respectivos projetos, com a metodologia do *Problem Based Learning,* ou seja, aprendizagem através de problemas, inclusive problemáticas relatadas pelos mesmos.

A Tabela 1, mostra a forma que é constituído o PAR.

Tabela 1 - Protocolo de Avaliação Rápida de Rios.

Nome do avaliador:		
Instruções: Você agora é um pesquisador e deve avaliar a saúde de rios e riachos. Por onde começar? Este protocolo é utilizado por pesquisadores em todo o mundo, e agora será utilizado por você. Leia atentamente os parâmetros e depois de observado o rio ao redor, marque uma nota (10, 5 ou 0), de acordo com a situação verificada.		
Parâmetro 1: Características do fundo do rio		
Ótima	**Boa**	**Ruim**
Existem galhos ou troncos, cascalhos (pedras), folhas e plantas aquáticas no fundo do rio.	Há poucos galhos ou troncos, cascalhos (pedras) no fundo do rio. Ou existem galhos e troncos que estão inclinados sobre o curso d'água, mas que ainda não fazem parte do substrato do rio.	Não existem galhos ou troncos, cascalhos (pedras), folhas e plantas aquáticas no fundo do rio.
10 ( )	5 ( )	0 ( )
Parâmetro 2: Sedimentos no fundo do rio		
Não se observa acúmulo de lama ou areia no fundo do rio. É possível visualizar pedras e plantas no fundo do rio.	Observa-se a presença de lama ou areia no fundo do rio, mas ainda é possível ver as pedras e plantas aquáticas em alguns trechos.	O fundo do rio apresenta muita lama ou areia, lixo, assoreamento no percurso. Não se observa abrigos naturais para os animais se esconderem ou reproduzirem.
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	0 ( )
Parâmetro 3: Lixo		
Não há lixo no fundo ou nas margens do rio.	Há pouco lixo doméstico no fundo ou nas margens do rio (papel, garrafas pet, plásticos, latinhas de alumínio, etc.).	
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	
Parâmetro 4: Alterações no canal		
O rio apresenta canal normal. Não existem construções que alteram a paisagem, como canalizações. O curso d'água segue com padrão natural.	Em alguns trechos do rio as margens estão cimentadas, ou existem pequenas pontes. Evidências de canalizações antigas, mas com ausência de canalizações recentes.	
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	
Parâmetro 5: Oleosidade da água		

Não se observa.		Observam-se manchas de óleo na água.
Trecho 1: 10 ( )		0 ( )
Parâmetro 6: Odor da água		
Não tem cheiro.		Apresenta um cheiro de esgoto (ovo podre), de óleo e/ou de gasolina.
Trecho 1: 10 ( )		0 ( )
Parâmetro 7: Proteção da margem pela Vegetação		
A superfície da margem é totalmente coberta por vegetação nativa e a maioria das plantas pode crescer naturalmente.	A margem está parcialmente coberta pela vegetação, havendo uma mistura de locais onde o solo está coberto e locais onde não há presença de vegetação.	É evidente a descontinuidade da vegetação sendo está praticamente inexistente devido a ocupação pela agricultura, pastagem ou urbanização.
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	0 ( )
Parâmetro 8: Ocupação da margem do rio		
Existem plantas na margem do rio, incluindo arbustos (pequenas árvores). Não apresenta sinais de degradação causada por atividades humanas, como pastagens ou áreas de cultivo.	Existem campos de pastagem (pasto) ou plantação.	Existem residências (casas), comércios ou indústrias bem perto do rio.
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	0 ( )
Parâmetro 9: Transparência/coloração da água		
Águas cristalinas, com possibilidade de ver o fundo do rio	Existem em alguns pontos águas turvas devido a poluição, porém predomina características naturais	Coloração escura de esgoto. Curso d'água turvo em todo percurso.
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	0 ( )
Parâmetro 10: Ações de conscientização		
Existem ações que conscientizem a importância da preservação de recursos hídricos. Frequência de	Existem casualmente atividades de limpeza e preservação do rio.	É inexistente ações de conscientização nesse rio

atividades de revitalização do rio.		
Trecho 1: 10 ( )	5 ( )	0 ( )

Fonte: Callisto (2002) - adaptado pelo autor (2023).

Os Protocolos De Avaliação Rápida De Rios - PARS

A gênese que deu origem ao PAR foi o Protocolo de Avaliação Visual do Habitat - Visual-based Habitat Assessment - do Hannaford et al. (1997) , que por sua vez é influenciado pela Agência de Proteção Ambiental e Ohio (EUA) EPA (1987). Este último se dar nos meados da década de 1980 do século passado, devido a crescente necessidade de monitorar e avaliar as mutações dos ecossistemas fluviais, pois ficou-se dependente de um método que fosse a baixo custo e de rápida resposta, ou seja, uma alternativa eficaz, porém mais econômica e capaz de monitorar o meio físico e identificar os problemas existentes dos biossistemas, Machado (2019). Nesse contexto, resultou, em 1987, no relatório "Surface Water Monitoring: A Framework for Change", que estabelecia a reestruturação dos programas de monitoramento e o auxílio no desenvolvimento de pesquisas com baixos custos (BIZZO, p. 2, 2019).

Em 1989, surge a ideia dos protocolos de bioavaliação rápida. Plafkin et al. (1989), publicou um documento, o "*Rapid Bioassessment Protocols*" (RBPs), estabelecendo os primeiros protocolos, criados para fornecer dados básicos sobre a vida aquática, para fins de qualidade da água e gerenciamento de recursos hídricos (SILVEIRA, 2004). Desta forma, essas produções possibilitaram o desenvolvimento do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Rodrigues (2008). Callisto et al. (2002) fez adaptações dos protocolos propostos pela Agência de Proteção Ambiental de Ohio, EUA (EPA, 1987) e Hannaford et al. (1997) e criou o PAR - Protocolo de Avaliação Rápida de Rios Krupek (2010).

Esses protocolos foram adequados para fornecer dados básicos sobre a qualidade da água, vida aquática e gerenciamento de recursos hídricos. No Brasil, a técnica foi introduzida por Callisto et al. (2002), Ferreira (2003), e Minatti e Beaumord (2006) e atualmente expandiu pelo território nacional com diversos estudos (Rodrigues (2008), Firmino et al. (2011), Lobo et al. (2011), Guimarães et al. (2012), Rodrigues et al. (2012), Faria et al.(2013), Lemos et al. (2014), Bersot et al. (2015), Morais et al. (2015), Radtke (2015), Bezerra et al. (2016), Guimarães & Ferreira (2016), Neto et al. (2016), Pedroso e Colesanti (2017), Guimarães et al.(2017), (MACHADO, 2019, p.2).

O Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR), é um instrumento que tem como premissa a análise integrada dos ecossistemas através de uma metodologia simples, fácil e de rápida aplicação que, por intermédio de uma investigação visual da área, concebe as

características do habitat para avaliação de sua qualidade ambiental (Vargas e Junior, 2011). Este protocolo nasce com o objetivo inicial de analisar e avaliar as condições que se apresentam os biossistemas e podem, também, ser utilizados para avaliação de outros elementos, como, por exemplo, urbanização.

No Brasil, a técnica ainda se encontra restrita a projetos desenvolvidos principalmente em programas de pós-graduação, e como exemplos podem ser citados os trabalhos de Callisto et al. (2002), Ferreira (2003), Upgren (2004), Minatti-Ferreira & Beaumord (2006) e Rodrigues & Castro (2008) RODRIGUES (2010, p.2).

O Uso do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios

O PAR segue uma definição, basicamente, semelhante por todos os autores que o utilizam. No Brasil, - não é diferente-, e, por isso, a definição que usaremos neste trabalho é a exposta por (Callisto et al.(200) bem como Rodrigues e Castro (2008), que definem o protocolo como ferramenta de avaliação rápida que agrupa métodos qualitativos e semi-quantitativos, de variáveis características que determinam o funcionamento ecológico dos sistemas fluviais, baseados em parâmetros de fácil entendimento e utilização simplificada.

Vários são os trabalhos e estudos desenvolvidos com o protocolo e os mesmos passam por adaptações a depender do contexto geossistêmico que está inserido e perpassa as análises propriamente de Rios. Por exemplo, foi desenvolvido por Rodrigues (2008) um protocolo para monitorar os impactos da agropecuária na conservação do solo no Cerrado. Também temos a aplicação de Callisto (2002) em trechos de rios no bioma da Mata Atlântica. Outro exemplo, agora em outro país foi o desenvolvido por Barbour; Stribling (1991) para aplicação em vários biomas dos Estados Unidos (AMORIM, 2021, p. 17).

Segundo Machado (2019), o PAR é um instrumento possível de ser utilizado no monitoramento dos recursos hídricos e é, portanto, uma ferramenta acessível com fácil utilidade. Inclusive, Avaliação Rápida de Rios – PARs, devem ser considerados como tecnologias que geram uma análise, de forma integrada, do ecossistema lótico a partir de uma metodologia simples, fácil e viável. (PADOVESI-FONSECA et al., 2010 apud Amorim, 2021). Nessa perspectiva, de forma geral, os protocolos podem ser aplicados tanto por analistas ambientais como por estudantes ou voluntários não qualificados, desde que passem por treinamentos prévios, (MACHADO, 2019).

Após o treinamento, que consiste, basicamente, na familiarização dos avaliadores com os parâmetros que serão avaliados, os avaliadores vão a campo e os protocolos são adaptados às especificidades locacionais, para as quais foram desenvolvidos e são aplicados. Conseguinte, as pontuações são atribuídas a cada um dos parâmetros avaliados que são indicadores da situação do sistema. Nesse contexto, as maiores notas indicam um bom estado

de conservação, em contrapartida, as menores notas expõem que esse determinado local apresenta altos níveis de degradação Rodrigues, Castro e Malafaia (2010). Ademais, Callisto (2002) diz que as pontuações finais obtidas refletem o nível o nível de preservação das condições ecológicas dos trechos estudados.

O Protocolo de Avaliação Rápida de Rios na Geografia Escolar

Sabe-se que a Geografia enquanto ciência se afirma a partir do seu conceito “espaço geográfico”, e diante disso seu estudo proporciona a formação social crítica dos indivíduos para atuarem na sociedade. Nesse contexto, em uma das ramificações da ciência supracitada, encontramos a geografia escolar, que segundo Morais (2011) a mesma pode contribuir para essa formação ao trabalhar, por exemplo, as temáticas físico-naturais do espaço geográfico. Entretanto, essa contribuição está vinculada de como o ensino é encaminhado. Diante disso, o PAR se enquadra como uma ferramenta didático pedagógica nessas temáticas, possibilitando aos docentes a desenvolver metodologias para facilitar o ensino aprendizagem. Conseguinte, o protocolo ao abordar de forma qualitativa e semi-quantitativa os parâmetros físicos dos rios atende particularidades das temáticas físico-naturais.

Apesar dessa contribuição que a ciência geográfica pode proporcionar, em uma busca especializada, são raros os trabalhos encontrados que explorem recursos didáticos pedagógicos, inclusive são poucos os trabalhos que já utilizaram o PAR na geografia escolar. Além disso, Silva (2022) diz que os alunos precisam entender a relação entre o homem e a sociedade por intermédio da geografia, pois se torna essencial para a compreensão consolidada dos conceitos da ciência geográfica. Para isso, o ensino das temáticas físico-naturais dão essência a esse componente curricular. Entretanto, a autora mencionada anteriormente retrata que há uma superficialidade nessa parcela do ensino, inclusive, a mesma menciona que os alunos apresentam dificuldade no ensino da temática, adicionalmente, diz que há uma carência de recursos didáticos para trabalhar os supracitados conteúdo, sendo assim, um problema no processo ensino aprendizagem.

Por conseguinte, Araújo, E. Diniz e M.Diniz (2020) diz que os livros didáticos na geografia escolar - ensino básico-, nos conteúdos programáticos (físico-naturais) que envolveriam o PAR, são citados de maneira fracionado, além de apresentar uma viés enciclopédica com destaque para conceituações, e poucas questões que aumentem a curiosidade do aluno. Nesse sentido, (Barros et al., 2013 apud Araújo et al., 2020) relata que o docente muitas vezes acaba seguindo este material, por vezes “esquecendo” da geografia

física e/ou humana, e acaba discutindo um outro capítulo do livro adotado em função de priorizar aquilo do que o julga importante.

Outro fato importante é o relatado por Morais (2011) onde os professores têm dificuldades de ensinar os conteúdos específicos da Geografia Física. As explicitações da autora, expõe a necessidade de se repensar os caminhos metodológicos para a ressignificação das temáticas físico-naturais na Geografia Escolar.

Resultados

Os resultados se configuram primeiramente a partir de dados obtidos quantitativamente e qualitativamente no que se refere a aplicação do Protocolo e, também, de maneira qualitativa referente aos processos desenvolvidos pelos estudantes que ao final do processo deram feedback da execução da atividade. No primeiro sobre os dados obtidos, em termos descritivos os resultados após análise integrada configuraram que o rio apresenta ruins/péssimas condições. As notas individuais protocoladas pelos discentes variaram de 05 a 45 pontos, não atingindo uma pontuação média de 50 pontos em nenhum caso.

Já no quesito processual da atividade, as respostas dos discentes sobre a execução foi que a atividade proporcionou uma aprendizagem mais ampla pois o permitiu outras possibilidades e experiências em estudar a disciplina de geografia. Sendo assim, o nível de compreensão do conteúdo segundo os alunos se tornou mais fácil. Vale destacar que em aulas posteriores, foi feito atividades diagnósticas em caráter descritivo, onde os alunos, por meio de recursos imagéticos e seus próprios desenhos identificavam as partes que formam um rio.

Considerações Finais

Em conclusão, este estudo ofereceu uma abordagem inovadora para o ensino da Geografia, utilizando o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) como recurso didático. A crescente importância da preservação dos recursos hídricos em um mundo em constante transformação foi enfatizada por meio da análise das condições do rio Camurujipe, localizado na área do Parque Costa Azul, em Salvador, BA. O uso adaptado do PAR permitiu que os alunos explorassem ativamente o objeto de estudo que está contido no ensino das temáticas físico-naturais. Além disso, os discentes foram possibilitados a propor intervenções para a preservação das saúdes dos rios.

Referências

BARROS, F. L.; MENDES, L. D.; CARDOSO, C. Geografia Física: Reflexões sobre o seu ensino. In: Cristiane Cardoso, Leandro Dias de Oliveira. (org.). Aprendendo geografia: reflexões teóricas e experiências de ensino na UFRRJ. Seropédica, RJ: Ed. da UFRRJ, 2012. Cortez, p. 11-18.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliensia*, Sorocaba, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

MINATTI, D. D. F.; BEAUMORD, A. C. Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos. *Revista Saúde e Ambiente*, Joinville, v. 7, n. 1, p. 39-47, 2006.

OLIVEIRA, F. M.; NUNES, T. S. Aplicação rápida Assessment protocol for characterization of environmental quality of stock capitation (Rio Pequeno) in City of Linhares, ES. *Natureza Online*, v. 13, n. 2, p. 86-91, 2015.

PLAFKIN, J. L.; BARBOUR, M. T.; PORTER, K. D.; GROSS, S. K.; HUGHES, R. M. Rapid bioassessment protocols for use in streams and rivers: benthic macroinvertebrates and fish. Washington: EPA 440-4-89-001, 1989. 339 p.

RODRIGUES, A. S. L.; MALAFAIA, G.; CASTRO, P. T. A. Avaliação ambiental de trechos de rios na região de Ouro Preto-MG através de um protocolo de avaliação rápida. *Revista de Estudos Ambientais*, v. 10, p. 74-83, 2008.

Propostas de Diversificadas Linguagens Para o Ensino de Geologia e Geomorfologia Mediante o Cotidiano do Aluno

Proposals for Diversified Languages for Teaching Geology and Geomorphology through the Student's Daily Life

Vitor Mateus Celestino dos Santos Correia
Universidade Estadual de Alagoas
vitor.correia.2022@alunos.uneal.edu.br

Jorge Felipe de Lima Melo
Universidade Estadual de Alagoas
jorgemelo@alunos.uneal.edu.br

Debora Lucia correia Ramos Costa
Universidade Estadual de Alagoas
deboraramos@uneal.edu.br

Resumo: A aprendizagem da geografia na escola ainda é um desafio, pois insistimos no modelo tradicional da educação bancária, onde os professores depositam conhecimentos nos alunos. Importantes conteúdos da Geografia ligados à Geologia e à Geomorfologia são apresentados de forma distante e desarticulado dos conhecimentos prévios e da realidade dos estudantes. O presente trabalho consiste em uma revisão bibliográfica de cunho reflexivo e propositivo e tem como objetivo discorrer sobre o uso das diversificadas linguagens que auxiliam o processo de ensino-aprendizagem dos conceitos geográficos, sobretudo da Geologia e Geomorfologia, considerando a conjuntura dos alunos e a diversidade das formas de aprendizagem, de modo que facilite o ensino das temáticas destacadas diante da visualização prática dos conceitos, atenuando a presente abstração na assimilação dos conteúdos. Assim, sugerimos ao longo deste trabalho recursos como o Google Earth, vídeos, aulas de campo e maquetes.

Palavras-chave: Geomorfologia; Geologia; Recursos pedagógicos; Ensino-aprendizagem.

Abstract: Learning geography at school is still a challenge as we often adhere to the traditional model of banking education, in which teachers deposit knowledge into students. Important geographical concepts related to Geology and Geomorphology are presented in a distant and disconnected manner from students' prior knowledge and reality. This study comprises a reflective and propositional bibliographic review, aiming to discuss the utilization of diverse methods that facilitate the teaching and learning process of geographic concepts, particularly Geology and Geomorphology. It takes into consideration students' circumstances and the diversity of learning approaches in order to facilitate the teaching of the aforementioned themes, leading to a practical visualization of the concepts and reducing the present level of abstraction in content assimilation. Thus, throughout this study, we recommend resources such as Google Earth, videos, field trips, and models.

Keywords: Geomorphology; Geology; Pedagogical resources; Teaching-learning.

Introdução

Nos tempos hodiernos, é marcante a fragilidade da compreensão dos conteúdos pertencentes à ciência geográfica. Tal fato pode ser explicado em razão da forte presença do método tradicional de ensino nas aulas de geografia, no qual baseia-se exclusivamente em aulas expositivas ministradas pelo professor, em que este é considerado como único detentor

do conhecimento, atribuindo ao aluno exclusivamente o papel de ouvinte, exercendo uma posição passiva no processo de formação de conhecimento.

O uso permanente do quadro para aplicação de conteúdo, do livro didático para a realização de enormes quantidades de exercícios e da memorização dos conceitos, sem que esses tenham vínculo com a realidade dos alunos, também são práticas pertencentes ao método tradicional. Dessa forma, o que se observa a respeito das aulas de geografia é a desmotivação dos alunos e a crítica negativa sobre aulas de Geografia serem monótonas e cansativas, além de não observarem a necessidade dessa ciência para suas vidas. Conforme indica Almeida (2013, p.31), “muitos professores utilizam-se apenas do livro didático e restringem suas aulas ao método expositivo, tornado a aula rotineira, fazendo o aluno não compreender, mas memorizar [...]”. Ainda de acordo com a autora:

> [...] quando ele é orientado apenas a ler e responder questões sem interagir, ele sente enfado, não há troca de experiência, o que faz cair de rendimento, torna-se monótona e cansativa a aula, então o aluno fica ansioso pelo intervalo ou término da aula [...].

A situação apresentada acomete a compreensão e interesse em aprender os conteúdos relacionados à Geografia, como a Geologia e a Geomorfologia. Em um contexto marcado pelo desenvolvimento tecnológico, com forte expansão das redes midiáticas de entretenimento, as quais cativam fortemente a atenção das crianças e jovens, as aulas na escola tornam-se desinteressantes, deixando os alunos bastante desestimulados e impacientes diante da postura passiva e quietude forçada, assim como alegam Silva e Muniz (2012, p.64):

> Na contemporaneidade são perceptíveis como as novas tecnologias vêm interferindo no modo de vida da sociedade, ganhando uma valorização e aceitação cada vez maior. Os programas televisivos, os jogos, a internet entre outros meios conseguem atrair mais a atenção dos alunos do que o ensino tradicional.

Destarte, este trabalho tem como objetivo abordar acerca de alguns dos mais diversificados recursos e linguagens didáticas, salientando a eficácia que tais instrumentos promovem ao processo de ensino-aprendizagem, com o fito de estimular os professores de Geografia o uso desses utensílios em suas aulas, aumentando a execução de aulas mais atrativas, além de discorrer a importância de manter as inter-relações entre os conteúdos da Geografia, como a Geologia e Geomorfologia, com a vivência dos alunos, compreendendo a ciência geográfica a responsável pelo estudo da relação do ser humano com a natureza. O conhecimento e aprofundamento sobre a utilização dos recursos e linguagens de ensino foram adquiridos mediante a participação das atividades do PIBID – Programa Institucional

de Bolsas de Iniciação à Docência –, da Universidade Estadual de Alagoas (UNEAL) Campus I – Arapiraca, Alagoas, que tem como subprojeto “Formação docente UNEAL: diferentes linguagens e saberes para instrumentalizar a leitura de mundo no ensino de Geografia”. Dentre as atividades estão a leitura e discussões de materiais bibliográficos, a realização de seminários sobre as linguagens de ensino e a participação de um curso de extensão de Geologia e Geomorfologia.

O PIBID é um Programa ofertado pelo Ministério da Educação (MEC) e pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), no qual oferece bolsas de iniciação à docência, inserindo alunos dos cursos de licenciatura nas instituições de ensino da educação básica, promovendo contato com o ambiente escolar desde o início da formação. Para trabalhar com os métodos e linguagens inovadoras de ensino, é necessário que os professores tenham conhecimento e habilidades práticas para a sua aplicação. De acordo com Malheiros (2019, p.158), “a aplicação de métodos ativos no ato de ensinar exige uma nova formação de professores, porque as competências necessárias para ensinar não se restringem ao domínio do conteúdo que é ensinado”. Por meio da pesquisa, os discentes de licenciatura obtêm acesso a várias metodologias de ensino, exercitando sua capacidade de fazer opções relativas aos conteúdos e suas didáticas, estimulando sua capacidade de criatividade na elaboração própria de novas metodologias no âmbito escolar (Pontuschka, Paganelli e Cacete, 2009, p.99). Logo, a implementação de Programas como o PIBID promove esse processo de pesquisa, possibilitando uma formação docente mais eficaz. Uma formação sem o contato teórico e prático dessas linguagens corrobora para um agir docente fragilizado e, consequentemente, a continuidade da ótica dos alunos acerca da Geografia como uma disciplina enfadonha e meramente decorativa.

A Desarticulação Entre Os Conteúdos da Própria Ciência Geográfica

Geografia é a ciência que estuda o espaço geográfico e as relações nele estabelecida, sendo elas as relações entre o homem e a natureza. Logo, o espaço geográfico é bastante dinâmico, sendo constantemente modificado pela ação do ser humano sobre meio (natureza). Apesar dessa ligação, na educação básica, é notório a presença da dicotomia existente entre geografia física e humana, como áreas de estudo separadas, não estabelecendo, portanto, a relação entre os aspectos naturais, sociais e econômicos. No entanto, Pereira e Silva (2012, p.72) afirmam que:

> Embora o ensino de geografia física discuta os fenômenos relacionados aos aspectos físicos da natureza, possibilitando a identificação das diversas paisagens, permite também o envolvimento das outras categorias de análise geográfica, pois é impossível pensar os fenômenos e aspectos físicos da

> Terra sem sua relação com o humano, ou seja, a sociedade que vive, usa, transforma e sofre as influências desses fenômenos e aspectos da natureza.

Oliveira, Amorim e Santos (2006, p.1) ressaltam que “um dos grandes problemas do ensino de Geografia está na fragmentação e desarticulação entre os diversos temas discutidos nesta disciplina”. Desse modo, para compreender o espaço geográfico e as dinâmicas decorrentes nele, é necessário manter a inter-relação entre os conteúdos, não só entre natureza e ser humano, mas entre os diferentes processos da natureza.

É necessário que o aluno compreenda que a Geologia, a Geomorfologia, a Climatologia, a Hidrografia e a Cartografia, por exemplo, são dependentes um do outro e constituem os espaços terrestre, sendo que, nesse mesmo espaço, o homem irá intervir, concedendo-lhe a percepção que, como integrante da sociedade, ele também é um agente atuante. Assim, a forma de ensino na qual os conteúdos são abordados (fragmentados e descontextualizados) precisa ser alterada, estabelecendo articulação dos tópicos de seus assuntos.

Outra problemática no processo de ensino da Geografia é a falta de aplicação dos conteúdos levando em consideração o cotidiano e os conhecimentos prévios dos alunos. Para Cardoso e Silva (2018, p.27) “[...] muitas vezes essas disciplinas são transmitidas de forma abstrata e descontextualizada, completamente separadas da vivência”. Iniciar os conteúdos baseando nos conhecimentos preexistentes dos alunos e no seu local de vivência é importante para promover a sensação de pertencimento ao assunto abordado, diminuindo a abstração que é marcante nas temáticas geográficas. Cardoso e Silva (2018, p.28-29) ainda afirmam que a geografia “é uma disciplina fundamental na formação do estudante. Contribui para a formação espacial, temporal, política, entre tantas outras habilidades, mas contribui principalmente para a formação da cidadania”. Mas, para a formação cidadã, é necessário que o envolvimento da realidade do estudante seja levado em consideração, analisada e compreendida, pois, segundo Pontuschka, Paganelli e Cacete (2009, p.97), “à medida que os conteúdos deixam de ser fins em si mesmos e passam a ser meios para a interação com a realidade, fornecem ao aluno os instrumentos para que possa construir uma visão articulada, organizada e crítica do mundo”.

É pelo espaço de vivência e conhecimentos prévios dos estudantes que os professores devem iniciar os conteúdos, e, a partir da compressão do seu ambiente de vivência, aprofundar as abordagens da temática em questão, partindo do que o aluno já sabe, para chegar onde ele precisa saber. Na Geologia e Geomorfologia, tais atitudes não são diferentes, e, quanto ao ensino dessas áreas, o tópico seguinte segue com maiores abordagens, tratando sobre a prática de ensino e alguns recursos didáticos.

As problemáticas quanto à aplicação da Geologia e Geomorfologia na Educação Básica

A Geologia e Geomorfologia são ciências que possuem suas especificidades, mas, se completam e são dependentes.

> A Geologia é uma ciência da natureza que estuda a gênese, evolução, composição da crosta terrestre, se dedicando, portanto, à compreensão da superfície e estrutura interna do planeta Terra e as dinâmicas que condicionaram a sua formação e transformação ao longo do tempo geológico. (Guitarra, 2023).

A Geomorfologia nos apresenta como:

> [...] a área da ciência que desenvolve pesquisas, análises [...] de conhecimentos relativos aos modelos de desenvolvimento dos grandes conjuntos do relevo; às dinâmicas fluviais; aos processos de vertentes, como a erosão e os movimentos de massa e seus impactos; ao levantamento, à avaliação e a recuperação de áreas degradadas; aos levantamentos e às avaliações de recursos naturais; aos mapeamentos temáticos e integrados do relevo; aos zoneamentos ambientais; dentre outros aspectos relevantes do relevo terrestre em qualquer escala. (UGB apud Medeiros, 2016, p.20).

Destarte, a Geomorfologia estuda as atividades endógenas (tectonismo; abalos sísmicos; vulcanismo.) e exógenas (causadoras da erosão e intemperismo que modelam a superfície), responsáveis pelas alterações do relevo, caracterizando suas atuais estruturas e formas.

Na educação básica, evidencia-se uma grande dificuldade em compreender as formas do relevo e os processos envolvidos para a constituição dos atuais modelados e estruturas ao longo do tempo geológico. Essa dificuldade advém da maneira na qual a Geologia e a Geomorfologia são abordadas nas escolas, como a falta de articulação entre elas e as outras ramificações da Geografia, como a Climatologia, sendo abordadas de modo isolado. A aplicação da Geomorfologia, por exemplo, tem influência do método tradicional, pautada na memorização das formas de relevo existentes, sem vinculação das estruturas aos demais processos da natureza e ao cotidiano dos alunos, tornando um conteúdo bastante abstrato a eles, sem compreender a relevância dele para suas vidas. Outro fator é a presença da famosa dicotomia (Geografia física e humana). Contudo, entendendo que as feições do relevo formam a superfície terrestre e que é nela o espaço de reprodução das atividades humanas, é necessário compreender as relações existentes entre os modelados terrestres e as formas das quais os seres humanos usufruem deles, abordando ainda os impactos decorrentes desse uso. Assim, se faz necessário alterar o método de abordagem da Geologia e Geomorfologia, de modo que sirvam para a análise e compressão de outras temáticas da Geografia. O uso de diversos recursos pedagógicos também é importante para a inovação das práticas de ensino, distanciando das aulas tediosas do método arcaico.

Relação da Geologia e Geomorfologia com as demais áreas de estudo da Geografia

Geologia e Geomorfologia: processos da natureza

A morfoescultura do relevo tem íntima relação com a Climatologia, haja vista que a dinâmica do clima atual e dos paleoclimas – climas predominantes na Terra em um determinado período geológico – são determinantes para o esculpimento e modelagem do relevo. Conforme afirma Cacete (2005 apud Medeiros, 2016, p.35).

> As formas resultantes do processo evolutivo do relevo podem testemunhar episódios associados a determinados domínios morfoclimáticos, refletindo o jogo de forças entre os agentes internos, comandados pela estrutura e tectônica, e os externos, associados aos efeitos climáticos, em tempo suficiente para deixar impresso no modelado paleoformas relacionadas a processos morfogenéticos correspondentes.

Logo, é assimilado que a dinâmica climática influencia na modelagem do relevo, por meio de processos intempéricos e erosivos, desde a sua formação. Um exemplo a ser mencionado é o Planalto da Borborema, localizado no Nordeste Brasileiro, que de acordo com Medeiros (2016, p.36):

> [...] atribuem as origens desse planalto [...] aos efeitos do clima, resultado de milhões de anos de intempéries que teriam moldado o relevo acidentado da região, formadas pelas terras altas e de aspecto montanhoso de porções do interior dos estados de Pernambuco, Paraíba, Alagoas e Rio Grande do Norte.

O modelado, por sua vez, também exerce influência nas características climáticas de uma determinada região, interferindo na circulação atmosférica. Ainda utilizando o Planalto da Borborema como exemplo, percebe-se a sua intervenção nas condições climáticas do sertão nordestino, visto que suas elevadas altitudes impedem a passagem das massas de ar úmida que vêm do oceano para o interior do continente. À medida que as nuvens carregadas esbarrarem no relevo, ocorre contínuas precipitações do lado correspondente à região do litoral do continente, deixando o sertão com massas de ar sem umidade, atribuindo ao local um clima de característica semiárida, com baixos índices pluviométricos.

Outro exemplo similar à dinâmica anterior é a Cordilheira dos Andes, que possui influência sobre o deserto do Atacama, à medida que a cadeia montanhosa impede a chegada do ar úmido oriundo da Amazônia. A cordilheira dos Andes configura um dobramento moderno, estrutura geológica que se forma devido ao movimento convergente das placas tectônicas. Podemos perceber, portanto, o papel da entre a tectônica de placas e da Climatologia

influenciando o modelado do relevo há milhares de anos. Nessas conexões, a Hidrologia também se insere. Para Oliveira, Amorim e Santos (2006, p.4):

> É imprescindível que o discente compreenda que a disposição do modelado forme diversas redes de drenagem, que em conjunto com os demais elementos naturais e sociais constituem as bacias hidrográficas tão utilizadas hoje como unidades territoriais nos estudos geográficos.

Com os aspectos sociais e econômicos reproduzidos no espaço geográfico, as inter-relações também devem acontecer.

Geologia e Geomorfologia: processos socioeconômicos, políticos e ambientais

> O entendimento das formas e de sua evolução propiciam a compreensão sobre o uso e a ocupação do relevo e das paisagens, estruturação e infraestrutura urbana/rural, desenvolvimento de processos erosivos e impactos ambientais. (Guerra; Filho, 2018, p.40).

As formas do relevo influenciam nas dinâmicas e atividades do ser humano. Regiões montanhosas, por exemplo, não são altamente povoadas em decorrência das dificuldades de apropriação dessas áreas com elevadas altitudes. Esse cenário contrasta quando se observa regiões de planícies e planaltos, pois são mais fáceis de habitar e explorar. No Brasil, por exemplo, a densidade populacional está concentrada nas regiões compreendidas pelas planícies costeiras e fluviais e nos planaltos costeiros, com modelado de tabuleiros costeiros e mares de morros. (Oliveira; Amorim; Santos, 2006, p.4).

É nesses espaços que realizamos todas as nossas atividades: edificação de cidades, atividades agrícolas e pecuárias, construção das vias de circulação, extração de matéria-prima para a produção dos inúmeros itens de consumo, dentre outras atividades. Decorrente dessas apropriações, algumas consequências ambientais são originadas, e, consoante Jatobá (2008, p.15):

> A Geomorfologia ajuda a compreender de que maneira as formas de relevo respondem aos processos antrópicos, como por exemplo: os movimentos coletivos do regolito (deslizamentos, desmoronamento, creep), a erosão do solo [...] os processos morfodinâmicos ligados ao escoamento pluvial de áreas urbanas. [...] na atualidade, desempenha um importante papel na resolução de complexos problemas ambientais relacionados à ação humana [...].

É necessário que os estudantes compreendam as consequências decorrentes da ação antrópica sobre o relevo e solo, visto que eles podem estar inseridos cotidianamente no

meio dessas problemáticas. A contextualização e inter-relação dos conteúdos promovem, assim, nos alunos, a visão articulada e completa do mundo. “[...] nenhuma forma de conhecimento se esgota em si mesma, pois transitar em outras áreas do conhecimento é fundamental à elaboração de uma visão mais holística de mundo, de ciência, de conhecimento [...]” (Oliveira; Portugal, 2012, p.188).

Geologia e Geomorfologia: apropriação das estruturas do relevo e consequências ambientais em áreas urbanas

O crescente processo de expansão das zonas urbanas sobre áreas de vertentes de morros, por exemplo, tem desencadeado diversos problemas. O desmatamento nas áreas de colinas e serras para edificação de casas e prédios deixam o solo suscetível à erosão das águas superficiais da chuva (já que a cobertura vegetal auxilia para a infiltração da água precipitada e ameniza o impacto das gotas d’água sobre o solo através das suas copas. O aumento de moradias nas encostas pode pesar sobre o solo. Nessas condições, o solo torna-se vulnerável, ocorrendo, após fortes chuvas, o desmoronamento das barreiras com grandes massas de terra sobre as casas, gerando danos materiais e humanos.

Assim, surgem problemas ao ser humano originados por sua própria ação, considerando a intervenção antrópica um fator modelador do relevo.

> [...] na escala dos domínios e das regiões geomorfológicas, a estrutura geológica e os efeitos tectônicos assumem relevância para explicar os traços gerais do modelado. Por outro lado, na escala das vertentes, predominam os processos morfogenéticos pretéritos e atuais [...] considerando nessa escala também a ação antropogênica. (Medeiros, 2016, p.178).

Outro exemplo importante de ser tratado em sala de aula é a expansão horizontal das cidades sobre áreas naturais que são fundamentais para o meio ambiente e o próprio ser humano, como as áreas de mananciais e margens de rios (várzea). Com construções em mananciais põe em risco a existência do determinado rio que aflora na região, afetando o abastecimento de água doce. Edificações nas margens dos rios promove problemas como assoreamento e enchentes após as fortes chuvas, ocasionando em diversas fatalidades. É importante que nessas abordagens, o profissional trate dos fatores socioeconômicos e políticos que corroboram para a existência e permanência dessas condições precárias, tratando das desigualdades sociais, dos processos de segregação urbana, da carência de infraestrutura e políticas públicas em áreas periféricas das cidades, etc.

Outro problema originado pela retirada da vegetação natural do relevo é o aparecimento voçoroca. Como já mencionado, a retirada da cobertura vegetal nativa do solo

amplia a possibilidade de processos erosivos e aberturas irreversíveis no solo. Medeiros (2016, p.264) relata que:

> Em situações extremas de balanço erosivo negativo, surgem processos de formação de ravinas, que geralmente atingem o lençol freático, ocasionando uma nova dinâmica no processo erosivo; a esse fenômeno de erosão regressiva ou remontante deu-se o nome de voçoroca ou boçoroca.

A ocorrência de voçorocas em zonas rurais prejudica as práticas agrícolas, subtraindo, à medida que a abertura aumenta, áreas do solo.

Geologia e Geomorfologia: apropriação das estruturas do relevo e consequências ambientais em áreas rurais e relevância para a mineração

Outras relações a serem desenvolvidas e discutidas com os alunos é a relação do relevo às atividades primárias, como a agricultura e a extração mineral. Na agricultura, o modelado do relevo também irá interferir, tornando-se necessário compreender a topografia do solo para executar o manejo adequado, visando evitar ocorrência de erosão e o aparecimento de ravinas e voçorocas. No Brasil, a agricultura é sua importante atividade econômica, tanto para o mercado interno quanto para o mercado externo. Todavia, a forma de uso predatório do solo rural leva aos cenários de diversos problemas ambientais como os supramencionados. Outros fatores negativos são apresentados por Guerra e Cunha (2000 apud MEDEIROS, 2016, p.267):

> A erosão do solo leva à perda das capacidades nutrimentais da vegetação [...] com solo pobre, ácido e seco, que em geral não absorve mais a água das chuvas e se torna compacto e impermeável. Em relação à agricultura, ocorre a diminuição da produtividade [...].

Nas áreas de vertentes, uma técnica adotada para o controle da erosão hídrica pelo forte escoamento superficial das águas das chuvas, permitindo a possibilidade de uso delas para a agricultura, é o terraceamento.

Outro tema curricular presente na educação básica e no ensino superior é o extrativismo mineral, cuja exploração e extração de minérios do solo, rios e oceanos, ocorre para atender o setor industrial e promover a fabricação de diversos itens de uso da sociedade moderna, como automóveis, computadores, eletrodomésticos, etc. Em sala de aula, durante a abordagem de Geologia, é importante que o professor relacione acerca da gênese dos minerais utilizados pela indústria, como o carvão (mineral que foi crucial para a primeira revolução industrial), o petróleo (que serve de base para inúmeros produtos da modernidade), com os processos geológicos, de modo que suas jazidas, formadas há milhares de anos, tem íntima relação com as formas de relevo e seus respectivos processos de formação. Da mesma

maneira, durante a explicação sobre os tipos e o ciclo das rochas, é interessante que o professor mencione alguns exemplos de rochas que são utilizados pela indústria e os respectivos produtos oriundos delas, estimulando a compreensão dos alunos que os mais diversos produtos utilizados pela humanidade advém da natureza, e que o entendimento geológico e geomorfológico são imprescindíveis para detectar tais fontes minerais.

Linguagens e recursos didático-pedagógicos auxiliadores ao processo de ensino-aprendizagem de Geologia e Geomorfologia nas instituições de ensino

A escola no contexto social é o espaço para formar cidadãos críticos e criativos, capazes de compreender o seu espaço de vivência, as relações políticas, socieconômicas e ambientais ali estabelecidas, compreendendo que eles são agentes transformadores deste espaço e devem agir ativamente para a consolidação de melhorias sociais. Para tal feito, demonstrou-se importante a inter-relação entre os próprios conteúdos da Geografia e, nessa articulação, o professor correlacionar com a realidade e cotidiano dos alunos, promovendo a sensação de pertencimento e facilitando a apreensão de conteúdos considerados abstratos, como nos afirmam Cardoso e Silva (2018, p.36):

> Compreender os fenômenos que ocorrem cotidianamente é importante para resgatar a visão de identidade com o lugar, contribuir para minimizar e prevenir os efeitos e consequência dos eventos catastróficos que ocorrem em um determinado lugar e até mesmo ter conhecimento para poder lutar por direitos. Exemplo disso são as enxurradas, alagamentos, deslizamentos que ocorrem nas encostas do litoral. É preciso trabalhar esses assuntos nas escolas, mostrar por que ocorrem, suas causas e o que é possível fazer para minimizar os impactos.

Para consolidar a aprendizagem do aluno, é necessária a realização de métodos ativos de aprendizagem. O uso excessivo de aulas expositivas já refletiu como uma prática enfadonha e falha no objetivo de aprendizagem, promovendo memorizações superficiais de conteúdo. Nas metodologias ativas, o aluno é tido como protagonista no processo de aprendizagem, participando ativamente nas aulas, estimulando sua autonomia e contrastando com seu antigo papel de receptor de conhecimentos. Nessas metodologias, diversos são os recursos e linguagens que podem ser utilizados nas práticas pedagógicas para engajar e estimular os alunos, além de facilitar a aprendizagem. Na Geografia, encontramos, por exemplo, os mapas, o desenho, a música, a poesia, as imagens de satélite, as obras cinematográficas, as maquetes, os jogos, os vídeos, as aulas de campo, entre vários outros elementos podem ser usufruídos. Eles possuem diversas formas de aplicabilidade, sendo versáteis aos mais diferentes conteúdos, disciplinas, rotina escolar, etc.

Para estudo da Geologia e Geomorfologia, imagens fotográficas e ilustrações são indispensáveis. A esquematização da gênese da terra, de acordo com o tempo geológico, da tectônica de placas, dos tipos de rochas e relevo são importantes para a compreensão dos processos e suas relações. Os livros didáticos apresentam esses recursos, sendo necessário que os professores instiguem a observação dos alunos sobre as imagens. Outras representações, que não estejam presentes no livro didático, podem ser facilmente encontradas em sites e aplicativos, como fotografias, bloco-diagramas e imagens de satélite. Para análise das formas de relevos, bloco-diagramas e aplicativos como o Google Earth, que permitem a visualização do espaço por meio de imagens no formato 3D, sendo esse último representação de imagens reais da superfície terrestre, possibilitam a representação espacial das estruturas dentro do ambiente escolar. Por meio das imagens tridimensionais, é possível visualizar as diferentes formas de relevo, permitindo um entendimento mais amplo sobre a dinâmica terrestre. (Pereira; Silva, 2012, p.72).

O Google Earth permite a visualização de todas as áreas da superfície terrestre. Logo, a representação dos locais de vivência também pode ser explorada e comparada com outras regiões do globo, ampliando a capacidade de assimilação do conteúdo. Para o uso dessa tecnologia é necessário o acesso aos aparelhos eletrônicos. O manejo em celulares é bastante facilitador, mas em computadores, as possibilidades de exploração dos recursos são bastantes ampliadas. Sabemos que nem todos os alunos tem acessar a esses aparatos tecnológicos, seja em casa ou na escola, obrigando muitas vezes o professor a usar os próprios recursos para realizar a atividade.

Outros materiais que podem ser utilizados são as produções audiovisuais, como documentários, filmes, vídeos do Youtube, TikTok e Instagram, selecionados pelo professor e repassado à turma para aplicação, por exemplo, da metodologia ativa “Sala de aula invertida”, método em que o aluno estuda os conceitos em casa com o material fornecido pelo professor e, posteriormente, aplica o aprendizado do estudo em sala de aula, através de debates e desenvolvimento de projetos e situações problemas. Conforme Malheiros (2019, p.167):

> A premissa principal é a de que não se deve utilizar o momento da sala de aula para simplesmente transmitir informações [...]. Atualmente, as informações estão disponíveis em diversas mídias a todo o tempo. [...] Muito mais eficaz seria o professor auxiliar na seleção das informações que são relevantes e disponibilizá-las para sua turma com certa antecedência.

Documentários, reportagens e vídeos disponíveis na rede sobre os agentes internos do relevo e os impactos na sociedade, ligados aos abalos sísmicos e vulcanismo em áreas habitadas, ou sobre os impactos sociais decorrentes do uso inapropriado do relevo são vastos e podem ser explorados pelos professores e inseridos nas aulas. Em uma conjuntura marcada

pela ampliação dos recursos midiáticos e redes de conexão, utilizar esses recursos implica em uma adaptação das práticas de ensino à atual sociedade, ampliando e facilitando o processo de ensino e aprendizagem. A internet, bastante utilizada para a comunicação de relações sociais e entretenimento, serve e deve ser um objeto de pesquisa, possibilitando a aquisição de informações relevantes das mais diversas áreas do conhecimento. (Pereira; Silva, 2012, p.70-71).

Para potencializar o aprendizado em Geologia e Geomorfologia, outra atividade que pode ser utilizada é a aula de campo, pois amplia mais ainda a compreensão e relação dos conceitos, pois parte da percepção concreta dos elementos da paisagem, das estruturas e morfoesculturas presentes no relevo, dos tipos de rochas, entre outros. Guerra e Filho (2018, p.47) enfatizam a importância de promover a integração de um conteúdo teórico em aulas que levem à vivência prática:

> Uma vez que as metodologias propõem a relação clara entre os conhecimentos de sala de aula (teóricos) com a práxis, atua como agente fomentador para o desenvolvimento do saber, pois, no trabalho de campo, o aluno correlaciona os conhecimentos adquiridos em sala e sua apresentação no cotidiano, podendo analisar e interpretar as situações reais mesmo que em nível local, extrapolando-as para o nível global e considerando o meio em que ele está inserido como manifestação formal da realidade social e geográfica.

As aulas de campo facilitam a compressão e atenuam a abstração dos fenômenos e processos. A realização dessa atividade, por sua vez, é pouco realizada pelos professores de Geografia da educação básica. Um dos fatores que impedem a realização dessa prática é a ausência de recurso financeiro nas escolas, indicando um problema estrutural do sistema de ensino, que necessita de mais investimentos para a possibilidade de contribuir com o fornecimento de mais aulas desse tipo, diante do entendimento que o retorno desse método é benéfico. Entretanto, sem a possibilidade de realizar excursões, aulas de campo nas áreas circundantes à escola podem ser concretizadas. Para Amorim e Moreau (2003, apud Oliveira; Amorim; Santos, 2006, p.6):

> Conhecendo o espaço onde a escola está inserida, os aspectos físicos e socioeconômicos ao seu redor, o aluno será capaz reconhecer os elementos naturais estudados de maneira teórica em sala de aula, manter inter-relações entre eles e associá-los a ocupação e utilização econômica da área, verificando assim os impactos ambientais decorrentes da falta de planejamento e no uso.

Desse modo, aulas de campo no entorno das escolas também apresentam resultados positivos. Segundo Ab'Saber (1975b apud Medeiros, 2016, p.46):

> É essencial conhecer o relevo, reconhecendo-o em nosso entorno e trajetos, e perceber as diferentes formas de ocupação nas vertentes. Segundo o autor, para o entendimento das formas de relevo, é fundamental iniciar a aprendizagem do espaço vivido, ampliando-a cada vez mais para a compreensão das demais unidades do relevo.

Em conjunto com a aula de campo, o professor pode utilizar também um mapa hipsométrico da área, destacando as altitudes do relevo enquanto se observa as formas no percurso. Os mapas e demais materiais cartográficos são itens indispensáveis à ciência geográfica, já que se relacionam com os mais diversos conteúdos da Geografia, devendo estar sempre inseridos nas aulas e constituírem um material de fácil assimilação pelos estudantes.

É por meio dos mapas que conseguimos representar e estudar a rede hidrográfica, a vegetação, as características climáticas, a organização social, a disposição das atividades econômicas, a composição e unidades morfoestruturais do relevo de qualquer parte da superfície terrestre. A técnica de sobreposição se mapas é bastante eficaz para entender as inter-relações dos conteúdos em uma determinada área da superfície. Intercalando mapas da geomorfologia, da hipsometria, da hidrografia, da climatologia, distribuição populacional, do uso das terras do município ou bairro dos alunos, por exemplo, ajudam eles a compreender, relacionar os conteúdos e entender o seu próprio meio de vivência.

Outro recurso que estimula a aprendizagem, é prático, dinâmico, possui representação tridimensional física, são as maquetes, “representação de um objeto de forma tridimensional em escala reduzida, real ou ampliada, com a finalidade artística, de estudo, [...] que possibilita ao observador apropriar-se [...] através de sua manipulação e visualização.” (Pitano e Roque, 2015, p.275). Elas estimulam a aprendizagem porque despertam a curiosidade, a atenção e promovem em sua estrutura diversificadas temáticas, demonstrando-se um recurso didático-pedagógico interdisciplinar, que passam a ser compreendidas de modo leve e divertido. Jordao, Pessanha e Reis (2011, p.58) argumentam que:

> Ao ser utilizada no ensino de Geografia, pode representar o espaço geográfico de forma tridimensional, ao contrário das imagens e mapas que o representam de maneira bidimensional. Além disso, desenvolve no aluno as noções de proporção, orientação, localização e percepção do abstrato no concreto.

A tridimensionalidade do relevo na maquete fornece a compreensão da altimetria. A apresentação ou construção de uma maquete acompanhada de um mapa hipsométrico auxilia no ensino geomorfológico e cartográfico, articulando saberes. Destarte, a inserção da maquete no ambiente escolar deve ser adotada pelos professores.

A grande dificuldade dos alunos na Geologia e Geomorfologia, é conseguir visualizar como os conceitos e a dinâmica dos fatores envolvidos ocorrem na vida real. Manuseando e aplicando os conceitos no concreto possibilita experiências, e, consequentemente, aprendizagem consolidada, sendo a maquete uma ótima forma de representação que aproxima o abstrato ao concreto. Segundo Medeiros (2016, p.136) “Em sua construção, são aplicados materiais e técnicas que vão desde a utilização de sucata até materiais especiais, como plásticos, argila, cimento e outros que permitam moldagem”. Assim, é bastante dinâmico os modos de confecção das maquetes, podendo ser utilizado nesse processo o uso de vários materiais, compreendendo como uma ferramenta efetiva e democrática, podendo ser trabalhada com escolas e alunos das mais diversas condições e realidades.

Alguns profissionais podem achar que o desenvolvimento dessa atividade seja difícil, porém, é praticando e testando com os alunos que o professor obterá experiência e ampliará seu agir docente. Como nos assegura Pitano e Roque (2015, p.277) “Quanto mais o professor utiliza a maquete com seus alunos, mais ele adquire prática com o recurso didático, multiplicando as possibilidades de trabalhar com ele pela sua experiência [...].” A maquete também explora a arte dos alunos, trabalhando suas habilidades manuais, com pintura, modelagem, manuseio de objetos, entre outros.

Considerações finais

O estudo da geologia e geomorfologia no ensino é imprescindível para o aprendizado e compreensão dos estudantes, visto que se relacionam com diversos outros aspectos do espaço geográfico, sendo esse último o objeto de estudo da geografia, salientando que esses temas não devem ser abordados apenas de forma teórica, mas com sua devida prática, para, assim, diminuir a abstração dos assuntos. Acreditamos que o ensino de Geografia se fortalece quando o professor utiliza diversas estratégias e linguagens para aproximar os conteúdos e discussões desta componente curricular a exemplos concretos do meio de vivência dos alunos.

Para potencializar a aprendizagem, cabe aos educandos de licenciatura se valer de novas métodos de ensino, não se limitando ao uso exclusivo do material disponibilizado no livro didático, nem persistindo no método tradicional de ensino. Sob esse viés, pontuamos a suma importância que, nos cursos de licenciatura, os alunos tenham incentivos para explorar diferentes campos, por meio, por exemplo, do PIBID, onde o aluno tem uma aproximação maior com a escola e a possibilidade de trabalhar com as mais diversificadas linguagens, havendo troca de saberes entre os futuros professores e os profissionais já atuantes na área educacional. Com maiores incentivos nas universidades, obteremos professores mais com práticas pedagógicas eficazes, inovadoras e multidisciplinares.

Referências Bibliográficas

ALMEIDA, Maria da Penha Pereira de. O lúdico como base para o ensino- aprendizagem. Rios Eletrônica – Revista Científica da FASETE, [S.l], v.7, n.7, p. 28-38, dez. 2013. Disponível em: https://www.publicacoes.unirios.edu.br/index.php/revistarios/issue/archive/2. Acesso em: 21 fev. 2023.

CARDOSO, Cristiane; SILVA, Michele Souza da (org.). A geografia física: teoria e prática no ensino de geografia. Curitiba: Appris, 2018.

GUERRA, Antônio J. Teixeira; FILHO, Armando B. da Frota. Geomorfologia e o Ensino da Geografia Física. In: CARDOSO, Cristiane; SILVA, Michele Souza da (org.). A geografia física: teoria e prática no ensino de geografia. Curitiba: Appris, 2018.

GUITARRARA, Paloma. Geologia. Brasil Escola, 2022. Disponível em: https://brasilescola.uol.com.br/geografia/geologia.htm. Acesso em: 21 de jul. de 2023.

HOLGADO, Flávio Lopes; ROSA, Kátia Kellem da. Praticando A Geomorfologia dentro e fora da sala de aula: uma experiência com alunos do ensino fundamental. Revista de Geografia, Meio Ambiente e Ensino, v. 3, n. 2, p. 87-97, 2013.

JATOBÁ, Lucivânio; LINS, Rachel Caldas. Introdução à geomorfologia. 5ª ed. Recife: Bagaço, 2008.

JORDAO, Diogo; PESSANHA, Isa Ribeiro; REIS, Claudio Henrique. A Produção de maquetes no ensino de geografia: uma experiência do programa de residência pedagógica no ensino médio em campos do Goytacazes/RJ. Pesquisar, Florianópolis, v.8, n.16, p. 53-69, nov. 2021.

MALHEIROS, Bruno Taranto (A.); RAMAL, Andrea (org). Metodologias Ativas de Aprendizagem. In: . Didática Geral: Uma breve História das Formas de Ensinar. Rio de Janeiro: LTC, 2019. Cap. 7, p. 155-175.

MEDEIROS, Paulo César. Geomorfologia: fundamentos e métodos para o estudo do relevo. Curitiba: InterSaberes, 2016.

OLIVEIRA, R. M.; AMORIM, R. R.; SANTOS, M. C. F. Geomorfologia no Ensino de Geografia na Educação Básica. In: Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology, 6, 2006, Goiania. Anais [...]. Goiania: [s.n.], 2006. p. 1-8.

OLIVEIRA, Simone Santos de; PORTUGAL, Jussara Fraga. O Ensino Da Geo(carto)grafia: práticas com o desenho numa proposta interdisciplinar. In: Cartografia, Cinema, Literatura E Outras Linguagens no ensino de Geografia. Curitiba, PR: CRV, 2012.

PEREIRA, Juliana Sousa Pereira; RENE, Gonçalves Serafim Silva. O Ensino de Geomorfologia na Educação Básica a Partir do Cotidiano do Aluno e o Uso de Ferramentas Digitais como Recurso Didático. Revista de Ensino de Geografia, Uberlândia, v.3, n.4, p. 69-79, jan/jun. 2012.

PITANO, Sandro de Castro.; ROQUE, Bianca Beatriz. O uso de maquetes no processo de ensino-aprendizagem segundo licenciandos em Geografia. Educação Unisinos, São Leopoldo, v. 19, p. 273-282, maio/ago. 2015.

PONTUSCHKA, Nídia Nacib; PAGANELLI, Tomoko Iyda; CACETE, Núria Hanglei. Para ensinar e aprender a Geografia. 3ª ed. São Paulo: Cortez, 2009.

SILVA, Vladia da; MUNIZ, Alexsandra Maria Vieira. A Geografia Escolar e os Recursos Didáticos: o uso das maquetes no ensino-aprendizagem da geografia. Geosaberes, Fortaleza, v.3, n.5, p. 62-68, jan/jun. 2012.

Metodologias ativas no ensino do clima: métodos e linguagens para aulas no 6º ano do ensino fundamental II

Active methodologies in climate teaching: methods and languages for classes in the 6th grade of elementary school

Juciel Barbosa dos Santos
Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL
juciel.santos.2022@uneal.edu.br

Priscila Costa da Silva
Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL
priscila.silva.2022@alunos.uneal.edu.br

Débora Lúcia Correia Ramos Costa
Universidade Estadual de Alagoas - UNEAL
deboraramos@uneal.edu.br

Resumo: Este artigo aborda o desenvolvimento de metodologias ativas no ensino do clima para alunos do 6º ano do ensino fundamental II. A partir da análise das contribuições de estudiosos que pesquisaram sobre o ensino climático e suas práticas. Focando nas relações com o cotidiano, exploramos a complexidade desse conteúdo e sua importância diante dos desafios das mudanças climáticas. Utilizando a experiência como bolsistas do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, desenvolvemos práticas inovadoras para engajar os alunos, buscando superar dificuldades no ensino. Através de metodologias ativas, como jogos e linguagens diversas, procuramos criar um ambiente participativo, estimulando análise crítica, conectando as realidades local e global. Nosso estudo baseia-se em revisão bibliográfica e seções que abordam a relevância do ensino do clima, desafios enfrentados pelos docentes e propostas metodológicas. A pesquisa busca contribuir para uma educação geográfica dinâmica e efetiva, que proporcione aos alunos uma visão ampla e crítica.

Palavras Chaves: clima; ensino fundamental; metodologias ativas; práticas; 6° ano.

Abstract: This article addresses the development of active methodologies in teaching climate to 6th-grade students in the middle school. Drawing from the analysis of contributions by scholars who researched climate education and its practices, we focus on the connections to everyday life. We explore the complexity of this subject and its significance in the face of climate change challenges. Leveraging our experience as scholars in the Institutional Program for Teaching Initiation Scholarships, we've crafted innovative practices to engage students, aiming to overcome teaching obstacles. Through active methodologies such as games and diverse approaches, we aim to cultivate a participatory environment that stimulates critical analysis, bridging local and global realities. Our study is founded on a literature review and sections that discuss the relevance of climate education, challenges encountered by educators, and methodological proposals. The research seeks to contribute to a dynamic and effective geographic education, offering students a comprehensive and critical perspective.

Keywords: climate; lower secondary school; active methodologies; practices; 6th grade.

Introdução

Nossa pesquisa tem por objetivo discutir metodologias e práticas para o ensino do clima na educação básica, mais precisamente no 6º ano do ensino fundamental II, que trabalha a conceituação dos principais elementos e fatores do clima e sua relação com o nosso cotidiano. Um conteúdo que exige um grau elevado de abstração pois trata de

dinâmicas importantes que definem o funcionamento do nosso planeta. Sendo o ensino do clima uma parte essencial da educação contemporânea, à medida que enfrentamos desafios cada vez mais complexos e urgentes relacionados às mudanças climáticas. No entanto, transmitir os conceitos climáticos de maneira eficaz e envolvente pode ser um desafio para educadores em todos os níveis de ensino. Nesse contexto, a adoção de metodologias ativas tem sido uma estratégia inovadora para enriquecer a aprendizagem dos alunos estimulando a participação ativa, a análise crítica e a conexão com questões climáticas locais e as relacionando em nível global obtendo a percepção sobre as ações do clima em diferentes escalas.

O nosso campo de pesquisa parte da experiência enquanto bolsistas PIBID/CAPES, sob o subprojeto “Formação docente UNEAL: diferentes linguagens e saberes para instrumentalizar a leitura de mundo no ensino da geografia”; que se propõe a estudar e desenvolver métodos e linguagens que proporcionem um arsenal metodológico na docência em geografia. O PIBID proporciona uma importante contribuição para formação de jovens professores, que tem a oportunidade logo nos primeiros anos de curso de vivenciar a realidade da sala de aula, seus desafios, seus problemas, suas alegrias e suas histórias. Como bolsistas acompanhamos as aulas de geografia em turmas de 6º ano do ensino fundamental II, de uma escola da rede pública estadual, localizada na área urbana da cidade de Arapiraca, região agreste de Alagoas. A escola trabalha com o sistema de ensino integral do 6º ao 9º ano, e recebe alunos de diversos bairros da cidade, sendo em sua maioria, jovens de origem humilde e com algum déficit no aprendizado.

Para trabalharmos com o conteúdo do clima, antes de mais nada, precisamos entender como o conteúdo vem sendo abordado em sala de aula, quais são os problemas e dificuldades encontradas pelos professores e quais propostas didáticas estão sendo pensadas e trabalhadas em sala. Na bibliografia estudada encontramos uma série de trabalhos que discutem sobre o ensino do clima, dentre os quais podemos destacar os de: Luna, Silva e Silva (2022), Gomes e Sacramento (2017), Maia (2018), Fialho (2007), Steink (2014), Paixão e Borges (2018), Silva e Cardoso (2018), entre outros. Nos quais os autores se dedicam a discutir o ensino do clima na educação básica, analisando as dificuldades e apontando caminhos e práticas a serem desenvolvidas.

De acordo com o nosso planejamento, nos propomos a desenvolver um conjunto de práticas que trabalhe os conteúdos relacionados ao clima, para isso, exploraremos diversas metodologias ativas que podem ser aplicadas nesse contexto. Examinaremos como essas abordagens contribuem para a ampliação do conhecimento dos alunos ao ponto que os capacita a se tornarem cidadãos conscientes e informados, capazes de compreender e de alguma forma agir para enfrentar os desafios climáticos que o mundo enfrenta atualmente. De

acordo com Paixão e Borges (2018, p. 3) citando Callai (2015): trabalhar com conteúdos de Geografia parece ser um dos maiores desafios dos docentes, haja vista que são temas que tratam do mundo que se vivencia e, quando abordados em sala de aula, dificilmente a mediação supera a fragmentação no ensino desses conteúdos.

Através das metodologias ativas a sala de aula foge do ensino tradicional, onde professor e aluno se colocam em pontos distintos da construção do conhecimento, e que acaba rebaixando certos conteúdos, principalmente, os da geografia que são transformados em conceitos meramente decorativos, que não constroem relações com a realidade dos alunos. Por isso, ao trabalhar com novas formas de linguagem e metodologias que chamem a atenção dos alunos, o objetivo é levá-los a participar ativamente da aula, contribuindo com seu protagonismo na construção do conhecimento, trabalhando a criticidade e as relações com o seu cotidiano.

Desta forma, a nossa pesquisa está dividida em partes composta por resumo, introdução, o referencial teórico que se divide em duas seções: o ensino do clima na educação básica e propostas didáticas para o ensino do clima, e em seguida apresentamos nossa proposta didática junto da metodologia utilizada e a descrição das atividades planejadas, por fim, temos as considerações finais e as referências bibliográficas.

O ensino do clima na educação básica

Os conteúdos da geografia relacionados ao clima e aspectos físicos da terra fazem parte das normativas e habilidades norteadoras da educação brasileira, sendo tratados na BNCC (2017) e nos PCNs (1998), que definem as diretrizes para o ensino de geografia na educação básica. É a BNCC que estabelece os conhecimentos, competências e habilidades que todos os alunos brasileiros devem desenvolver ao longo da educação básica. E os PCNs apesar de serem documentos anteriores, fornecem orientações específicas para cada área de conhecimento no currículo escolar, influenciando a abordagem de assuntos da geografia como o ensino do clima no ensino fundamental II. Segundo a BNCC (2017):

> (...) a grande contribuição da Geografia aos alunos da Educação Básica: É desenvolver o pensamento espacial, estimulando o raciocínio geográfico para representar e interpretar o mundo em permanente transformação e relacionando componentes da sociedade e da natureza. (BNCC, 2017, p.360).

Já os PCNs de geografia destacam a importância de abordar questões ambientais, incluindo as mudanças climáticas nas aulas. Onde os estudantes devem compreender a relação entre o clima e o ambiente, analisando os diferentes climas do Brasil e do mundo, analisando suas influências na vegetação e nas atividades humanas. No geral, a BNCC e os

PCNs fornecem orientações mais amplas sobre como os temas relacionados ao clima podem ser abordados na educação básica. Cabendo às escolas e aos professores desenvolverem abordagens específicas de ensino, adaptando-as ao contexto e às necessidades dos alunos. No entanto, na prática notamos que existe uma certa dificuldade ao se trabalhar com esta temática em sala, assim conforme Silva e Cardoso (2019, p.1) colocam:

> Percebemos um grande despreparo para a abordagem dessa temática pelos professores, sendo que, muitas vezes, esse conteúdo é abordado de forma superficial ou até mesmo não é mencionado nas escolas. Quando lecionado nas aulas, o assunto é apresentado a partir dos livros didáticos, de forma descontextualizada, estática, desarticulada e dissociada das relações sociais. Isso dificulta a compreensão e assimilação do aluno em determinados conteúdos que precisam ser ministrados de uma forma mais prática ou associada ao mundo que o cerca. (Cardoso; Silva, 2018, p.1)

O conhecimento sobre o clima constitui uma base importante para análise e compreensão da relação sociedade e natureza, portanto, é preciso entender como este assunto vem sendo trabalhado em sala de aula. Quando levado em consideração a análise do referencial teórico relacionado ao tema, pudemos perceber que ainda existem grandes dificuldades para se trabalhar com o conteúdo do clima. A base pra uma sociedade informada, consciente e crítica parte do processo educacional, compreender o clima, as mudanças climáticas e quais os impactos gerados no nosso planeta é de extrema importância para refletirmos formas de garantir a continuidade da vida na terra. É preciso repensar a forma com que nos relacionamos com a natureza, buscar alternativas capazes de diminuir os impactos gerados pelo atual sistema de produção e consumo, entender políticas públicas e a legislação existente e assim encontrar formas de reduzir o impacto para nossas vidas.

O ensino do clima é extremamente importante para a formação educacional e social, ainda mais quando percebemos as mudanças nas dinâmicas climáticas que vem acontecendo e que cada vez mais nos afetam. No entanto, ensinar sobre o clima impõe um desafio à pratica docente por diversos fatores, como a complexidade do tema que exige um elevado grau de abstração, a falta de recursos didáticos e metodologias que facilitem a discussão do tema, a própria organização do currículo escolar e da estrutura da educação também contribuem para a fragmentação do conteúdo e pelo pouco tempo de aula, que sobrecarregam o professor que se vê obrigado a “correr contra o tempo” para garantir que todo o conteúdo seja passado, mesmo que superficialmente. Contudo, Cavalcanti (2010, p. 2) afirma que:

> O quadro estrutural atual impõe limites à atuação e formação profissionais, o que não significa impossibilidade de resistência, podendo-se vincular essa resistência a projetos de formação dos alunos. Ao dar aulas para qualquer nível de ensino, o professor escolhe sua fala, seu discurso, define

> abordagens, enfoques, tempos de fala, tempos de silêncio, encaminha atividades, utiliza-se de recursos, que têm influência direta nos resultados dos processos de aprendizagem dos alunos. De alguma maneira, consciente ou inconscientemente, o trabalho do professor está ligado a um projeto de formação, a um projeto de sociedade, a um projeto de humanidade. (Cavalcanti, 2010, p. 2)

Muitas vezes, a dificuldade para a abordagem da temática do clima nas escolas acontece devido a problemas na universidade. Onde durante a graduação futuros professores de geografia, passam por cursos de licenciatura que não aprofundam o conteúdo sobre o clima, que em vários casos é limitado a uma única disciplina na grade curricular do curso, assim como acontece na nossa universidade. Este importante conteúdo a não ser explorado da melhor maneira gera um déficit de aprendizado, que acaba refletido na prática desses novos professores. Que vão para as salas de aula sem a devida apropriação e preparo para trabalhar o tema com seus alunos. Além disso, devemos considerar relevantes as dificuldades apresentadas por Luna, Silva e Silva (2022, p.11-12) que também apontam como problemas o distanciamento entre a universidade e a escola, e a falta de tempo para o planejamento de aulas instigantes:

> O ensino das temáticas físicas em Geografia na educação básica, com destaque para a climatologia, tem-se mostrado fragilizado. Essa dificuldade ocorre em virtude de alguns fatores, como por exemplo, a relação Universidade e Escola. A interação entre essas duas esferas do ensino, amiúde encontra-se fragilizada, pois pesquisas elaboradas na academia não comunicam com as práticas desenvolvidas na Escola, muito embora na Geografia tem-se continuamente realizado trabalhos que buscam aprimorar o ensino. Além disso, a não aptidão dos professores ao lidar com as temáticas relativas à Geografia Física, bem como sua indisponibilidade de tempo para o planejamento de aulas produtivas e instigantes etc., também são fatores que contribuem para a fragmentação do ensino de climatologia. (Luna; Silva; Silva, 2022, p.11-12).

A falta de formação continuada e de valorização profissional faz com que os professores não tenham motivação para melhorar sua prática, fazendo com que seu repertório metodológico seja limitado. Dessa forma, a maioria dos professores acabam optando por manter o método de ensino tradicional, limitando-se ao uso do livro didático como único recurso, “(...)cujos conteúdos aparecem como um somatório de informações variadas a serem memorizadas (Fialho, 2007, p.110)”. O assunto trabalhado de forma descritiva não contribui para que os alunos entendam a sua importância, ocasionando o desinteresse pelo conteúdo e pelas aulas de geografia. Sendo assim, deixam de compreender dinâmicas importantes que definem como a sociedade se organiza através da relação homem e natureza, assim como Gomes e Sacramento (2017, p. 03) trazem a seguir:

> O ensino de clima assume um papel fundamental para a formação do indivíduo no entendimento de seu espaço. A climatologia é uma área que se faz como agente essencial para a compreensão da espacialização e organização social, uma vez que a ação do clima se relaciona diretamente com o solo, a vegetação, a economia, turismo, etc. Logo, sua compreensão é de suma importância para formar um indivíduo consciente de seu espaço. (Gomes; Sacramento, 2017, p. 03).

Portanto, é importante destacar que o desenvolvimento do raciocínio geográfico acerca do clima desempenha um papel fundamental na organização do espaço, nos permitindo compreender as dinâmicas que influenciam em diversos aspectos da vida humana e do meio ambiente. Acreditamos firmemente que abordar este tema em sala de aula utilizando metodologias ativas, promove uma compreensão mais ampla, melhorando o engajamento e o interesse por parte dos alunos. Isso resulta na criação de um ambiente favorável à construção do conhecimento, proporcionando vantagens tanto para os estudantes quanto para os professores, e, por consequência, para a sociedade. Ao capacitar os alunos a entenderem os desafios climáticos, contribuímos para a formação de cidadãos bem preparados.

Propostas Didáticas para o ensino do clima

Na pesquisa bibliográfica realizada para a elaboração deste trabalho, encontramos uma variedade de propostas e discussões que visam explorar a temática climática na educação básica, reconhecendo a extrema importância deste assunto e a necessidade de uma abordagem que seja significante na vida dos alunos. Neste sentido, aliando nosso interesse em utilizar metodologias ativas, que transformam as aulas em momentos lúdicos, prazerosos e de aprendizagem, onde os alunos têm um papel ativo, selecionamos algumas abordagens que nos chamaram a atenção. Essas abordagens escolhidas servirão como base para adaptação e desenvolvimento do conjunto de práticas propostas por nós. Desta maneira, estabelecemos uma conexão entre a teoria e a prática, assegurando que nossa atividade educacional esteja fundamentada em abordagens seguras e dinâmicas, que sejam adaptáveis às necessidades e contextos específicos de nossos alunos. Por isso, Maia e Maia (2018, p. 29) apontam a seguir:

> Durante muito tempo a Geografia foi considerada uma disciplina descritiva e de memorização, situação essa que ainda persiste nos dias atuais, com o conhecimento geográfico sendo repassado ao aluno de forma fragmentada e hierárquica, resultando no insucesso do processo de ensino e de aprendizagem. Essa postura tradicional que visualiza o professor como um mero transmissor de informações precisa ser rompida mediante novas práticas pedagógicas, para não tornar o ensino de geografia enfadonho e desinteressado. (Maia e Maia, 2018, p. 29).

Ao explorar abordagens diversas para o ensino do clima que sejam voltadas especialmente para escolas públicas brasileiras, levando em consideração a condição que ocupam e as realidades estruturais e materiais diversos, destacamos as propostas de Luna, Silva e Silva (2022), que em seu recente trabalho demonstram como tornar o ensino sobre o clima mais acessível, através de práticas envolventes e compreensíveis para os alunos, mesmo em situações onde não se dispõem de materiais pedagógicos diversos, pois para discutirmos o ensino de geografia no Brasil, precisamos levar em consideração as variadas realidades existentes em nosso território.

Uma das abordagens propostas por Luna, Silva e Silva (2022) utiliza materiais simples e de baixo custo, como um globo terrestre de plástico e a luz emitida por um celular. Com estes recursos, os pesquisadores conseguiram visualmente representar a distribuição da radiação solar na Terra, destacando suas variadas zonas de calor, os movimentos que a terra realiza, o seu eixo de rotação e as linhas que demarcam a variação de iluminação do planeta, e como tudo isso influencia na definição dos climas existentes. Aplicar este tipo abordagem principalmente para alunos do ensino fundamental, contribui pra tornar temas complexos mais ilustrativos e tangíveis. Onde simples práticas como esta, contribuem na superação dos métodos tradicionais de ensino, que por conta de diversas dificuldades apresentadas como as mencionadas por Cardoso e Silva (2018, p.5), fazem com que o livro didático acabe se tornando o único material utilizado no processo de ensino-aprendizagem na maioria das escolas brasileiras. Sendo assim, precisamos pensar práticas inovadoras capazes de transformar a aula, chamando a atenção dos alunos para que participem ativamente e compreendam o assunto.

Outra estratégia apresentada por Luna, Silva e Silva (2022) é a "observação ao tempo sensível atmosférico", que envolve o registro das impressões dos alunos sobre as condições climáticas do momento, como calor, frio, chuva, sol e nebulosidade. Sem necessidade de materiais complexos, esta abordagem utiliza um questionário direcionado para orientar a observação. O foco é na compreensão do tempo atmosférico e na sensibilização dos alunos em relação aos elementos climáticos locais. Seguindo este mesmo caminho de abordagem, o enfoque pedagógico apresentado por Maia, Silva e Christofoletti (2018, p. 89) direciona-se para resgatar a prática da observação direta e sensível das condições climáticas, se contrapondo à excessiva dependência de fontes digitais e tecnológicas para obter informações sobre o tempo, tendo em vista que:

> A proposta de observação de elementos da natureza contrapõe-se ao cotidiano dessa geração. A inserção no mundo globalizado possibilita o acesso às informações dos mais distantes lugares, porém, às vezes, não se salienta a importância de entendermos e analisarmos o ambiente local. (Maia, Silva e Christofoletti, 2018, p. 89).

Dessa forma, é proposto que os alunos preencham diariamente uma tabela com suas observações detalhadas do tempo, utilizando apenas seus sentidos como forma de apreensão, abrangendo elementos como temperatura, intensidade do vento, nuvens e outros fatores passíveis de serem observados no dia a dia do aluno sem a necessidade de equipamentos específicos. A proposta em questão busca estimular nos alunos uma conexão mais profunda com o local onde vivem, o desenvolvimento de habilidades de observação do tempo, constituindo uma interpretação e análise crítica.

Nesse tipo de abordagem, o engajamento do aluno para o preenchimento da tabela, contribui com a percepção de determinados aspectos do clima e do tempo, que por vezes passam despercebidos quando nos atentamos apenas na consulta através dos meios digitais. Uma característica dessa abordagem é a oportunidade de envolver os alunos em observações de campo, coletando, analisando e interpretando as condições do tempo, seja na sua casa, no seu bairro, e inclusive dentro das próprias instalações escolares, ampliando o engajamento e a participação dos estudantes através de uma atividade prática.

Em uma outra pesquisa, Maia (2018), desenvolve uma abordagem prática que utiliza notícias veiculadas em jornais com foco nas condições do tempo, para enriquecer o processo de ensino-aprendizagem com alunos do ensino fundamental. Esta metodologia oferece uma nova linguagem para o ensino da geografia. Abordar a temática do clima por meio de notícias e artigos de jornais desempenha um papel crucial ao aproximar o conceito da realidade vivenciada pelos alunos. Esta estratégia também desempenha um papel vital na interpretação dos conceitos, contribuindo até mesmo para a resolução de possíveis confusões que possam surgir na abordagem do assunto como a incorreta conceituação de tempo e clima. Desta forma, os materiais baseados em notícias jornalísticas se transformam em recursos dinâmicos que entrelaçam a teoria com a vivência real dos estudantes. Além disso, eles fornecem uma valiosa oportunidade para compreender como as condições climáticas exercem influência em diversas esferas de nossas vidas.

A exploração de propostas didáticas para o ensino do clima, revela a importância de abordagens inovadoras e adaptáveis, capazes de dar protagonismo aos alunos e demonstrar a importância do papel da educação na construção de sua visão de mundo. Conforme avançamos nos estudos e buscamos por metodologias educacionais eficazes, é essencial lembrarmos que o processo de ensino-aprendizagem não deve ser limitado pela falta de recursos ou pelas barreiras tecnológicas. As abordagens simples e acessíveis apresentadas, demonstram que a criatividade e a dedicação dos educadores podem criar experiências educativas impactantes, independentemente das limitações materiais. Portanto, ao construir nossa sequência de práticas educacionais, inspiradas nas abordagens discutidas e

estudadas, estamos traçando um caminho que conecta teoria e prática de forma dinâmica, tornando o estudo do clima mais envolvente e relevante para a vida dos alunos, assim como Cardoso e Silva (2018, p. 8) trazem em seu texto: o aluno precisa compreender o clima como parte integrante da natureza, e não de forma fragmentada, separada e abstrata.

Nossas práticas para o ensino do clima no 6º Ano do ensino fundamental II

Nessa seção, exploraremos as práticas que cuidadosamente selecionamos em nosso planejamento, realizando as devidas adaptações para que sejam possíveis de ser implementadas no ensino clima junto às turmas do 6º ano do ensino fundamental II, da escola que acompanhamos as aulas enquanto bolsistas PIBID/CAPES. Nosso objetivo é incorporar metodologias ativas que transformem o processo de aprendizado em uma experiência envolvente e prática. Através dessas abordagens, almejamos não apenas aumentar a participação dos alunos em sala de aula, mas também despertar um genuíno interesse pelo tema, provocando a compreensão crítica e a reflexão sobre as diversas facetas do clima. Visto que, segundo Malheiros (2019, p.158):

> Todas as metodologias ativas de ensino partem da ideia de que o processo de aprendizagem só se torna efetivo quando o objeto do conhecimento é incorporado as estruturas cognitivas do aprendiz e pode ser aplicado na prática. Por isso sua concepção de ensino se calca na organização e apresentação de situações-problema que levam o aluno a buscar, na prática uma solução. (Malheiros, 2019, p.158).

Moraes e Castellar (2018), em seu texto sobre metodologias ativas questionam e colocam o que envolve uma aprendizagem ativa, e assim, apontam a discussão, a resolução de problemas, a apresentação, o trabalho em grupo, a discussão em grupo, a troca de papéis (representar um papel, por exemplo), ou seja, vai ser tudo aquilo que faz com que os alunos interajam uns com os outros, apoiando essas interações na leitura de materiais.

Existem variadas estratégias e metodologias que promovem a aprendizagem ativa, proporcionando aos educadores um leque de opções para enriquecer suas aulas. No entanto, para tirar o máximo proveito dessas abordagens, é crucial um planejamento adequado, que abranja desde a seleção da prática até a avaliação do seu impacto no processo de aprendizado. Isto envolve escolher práticas que se alinhem aos objetivos, considerar recursos disponíveis, gerenciar o tempo disponível para a atividade e distribuir o tempo entre diferentes etapas, como introdução, aplicação e discussão.

Ao escolher uma estratégia, é essencial ter clareza sobre seus objetivos. Determinar se a atividade será utilizada para introduzir um conceito novo, ajudar na consolidação do conhecimento ou avaliar a compreensão dos alunos, é de suma importância para direcionar

o planejamento. Recursos e materiais disponíveis também devem ser considerados cuidadosamente. A escolha de ferramentas que estejam alinhadas com os objetivos da atividade pode aumentar sua eficácia e envolvimento dos alunos. Além disso, a busca por materiais que possam ser facilmente acessados e utilizados pode contribuir para a fluidez da aula. No contexto educacional, o tempo é um recurso valioso e limitado. O planejamento deve levar em conta a duração da atividade, considerando as restrições das aulas e o tempo disponível. A adaptação da atividade para que ela possa ser concluída dentro desses limites é uma habilidade importante para otimizar a experiência de aprendizado, por isso, um planejamento cuidadoso garante que a atividade seja eficaz e alcance os resultados educacionais desejados. Dessa forma, Steink (2014), destaca que:

> Quando o professor usa em sala de aula um recurso diferenciado daquele tradicionalmente usado, isto é, uma forma diferente de fazer com que os alunos assimilem o conteúdo da aula, os mesmos são atraídos por esse tipo de aula, principalmente pela curiosidade, e são capazes de assimilar com mais facilidade um determinado conteúdo. (Steink, 2014, p.11 e p.12).

Compreendendo essa perspectiva, fica evidente a importância de incorporar recursos interativos e práticos no ambiente da sala de aula, especialmente quando lidamos com conteúdos complexos para alunos do 6º ano. A necessidade de tornar tais conteúdos mais acessíveis e envolventes é um desafio crucial. Por isso, ao introduzir abordagens de mediação, como a utilização de jogos, atividades de campo e outras formas de linguagem como a musical e a cinematográfica, estamos direcionando os esforços para incentivar a participação ativa dos alunos e estimular o interesse pelo aprendizado. Reconhecemos que a aprendizagem pode ser leve e ainda assim eficaz, quando envolvemos os alunos de maneira prática e atraente. Pois assim, como trazido por Malheiros (2019) as metodologias ativas não são práticas novas, já existindo a muito tempo. No entanto se transformam em ferramentas inovadoras quando comparadas aos métodos tradicionais de ensino. Dessa forma, Malheiros (2019, p. 158), coloca a seguinte impressão:

> Diversos pensadores, como Freire, Dewey, Piaget e Rogers, já defendiam que o processo de ensino tradicional não estava estruturado pela perspectiva do processo de aprendizagem, razão pela qual era frequentemente falho. A mobilização de recursos mentais para resolução de conflitos, por meio de desafios, jogos e outras atividades, sempre se mostrou mais eficaz do que a mera tentativa de transmissão de conteúdos. (Malheiros 2019, p.158).

A partir deste ponto, apresentaremos um conjunto de práticas que desenvolvemos para a mediação do conteúdo sobre clima, inicialmente direcionadas ao 6º ano, mas facilmente adaptáveis a outras séries. Nossa abordagem visa utilizar materiais de fácil acesso, que sejam facilmente adaptáveis e que estimulem a participação ativa dos alunos durante as

aulas. Essas práticas foram concebidas em uma sequência que segue a progressão dos tópicos, desde a introdução ao tema até a problematização das situações. No entanto, elas também podem ser ajustadas e aplicadas de maneira independente. Iniciaremos com um jogo para introduzir o tema; em seguida apresentaremos uma paródia, que deverá ser utilizada na consolidação dos conceitos, logo após serem explicados os elementos e fatores do clima, destacando a diferença entre tempo e clima; ao abordar o conceito de tempo, promoveremos a percepção climática dos alunos por meio do preenchimento de uma tabela do tempo. Concluiremos com a discussão dos impactos das ações humanas na natureza e como isso se reflete em mudanças climáticas que afetam nossas vidas, exemplificadas por meio de vídeos curtos e notícias, trazendo a relevante discussão para o cotidiano dos alunos.

O jogo das 3 pistas

A abordagem pedagógica escolhida para a primeira prática é a implementação do conhecido "Jogo das 3 Pistas". O principal objetivo de iniciar com essa atividade é introduzir o conteúdo sobre dinâmicas atmosféricas e climáticas de forma lúdica, atraindo a atenção dos alunos e incentivando o interesse ativo na aula. Ao mesmo tempo, pretende-se avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema. Dado o grau de complexidade e os desafios associados ao ensino do clima, foram exploradas maneiras criativas para despertar o interesse dos alunos e, a partir disso, identificar suas compreensões iniciais. A adoção de uma metodologia ativa requer um planejamento cuidadoso dos objetivos e das etapas da atividade, uma vez que a boa organização é um dos pontos chave para o sucesso.

O "Jogo das 3 Pistas" consiste em uma série de perguntas relacionadas às dinâmicas atmosféricas e climáticas. Os conceitos abordam os movimentos da Terra, as zonas de iluminação e calor, os elementos e fatores do clima, bem como os diferentes tipos de clima do Brasil e do mundo. Esses conceitos são apresentados de forma introdutória, uma vez que o objetivo é mapear os conhecimentos já reconhecidos e compreendidos pelos alunos. O jogo oferece um conjunto de 3 pistas para cada pergunta, as quais gradualmente guiam os alunos até a resposta final. As pistas vão de orientações mais complexas até a pista mais fácil, que sempre se referem a um conceito relevante ao tema.

Nesse contexto, foram selecionadas apenas 6 perguntas para uso na atividade, mas a ideia é construir um banco de questões mais amplo para possibilitar diversas divisões da turma e também para situações de empate durante o jogo. Com as 6 perguntas selecionadas, a turma será dividida em 6 grupos. Cada grupo terá o direito de começar respondendo à pista mais difícil de uma das perguntas, o que corresponde à pista de maior valor de pontuação. A ordem de resposta será definida por sorteio. Com a intenção de integrar a abordagem do conteúdo à dinâmica do jogo, foi preparada uma apresentação de slides que acompanha as

perguntas e pistas. Além disso, a apresentação ilustra, conceitua e exemplifica o tema, mostrando sua relação com as dinâmicas climáticas e como essas influenciam nosso cotidiano.

Diversos recursos estão sendo utilizados, incluindo o quadro, que serve para marcar o número de espaços e letras na palavra resposta. Isso permite que os alunos respondam com letras caso não saibam a resposta completa no momento. O quadro também servirá para montar um placar e definir os líderes dos grupos. Um recurso fundamental para a compreensão dos temas é o uso do globo em conjunto com uma lanterna, com a intenção de simular os movimentos da terra e as formas como o planeta é iluminado e aquecido, seguindo a prática sugerida por Luna, Silva e Silva (2022).

As regras do jogo foram definidas da seguinte forma:

1- Primeira rodada/pista: Pista difícil - A resposta certa vale 10 pontos, e cada letra vale 3 pontos, com possibilidade de multiplicação pela quantidade de letras iguais na mesma palavra. Nessa rodada, apenas a equipe sorteada para a questão responde.

2- Segunda rodada/pista: Pista média - A resposta certa vale 8 pontos, e cada letra vale 1 ponto. Todas as equipes podem responder, sendo a equipe do líder que levantar a mão primeiro após a contagem do professor a primeira a ter o direito de resposta.

3- Terceira rodada/pista: Pista fácil - A resposta certa vale 6 pontos, e não é permitido responder apenas com letras. Todas as equipes podem responder, sendo a equipe do líder que levantar a mão primeiro após a contagem do professor a primeira a ter o direito de resposta. Caso a equipe erre, a próxima equipe terá a oportunidade de responder, seguindo a ordem predefinida.

4- Em caso de empate, o professor pode recorrer ao banco de questões para continuar o jogo.

A abordagem pode ser facilmente adaptada e organizada de acordo com o interesse que se busca e a realidade escolar. Com o enfoque numa mistura entre o conteúdo e a dinâmica do jogo para envolver os alunos de forma ativa e despertar o interesse pelo tema. A combinação de recursos visuais, interações práticas e regras claras contribui para uma experiência de aprendizado envolvente.

Paródia do Clima: Ensinando de Forma Criativa

A abordagem do conteúdo sobre o clima por meio de uma paródia não apenas tem o propósito de transmitir conhecimento, mas também de solidificar as informações relacionadas a esse tema. Além disso, contribui diretamente para transformar o ambiente da sala de aula em um espaço envolvente e dinâmico, incentivando os alunos a se engajarem ativamente nas aulas. Essa estratégia será aplicada após a exploração dos conteúdos sobre clima e tempo

atmosférico, bem como a diferenciação entre ambos, além de abranger os elementos e fatores climáticos, juntamente com os diferentes tipos de climas presentes no Brasil, que estarão incorporados na letra da paródia.

A paródia em questão foi adaptada e desenvolvida pela bolsista Priscila Costa da Silva, coautora deste trabalho. Foi usada como referência a música "Esquema Preferido" da banda Barões da Pisadinha, uma escolha que se justifica por sua popularidade, facilitando sua aplicação como uma ferramenta eficaz para reforçar e solidificar o aprendizado. Conforme observado por Paixão e Borges (2018), a utilização de diferentes metodologias e linguagens no ensino da geografia é uma alternativa útil para abordar temas complexos:

> Diante da complexidade que os diferentes conteúdos da Geografia Escolar apresentam, dentre eles o clima, seria interessante para o professor utilizar diferentes metodologias, procedimentos didáticos e linguagens que possibilitem problematizar os temas trabalhados em sala de aula. (Paixão; Borges, 2018, p.151).

Após a introdução dos conceitos fundamentais em sala de aula, a paródia será apresentada como um recurso educativo e divertido. As músicas e rimas presentes na paródia auxiliam na fixação de conceitos e informações na memória dos alunos. Posteriormente, uma atividade composta por cinco questões variadas (múltipla escolha, dissertativa, completar frases e identificação das zonas climáticas em um mapa) será realizada em duplas, com o intuito de consolidar a memorização e compreensão dos tópicos discutidos. A paródia servirá como guia durante essa atividade, proporcionando um suporte contínuo aos conteúdos previamente abordados.

Ao trabalhar em grupos e duplas, essa estratégia visa promover o desenvolvimento de diversas habilidades e competências essenciais nos alunos. A abordagem da paródia do clima oferece uma maneira criativa e envolvente de ensinar, fortalecendo o aprendizado por meio da aplicação prática e da participação ativa dos alunos. Ela não apenas enriquece o entendimento dos conteúdos, mas também promove o desenvolvimento de diversas habilidades dos alunos, capacitando-os com habilidades que vão além da sala de aula.

A tabela de observação diária do tempo sensível

A tabela de observação do tempo sensível desempenha um importante papel, enquanto ferramenta para as aulas sobre o clima nas turmas de 6º ano do ensino fundamental. Realizamos algumas adaptações a partir dos estudos de Maia, Silva e Christofoletti (2018), e desenvolvemos a nossa tabela, utilizando critérios de análise para a observação com base na relevância para compreensão das condições climáticas e como impactam em nossas atividades diárias. A utilidade da tabela vai além do simples preenchimento de campos, ela se

torna um recurso eficaz para o aprendizado ativo e prático, auxiliando os alunos a compreenderem de maneira mais profunda as características do clima e sua influência no cotidiano. Através dessa prática, eles aprendem não somente a identificar e registrar as condições climáticas, mas também a desenvolver habilidades de observação e percepção sobre as condições do tempo.

Entre os critérios a serem observados, selecionamos os que achamos relevantes e que podem ser facilmente percebidos sem o auxílio de equipamentos. Esses critérios incluem o estado do céu (ensolarado, nublado, chuvoso), a sensação térmica, a intensidade do vento, a nebulosidade, o nível de chuva e a roupa recomendada para cada condição climática. Além disso, a tabela promove uma ponte entre a sala de aula e o cotidiano dos alunos. Ao associar as condições climáticas com atividades diárias, roupas escolhidas e até mesmo os momentos de lazer, os estudantes começam a enxergar o clima não como um tópico distante, mas sim como algo que influencia diretamente suas vidas. Isso estabelece uma relação mais profunda entre o aprendizado e suas experiências pessoais. A escolha de trabalhar com a tabela também desafia a dependência crescente das fontes digitais de informações sobre o clima. À medida que os alunos preenchem suas observações e registram suas conclusões, eles ganham um entendimento mais crítico das informações fornecidas por noticiários, aplicativos e sites de previsão do tempo.

No nosso planejamento para essa atividade, optamos por criar duas tabelas: uma que ficará exposta como um cartaz na parede da sala e outra que será disponibilizada para os alunos em seus cadernos. A turma será dividida em 4 grupos, e cada grupo terá a responsabilidade de preencher as informações na tabela do cartaz durante uma semana. Essa tabela na parede servirá como um lembrete, para todos registrarem suas observações. Além disso, cada aluno terá a sua própria tabela no caderno, onde também farão suas anotações individuais.

Essa atividade por ter um período de observação extenso, é interessante que seja aplicada logo nas primeiras aulas, e durante as etapas de desenvolvimento do conteúdo, os alunos vão observando características de cada um dos elementos de sua observação. E conforme a tabela for sendo preenchida o professor ocupando seu papel de mediador, vai trazendo pontos da observação para a discussão em sala. Dessa forma, estamos promovendo a organização e a responsabilidade, e incentivando a colaboração, já que os alunos precisam trabalhar juntos para manter o cartaz atualizado. Ao ter a tabela individual no caderno, eles também conseguem acompanhar suas próprias observações ao longo do mês, contribuindo para um aprendizado mais completo e envolvente.

Um debate sobre as mudanças climáticas e os impactos no cotidiano a partir de vídeos e notícias com situações problema

A proposta de ensino visa utilizar vídeos e notícias como ferramentas para abordar mudanças climáticas e problemas climáticos. Através da incorporação de situações-problema que variam desde questões globais, como o efeito estufa, o aquecimento global e fenômenos como o El Niño, até situações locais como o alagamento de ruas da cidade, e os recentes e seguidos transbordamento de rios em nosso estado, serão utilizadas como ferramentas nessa abordagem. O objetivo é oferecer um aprendizado mais relevante, permitindo aos alunos conectar-se diretamente com os desafios climáticos que impactam suas próprias comunidades e vidas diárias. Levando a reflexão sobre a forma como nos relacionamos com o meio ambiente, e o nível de desequilíbrio causado por nossas ações.

Um dos principais requisitos para que a proposta seja cumprida, é a seleção criteriosa de materiais relevantes e apropriados para a faixa etária e contexto dos alunos. Ao se trabalhar com vídeos e situações reais, faz com que o entendimento sobre essas questões se aproxime da realidade, ganhando significado e importância, e contribuindo diretamente na construção de uma apreensão crítica sobre o assunto. Ao escolher cuidadosamente vídeos e notícias, os alunos têm a oportunidade de entender não apenas conceitos abstratos, mas também como as mudanças climáticas têm impactos diretos e reais em suas próprias realidades.

Além disso, é fundamental conduzir discussões guiadas após a visualização dos vídeos e notícias, incentivar atividades práticas que apliquem o aprendizado e fornecer momentos de avaliação reflexiva. Essa abordagem promove um aprendizado ativo, uma vez que os alunos são incentivados a participar ativamente do processo de aprendizagem. Ao analisar e discutir os vídeos e notícias, eles se engajam em explorar, questionar e debater as questões climáticas. Essa interação os ajuda a desenvolver habilidades valiosas de pensamento crítico e análise, essenciais para entender a complexidade das mudanças climáticas e seus impactos.

A aula para exibição dos vídeos e notícias com situações-problema, pra discussão sobre as mudanças climáticas e impactos no cotidiano, deve acontecer após a conceituação do tema. Assim, ao apresentar as situações os alunos já vão ter familiaridade com tema, o professor também deverá fazer comentários introdutórios, guiando a observação pra determinados aspectos que devem ser problematizados. Continuando com o método de trabalho em equipe, os alunos deverão fazer anotações sobre os vídeos e notícias apresentados, destacando como cada uma das situações apresentadas, se se relaciona com a realidade, quais os impactos, quais as consequências, e, portanto, entender o nosso papel nesse cenário, e como a nossa contribuição pode ser essencial para a diminuição desses

impactos. Separados em grupo os alunos receberão as orientações introdutórias antes de cada situação, e seguirão fazendo anotações. Após a conclusão da apresentação, fazemos a discussão com as respostas dos alunos, ampliando o conhecimento sobre o tema.

A aula para exibição dos vídeos e notícias com situações-problema, visando à discussão sobre as mudanças climáticas e seus impactos no cotidiano, deve ocorrer após a apresentação do tema em aulas anteriores. Isso permitirá que, ao serem expostas às situações, os alunos já estejam familiarizados com o assunto. O professor também deverá fazer comentários introdutórios, direcionando a observação dos alunos para aspectos específicos que precisam ser analisados.

Continuando com a abordagem de trabalho em equipe, os alunos divididos em grupos, serão orientados a fazer anotações sobre os vídeos e notícias apresentados. Será enfatizado que devem destacar como cada situação se relaciona com a realidade, identificando os impactos e consequências. Dessa forma, busca-se desenvolver a compreensão do papel de cada indivíduo diante desse cenário, ressaltando como a contribuição de todos é essencial para diminuir esses impactos. Ao concluir a apresentação das situações, será promovida uma discussão em que as respostas dos alunos serão compartilhadas e debatidas, com o intuito de ampliar o conhecimento a partir da reflexão sobre o tema.

O entendimento prático e pessoal estimulado por aulas que produzam reflexões nos alunos, contribui diretamente para a conscientização sobre a importância das escolhas sustentáveis e contribuições para um ambiente mais saudável.

Considerações Finais

A revisão bibliográfica realizada durante o desenvolvimento deste trabalho, com o objetivo de explorar práticas inovadoras no ensino do clima a partir do uso de metodologias ativas, como os jogos, e o emprego de diversas linguagens no ensino da geografia, proporcionou uma valiosa base para o desenvolvimento do nosso projeto no âmbito das experiências enquanto bolsistas PIBID, e que com certeza se refletirá em nossa prática docente em um futuro próximo. Ao longo da experiência no PIBID tivemos variadas aulas, workshops e formações, que nos estimulam a explorar novas práticas de ensino no campo da geografia. Essa jornada nos incentivou a pesquisar, estudar e desenvolver abordagens mais dinâmicas e envolventes, que farão parte da nossa prática docente, especialmente ao tratar do tema complexo das mudanças climáticas.

As metodologias ativas demonstram ser ferramentas eficazes para aproximar os alunos das aulas e capturar sua atenção em diferentes momentos, transformando a aula em um ambiente prazeroso e divertido, proporcionando um aprendizado lúdico e significativo para

os alunos. Conquistar esse engajamento ativo dos alunos durante as aulas não apenas torna o processo de aprendizado mais divertido, mas também aproxima conceitos e informações com a realidade dos alunos. Ao empregar práticas que valorizam a participação ativa dos alunos é possível transformar as aulas de geografia em ambientes dinâmicos e relevantes para suas vidas. O uso de múltiplas linguagens como jogos, vídeos, atividades práticas e outras formas interativas de ensino, proporciona uma abordagem dinâmica, divertida e interessante para explorar a temática do clima. Isso não apenas enriquece a compreensão dos alunos sobre as mudanças climáticas, mas também incentiva o pensamento crítico e a capacidade de aplicar o conhecimento adquirido em situações do mundo real.

A combinação de teoria e prática proporcionada pelo nosso envolvimento no PIBID nos ajudou durante o planejamento das atividades. Ao estarmos inseridos e familiarizados com o ambiente escolar reconhecendo o perfil dos nossos alunos e a estrutura disponível, tivemos uma base para pensar nossas práticas. Aliamos todo o estudo prévio sobre as metodologias ativas e linguagens no ensino da geografia desenvolvidas na experiência no PIBID, juntamente com o estudo bibliográfico dos pensadores que já desenvolvem abordagens inovadoras para o ensino da geografia, particularmente ao abordar as complexidades do clima. O projeto nos impulsiona a buscar construir estratégias de ensino dinâmicas e eficazes, que não apenas contribuam para o engajamento dos alunos, mas também os capacitem com conhecimentos relevantes e práticos para compreender e enfrentar a importância da compreensão sobre os fenômenos climáticos em suas vidas.

Certamente, há ainda um extenso caminho a ser percorrido na busca por capacitar e introduzir abordagens inovadoras no ensino da geografia. Seguiremos a jornada de estudo, pesquisa, desenvolvimento e aprimoramento de tais práticas, testando-as na prática e avaliando os resultados alcançados. O ensino da geografia no Brasil demanda um diálogo constante, especialmente sobre tópicos fundamentais que contribuem para a construção de cidadãos conscientes, muitos dos quais são fundamentados nas habilidades críticas desenvolvidas durante as aulas de geografia. As metodologias ativas e as novas abordagens de ensino permanecerão como objetos de estudo, por tanto, nos manteremos engajados em sua pesquisa.

Referências Bibliográficas

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular - Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf.

BRASIL, Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental. Brasília, (1997). MEC/SEF.

CAVALCANTI, Lana de Souza. A Geografia e a Realidade Escolar Contemporânea: avanços, caminhos, alternativas. In: I Seminário Nacional: Currículo em Movimento – Perspectivas Atuais. Anais… Belo Horizonte – MG, nov. de 2010.

FERREIRA LUNA, V.; SILVA, M. O.; SILVA, J. M. O. A climatologia geográfica e as possibilidades de abordagem no ensino. Revista GeoUECE, [S. l.], v. 11, n. 21, p. e202202, 2022. DOI: 10.59040/GEOUECE.2317-028X. V11. N21. e202202. Disponível em: https://revistas.uece.br/index.php/GeoUECE/article/view/9990. Acesso em: 26 de julho, 2023.

FIALHO, E. S. Práticas do ensino de climatologia através da observação sensível. Ágora, v. 13, n. 1, p. 105-123, 2007.

GOMES, H. S.; SACRAMENTO, A. C. R. O Ensino de Climatologia no Ensino Fundamental: A mediação de atividades de confecção de desenhos de paisagens climáticas. In: Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento. Campinas: Instituto de Geociências – Unicamp, 2017.

MAIA, D. C.; MAIA, A. C. N. A utilização dos ditos populares e da observação do tempo para a climatologia escolar no fundamental II. São Paulo: Editora Unesp, 2018, p. 29-48.

MAIA, D. C.; Mídia escrita e o ensino da climatologia escolar no ensino fundamental II. São Paulo: Editora Unesp, 2018, p. 65-79.

MAIA, D. C.; SILVA, S. L. F. da S.; CHRISTOFOLETTI, A. L. H. “Como está o tempo hoje?”: Uma experiência de ensino de climatologia escolar no ensino médio. São Paulo: Editora Unesp, 2018, p. 81-89.

MALHEIROS, Bruno Taranto; AMARAL, Andrea (org). Didática Geral. 2° ed. Rio de Janeiro: LTC, 2019.

MORAES, Jerusa V. de.; CASTELLAR, Sonia M. V. Metodologias ativas para o ensino de Geografia: um estudo centrado em jogos. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 17, n. 2, 422-436, 2018.

PAIXÃO, Tiago Nogueira; BORGES, Mavistelma T. C. Clima e Ambiente na Educação Básica: propostas didáticas para a mediação dos conteúdos de clima na Geografia Escolar. Élisée, Rev. Geo. UEG – Porangatu, v.7, n.1, p.144-164, jan./jun. 2018.

SILVA, M. S.; CARDOSO, C. Desafios e perspectivas para o ensino de climatologia geográfica na escola. Geosaberes, Fortaleza, v. 10, n. 20, p. 1-17, jan./abr. 2019.

STEINKE, Ercília Torres. A utilização o da multimídia no ensino fundamental como instrumento de ensino de temas em climatologia. Revista online: Caminhos de Geografia Uberlândia, v. 15, n. 51, p. 127–139, Set/2014.

Linguagem cinematográfica no ensino de Geografia física do Nordeste Brasileiro

Cinematographic language in the teaching of physical geography in the Brazilian Northeast

Vanessa de Araújo Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0009-0007-8030-8919
vanessa.silva.074@ufrn.edu.br

Layan Gomes do Nascimento
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid
layan.nascimento.123@ufrn.edu.br

Joaquim Batista Neto
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid
joaquim.neto.118@ufrn.edu.br

Franklin Matheus Lima da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0009-0003-7982-2284
franklinmatheus071@gmail.com

Resumo: A conexão da sétima arte com a geografia é muito relevante, e neste trabalho intentamos analisar os aspectos da geografia física do Nordeste através do cinema, observando as representações geográficas cinematográficas das paisagens com ênfase na Geomorfologia dos filmes O auto da compadecida (2000), e O cangaceiro trapalhão (1983), ambos gravados no Nordeste brasileiro. O audiovisual é trabalhado em sala como uma ferramenta didática com forte suplemento educacional que podem ser utilizados nos ensinos fundamental e médio.

Palavras-chave: Geografia Física, Cinema, Nordeste.

Abstract: The connection of the seventh art with geography is very relevant, and in this work we try to analyze aspects of the physical geography of the Northeast through cinema, observing the cinematographic geographical representations of landscapes with emphasis on the Geomorphology of the films O auto da compadecida (2000), and O Cangaceiro Trapalhão (1983), both recorded in Northeast Brazil. The audiovisual is worked in the classroom as a didactic tool with a strong educational supplement that can be used in elementary and high school.

Keywords: Physical Geography, Cinema, North East.

Introdução

Adotar novas metodologias e linguagens para o ensino da Geografia tem sido um desafio para a formação de professores, dada a necessidade de acompanhar as novas tendências e percepções de entendimento do mundo, das paisagens e do clima pelos alunos, neste trabalho é proposto a adoção de atividades lúdicas que envolvam a cultura como por

exemplo o cinema (filme), que auxiliem numa melhor compreensão do espaço geográfico. No trabalho a seguir serão analisados os aspectos naturais, culturais, noções de paisagem, clima, características geomorfológicas, geológicas, e etc… com base nos filmes “O Auto da Compadecida (2000)”, filme brasileiro inspirado na obra de Ariano Suassuna no ano de 1955, bem como, no filme “O cangaceiro trapalhão (1983)”, obra cinematográfica sobre direção de Daniel Filho, interpretado por Renato Aragão no Sertão Cearense. Nesse cenário, o ensino do conteúdo escolar acaba se tornando mais dinâmico e de fácil aprendizagem, de forma que o aluno possa constatar, conhecer e “vivenciar” a realidade de outros espaços e ambientes apurando desta forma um olhar para temáticas como Geomorfologia, Pedologia, Climatologia entre outros aspectos geográficos.

Nesse contexto, o Geógrafo Dozena (2020), aponta que é crucial o diálogo entre a ciência e a arte, pois os artistas, assim como no cinema, fazem arte influenciados pela condição geográfica no qual estão inseridos, a exemplo disso, as características geográficas da região Nordeste como o impacto do clima refletido na paisagem, a geologia e geomorfologia e Bioma.

A exemplo disso, no filme O auto da compadecida gravado no ano de 1998, na cidade de Cabaceiras no estado da Paraíba/PB, apresenta algumas características que no decorrer do enredo do filme podem ser constatadas, como por exemplo: O clima característico do sertão semiárido que influencia diretamente nas condições de vida daquela região de alta temperatura, extremamente seco com chuvas mal distribuídas, a vegetação da região faz parte do Bioma Caatinga, onde as mesma em determinada época do ano perdem suas folhas para conseguir armazenar água para suportar os períodos de estiagem; o solo da região por sua vez é bastante rochoso, com incidência de Inselbergs que são formações rochosas que possuem formatos de ilhas que contrastam com a paisagem sertaneja. No filme, na parte em que Chicó (personagem) dá os brincos de presente para Rosinha (personagem), na cena é possível ver as formações rochosas da região e um aquífero que confronta com a paisagem.

Já o filme O Cangaceiro Trapalhão foi gravado no ano de 1983, na cidade de Quixadá no estado do Ceará/CE. O município apresenta uma vegetação característica da caatinga onde pode-se observar na filmografia espécies arbustivas de médio e pequeno porte presente sobre o solo pedregoso que, por fim, contém inúmeras estruturas Inselbergs de rochas plutônicas em granitóide como é a Pedra da galinha uma belíssima geoforma esculpida pela ação do intemperismo no campo batólito. Através da utilização de elementos ficcionais fantasiosos e bem humorados, o filme reproduz em sua trama inúmeros fatores históricos e geográficos presentes na região nordeste desde o coronelismo, os confrontos no cangaço e a luta por melhores condições de vida.

Metodologia

No que se refere à metodologia, serão voltados para os alunos dos anos finais do ensino fundamental de acordo com as diretrizes da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), especificamente na habilidade (EF06GE05) que relaciona padrões climáticos, tipos de solo, relevo e formação vegetal. Tendo em vista esses aspectos, em um primeiro momento haveria algumas aulas trabalhando o conteúdo de paisagem e os elementos inseridos nesta com auxílio dos filmes o “Auto da Compadecida”, assim como, “O cangaceiro Trapalhão”, trabalhando os temas da geografia física no ensino fundamental, e em um último momento será feita uma discussão sobre os temas da geografia física presente nos filmes, bem como, a execução de atividades. Logo, para melhor exemplificar segue a tabela.

Tabela 1- Atividades Desenvolvidas

UNIDADE TEMÁTICA	**OBJETOS DE CONHECIMENTO**	**HABILIDADES**
Conexões e escalas	**Relações entre os componentes físico-naturais**	**(EF06GE05)** Relacionar padrões climáticos, tipos de solo, relevo e formações vegetais.

ROTEIRO DE AULA – 6º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL (Exemplo) **Carga horária total: 12 horas**	
DIAS 1 - 3 PROJEÇÃO DE FILMES	I - Parte informativa do roteiro II - Parte interpretativa do roteiro Dividir a sala em grupos e encaminhamentos metodológicos

DIA 4 – 6 APLICAÇÃO DE ATIVIDADES	Aplicação das atividades relacionadas a reprodução da primeira etapa, sobre os temas de Geografia identificados nos filmes.

Fonte: Autoria Própria.

No que diz respeito a primeira etapa relacionada a projeção dos filmes, irá utilizar-se de um projetor multimídia, caixa de som e computador em uma sala ampla com cadeiras, ventiladores e ar condicionado, os filmes serão projetados nos primeiros dias definidos para a atividade. Após a reprodução, serão entregues fichas com a parte informativa do roteiro dos filmes e uma seção de perguntas, a parte interpretativa do texto. Este último será entregue respondido pelos alunos no dia 5 de aula. Na segunda etapa da atividade, no qual se propõe construir e representar os conceitos espaciais trabalhados em sala, será disponibilizado materiais para confecção das maquetes, como por exemplo: papel sulfite ou do tipo papercraft, réguas, tesouras, colas, canetinhas e lápis de cor.

DIA 1:

I - Parte informativa do roteiro

Figura 1 - imagem promocional

Fonte: Diário do Nordeste, 2000.

Figura 2- fotografia destacando a variedade da vegetação Caatinga.

Fonte: Diário do Nordeste, (2020).

TÍTULO: O Auto da Compadecida

CONTEÚDOS DE GEOGRAFIA: Paisagem, espaço físico-natural e Biomas.

CLASSIFICAÇÃO INDICATIVA: 12 anos

DIRETORES: Guel Arraes

ANO: 2000

DURAÇÃO: 1hr44min

LOCAL: Cidade de Cabaceiras-PB, Brasil.

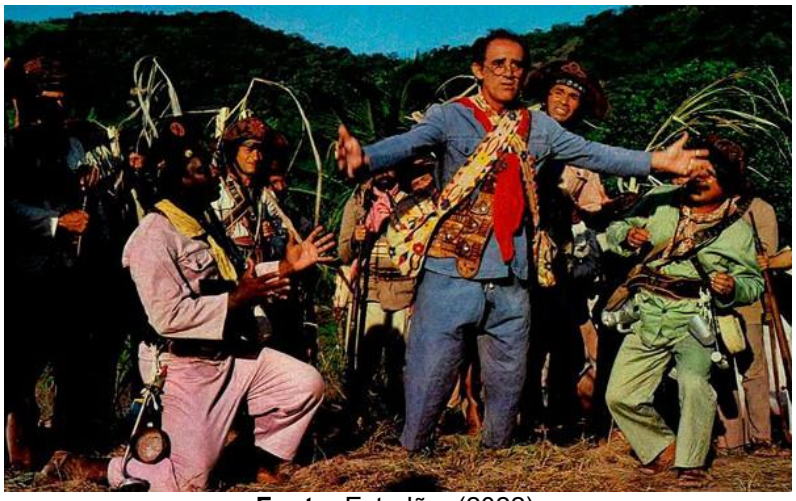
SINOPSE: João Grilo e Chicó são os amigos inseparáveis que protagonizaram a história vivida no sertão nordestino. Assolados pela fome, pela aridez, pela seca, pela violência e pela pobreza, tentando sobreviver num ambiente hostil e miserável, os dois amigos usam da inteligência e da esperteza para contornarem os problemas (fonte: www.culturagenial.com/autodacompadecida).

DIA 2:

Figura 3 – Imagem promocional.

Fonte: ostrapalhoesofc.blogspot, (2020).

Figura 4 - fotografia destacando a variedade da vegetação Caatinga.



Fonte: Estadão, (2022).

TÍTULO: O Cangaceiro Trapalhão

CONTEÚDOS DE GEOGRAFIA: Paisagem, espaço físico-natural e Biomas.

CLASSIFICAÇÃO INDICATIVA: 12 anos

DIRETORES: Daniel Filho

ANO: 1983

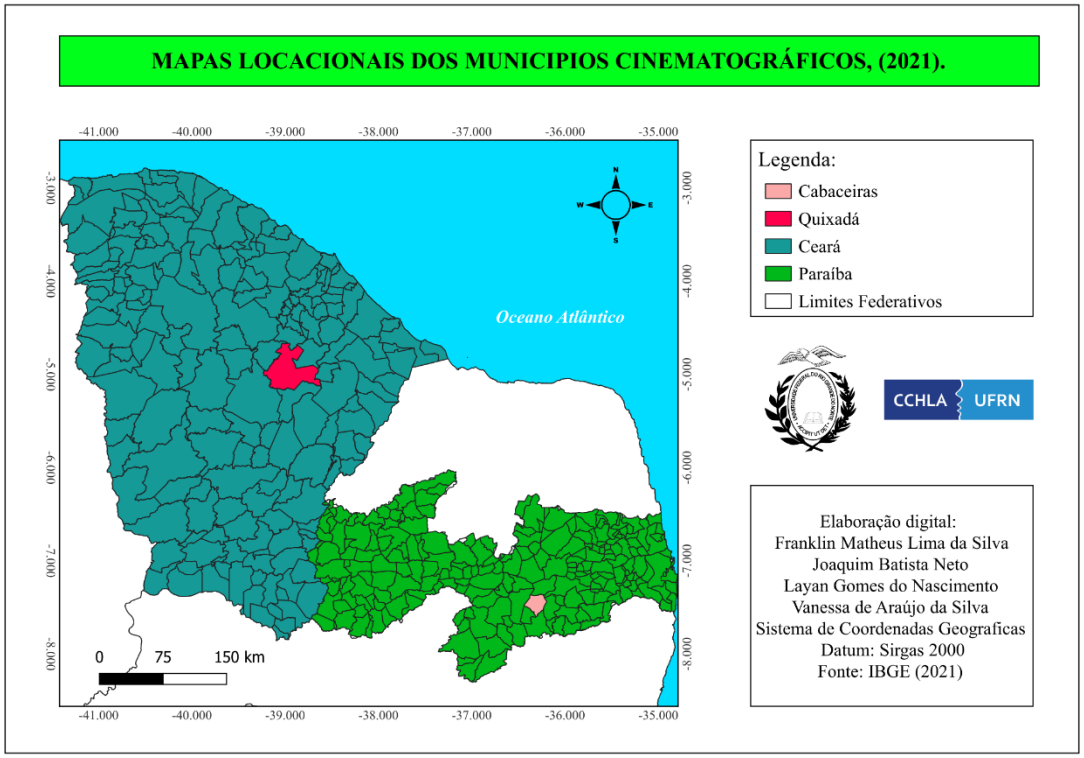
DURAÇÃO: 1hr30min

LOCAL: Quixadá-CE, Brasil.

SINOPSE: O Cangaceiro Trapalhão é um filme brasileiro de 1983 do grupo de comediantes brasileiros Os Trapalhões, tendo também no elenco, a "namoradinha do Brasil" Regina Duarte e inspirado na história do cangaceiro Virgulino Ferreira da Silva, também conhecido como Lampião, o assim chamado "Rei do cangaço".

MUNICÍPIOS DOS FILMES TRABALHADOS

Figura 5 - Mapa locacional dos municípios selecionados na dinâmica.



Fonte: Autoral, (2023).

EXECUÇÃO DA SEGUNDA ETAPA: APLICAÇÃO DE ATIVIDADES

DIA 3 – 1° ATIVIDADE: FORMATAÇÃO DE MAQUETES

Após a formação dos grupos de 3 a 5 alunos, encaminhar a metodologia do trabalho e disponibilizar o material para maquete e link para o download ou acesso ao filme na plataforma de streaming Globo Play.

As maquetes poderão ser feitas de papel sulfite ou do tipo papercraft, de gramatura maior. Deverão retratar alguma cena do filme em que representa uma temática da Geografia, como por exemplo, uma paisagem retratando o clima Semiárido do Nordeste, como as formações geológicas e geomorfológicas.

Os grupos deverão apresentar as maquetes citando o enredo do filme e explicando os temas de Geografia (Geografia Física) dali entendidos. Haverá uma discussão dos trabalhos e cada grupo poderá complementar e indagar acerca dos trabalhos um dos outros.

DIA 5 - PARTE INTERATIVA DO ROTEIRO.

Essa pequena ficha será disponibilizada ao final da execução com a finalidade de coletar informações sobre o projeto e seu encaminhamento, saber o quanto o aluno absorveu e analisar se a metodologia está funcionando.

a) Você gostou dos filmes? Por quê?

b) Quais são os conteúdos de Geografia que aparecem nos filmes? O que estes tem em comum?

c) Que tipo de paisagem é retratada nos filmes? Caracterize-a.

d) Em qual região brasileira do Brasil é retratado esses filmes?

e) Qual bioma é possível observar nesses filmes?

CONCLUSÃO

Portanto, este trabalho busca evidenciar as características da geografia física do Nordeste Brasileiro de forma lúdica na sala de aula. Visto que muitas vezes a educação carece de recursos suficientes para realizar uma aula de campo, alternativa bastante importante, pois o objeto de estudo da geografia é o espaço geográfico e sua totalidade, sendo crucial o contato com este contato. Entretanto, o filme através do lúdico é capaz de levar o estudante a observar este espaço geográfico e assim passar a analisar este de forma crítica sobre a orientação do docente responsável.

Logo, adotar novas metodologias e linguagens no ensino de geografia tem sido presente no contexto escolar, dada as novas percepções que os alunos possuem. Conforme a afirmação a seguir:

> "[...]nesse processo de ressignificação da linguagem produzida pelos filmes é importante ter claro o papel da Geografia. Ensinar Geografia com base na sétima arte nos obriga a repensar o objeto e os métodos presentes no ensino dessa ciência (SILVA E LEÃO, 2021)".

Referências

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

DOZENA, Alessandro (Org.). Geografia e arte. Natal: Caule de Papiro, 2020. 432 p.

SILVA, R. C. C.; LEÃO, V. de P. O CINEMA COMO AUXÍLIO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE GEOGRAFIA À DISTÂNCIA E PRESENCIAL E O DISCURSO MIDIÁTICO NOS PROFESSORES. Caderno Prudentino de Geografia, [S. l.], v. 3, n. 43, p. 9–29, 2021. Disponível em: https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/7970. Acesso em: 13 jul. 2023.

Aproximando as Metodologias Ativas no Ensino de Geomorfologia: A Realidade Aumentada pelo Aplicativo Landscapar

Approaching Active Methodologies in Teaching Geomorphology : Augmented Reality Through the Landscapar Application

Victória Regina da Silva Cruz
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-1095-4751
victoria.cruz@ufpe.br

Maria Jaqueline Oliveira da Silva
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0001-6780-5987
mjaquelineosilva@gmail.com

Resumo: A adoção de novas abordagens metodológicas no âmbito do ensino da Geografia na sala de aula clama por uma complementação com tecnologias inovadoras, visando aprimorar a eficácia da aprendizagem e aprofundar a interação entre educador e educando, particularmente no contexto do ensino da geomorfologia. Nesse contexto, o aplicativo "LandscapAR" emerge como uma ferramenta que incorpora a realidade aumentada ao ensino de Geografia, proporcionando uma experiência imersiva de aprendizado aos estudantes. O estudo em questão se dedica à análise das potencialidades desta aplicação revolucionária, que viabiliza a exploração tridimensional de ambientes geográficos por parte dos discentes, facilitando assim a compreensão de conceitos geográficos de alta complexidade. Ademais, o aplicativo incita a participação ativa dos aprendizes através de atividades interativas, estimulando, por conseguinte, o desenvolvimento do pensamento crítico e a promoção da colaboração entre os pares, mostrando-se como uma excelente ferramenta didática para o conhecimento geomorfológico e do espaço geográfico.

Palavras-chave: Metodologias Ativas; Geomorfologia; Realidade Aumentada; LandscapAR.

Abstract: The adoption of new methodological approaches in the context of teaching Geography in the classroom calls for a complementation with innovative technologies, aiming to improve the effectiveness of learning and deepen the interaction between educator and student, particularly in the context of teaching geomorphology. In this context, the "LandscapAR" application emerges as a tool that incorporates augmented reality into Geography teaching, providing an immersive learning experience for students. The study in question is dedicated to the analysis of the potential of this revolutionary application, which enables the three-dimensional exploration of geographic environments by students, thus facilitating the understanding of highly complex geographic concepts. In addition, the application encourages the active participation of learners through interactive activities, thus stimulating the development of critical thinking and the promotion of collaboration between peers, proving to be an excellent didactic tool for geomorphological knowledge and geographic space.

Keywords: Active Methodologies; Geomorphology; Augmented Reality; landscapAR.

Introdução

Na sociedade contemporânea, as tecnologias digitais têm experimentado um crescimento constante e significativo. Esse avanço tecnológico tem resultado na presença cada vez mais marcante dos meios digitais em diversas esferas das atividades cotidianas.

Modernos dispositivos e equipamentos digitais têm se tornado oblíquos, desempenhando um papel crucial na alteração das dinâmicas das relações sociais, profissionais e educacionais.

Elas não apenas facilitam a comunicação e a interação, mas também desempenham um papel transformador ao impulsionar a evolução das formas como as pessoas se conectam, trabalham e aprendem. Portanto, a crescente integração das tecnologias digitais na vida contemporânea é um fenômeno complexo e profundamente impactante, que molda continuamente nossa sociedade de maneira notável.

No âmbito escolar não foi tão diferente, no contexto brasileiro, com o período historicamente identificado como a "Renovação da Geografia," que teve início nas décadas de 1970 e 1980, marcou uma fase crucial no desenvolvimento da disciplina geográfica. Durante esse tempo, observou-se a incorporação de novos temas e abordagens no cenário das pesquisas geográficas e nos debates acadêmicos.Essa mudança paradigmática teve como objetivo central a consolidação de uma prática geográfica profundamente comprometida com a transformação social e, simultaneamente, voltada para uma compreensão mais aprofundada das intrincadas contradições que permeiam o espaço geográfico.

No contexto desta renovação da ciência geográfica, a mesma não só apenas representou uma reconfiguração da disciplina, mas também um compromisso renovado com a relevância social e a aplicabilidade do conhecimento geográfico. No que diz respeito à redefinição do ensino em conexão com as inovações tecnológicas, conforme destacado por Almeida (2002), a autora declara:

> O momento requer uma nova forma de pensar e agir para lidar com a rapidez e a abrangência de informações com o dinamismo do conhecimento. Evidencia-se uma nova organização de tempo e espaço e uma grande diversidade de situações que exigem um posicionamento crítico e reflexivo do indivíduo para fazer suas escolhas e definir suas prioridades. Além disso, há o elemento inusitado com o qual nos deparamos nas várias situações do cotidiano, demandando o desenvolvimento de estratégias criativas e de novas aprendizagens.

A necessidade de explorar uma variedade de recursos didáticos, adotando uma abordagem mental e comportamental renovada no contexto educacional, torna-se extremamente evidente. Isso ocorre devido à constante evolução do conhecimento, a demandar a formulação de estratégias inovadoras e a conquista de novas formas de aprendizado. No cenário educativo contemporâneo, é indiscutível que a convencionalidade da instituição escolar está cedendo espaço para a adoção de meios de comunicação e tecnologias emergentes, refletindo assim a imperatividade de adaptação a essas novas abordagens.

Dentre as possibilidades metodológicas,a utilização de programas digitais educacionais,como por exemplo o LandscapAR ,torna-se uma poderosa ferramenta para

diversificar as atividades e as aulas. Buscando-se facilitar a proatividade dos alunos no ambiente escolar e fora dele,para além de incentivar seu posicionamento e pensamento crítico a respeito das temáticas abordadas nas aulas de geografia,assim como uma aprendizagem significativa.

O aplicativo LandscapAR representa uma solução de software eficiente e de baixo consumo de recursos, com a finalidade de simular relevos com base em informações fornecidas em formato de curvas de nível. Esse software foi desenvolvido pela Weekend Labs UG, uma empresa que se destacou por sua competência nesse campo. Notavelmente, o aplicativo é compatível com sistemas operacionais Android a partir da versão 2.3.2, o que garante sua acessibilidade a uma ampla gama de dispositivos. Com um tamanho modesto de 2,5 MB, o LandscapAR oferece uma experiência de instalação descomplicada e rápida.

O principal mérito deste aplicativo reside na sua capacidade de aproveitar os recursos nativos do dispositivo móvel, em particular a câmera. Essa funcionalidade permite que o aplicativo digitalize representações de relevos em formato de curvas de nível, conduza seu processamento interno e, em um curto espaço de tempo, transforme-as em representações tridimensionais renderizadas dos relevos. Além disso, o fato de o aplicativo ser disponibilizado gratuitamente em repositórios de aplicativos para dispositivos móveis amplia seu acesso e utilidade, tornando-o uma ferramenta valiosa para aqueles que buscam visualizar e compreender representações de relevo de maneira simplificada e acessível.

Através da aplicação do recurso da realidade aumentada, que se configura como a característica preponderante do aplicativo em uso, o utilizador é habilitado a realizar uma exploração do espaço tridimensional (3D). Tal exploração tridimensional outorga uma imersão amplificada ao utilizador, no caso específico deste relato, os discentes, durante o desenvolvimento da atividade em questão. Esta imersão é substancial visto que a simulação, manipulação e representação visual dos objetos virtuais em três dimensões contribuem significativamente para a aquisição de conhecimento e a superação de obstáculos potenciais ligados à abstração.

Segundo, Pereira e Centeno (2016), essa tecnologia ganhou força nos últimos anos ao permitir uma interface e ambiente de exploração visual interativo, misturando a percepção sensorial do ambiente real e de objetos virtuais, sendo possível interagir de forma natural, tanto com o ambiente real quanto com os objetos virtuais . Dessa maneira, Kirner e Kirner (2011) afirma sobre a realidade aumentada:

> Realidade Virtual e Aumentada são tecnologias dependentes de processamento em tempo real e, por isso, são influenciadas pela evolução da computação, tanto do ponto de vista do hardware quanto do software. Além disso, pelo fato de terem sido criadas há várias décadas, suas definições acabaram sendo modernizadas, em função de fatores mais

> recentes, como a multiplicidade de plataformas e a viabilização de softwares capazes de tratar elementos multissensoriais. O que antes se restringia a computadores de grande porte e a aplicações de computação gráfica,foi atualmente expandido para microcomputadores, plataformas móveis e Internet,envolvendo aplicações gráficas, sonoras, gestuais e de reação de tato e força.

Dessa forma, a pesquisa objetiva explorar a funcionalidade do aplicativo LandscapAR para o meio didático do ensino de geografia, e a partir dela estruturar e incentivar a participação dos alunos nas aulas, assim como trabalhar a criticidade e o diálogo entre o docente e o discente.

Materiais e métodos

O presente estudo consiste em uma revisão bibliográfica qualitativa, baseada na análise de trabalhos acadêmicos e artigos científicos relacionados à temática em questão. Esta pesquisa visa a explorar a relevância da adoção de metodologias ativas no contexto educacional, particularmente no ensino da geografia, bem como a investigar a viabilidade de utilizar plataformas digitais para aprimorar o processo de ensino-aprendizagem.

O recurso pedagógico em foco, denominado "LandscapAR ", demonstra-se como uma ferramenta eficaz para facilitar o processo educacional, oferecendo vantagens tanto para os professores quanto para os alunos. Este recurso busca promover uma compreensão mais profunda dos conteúdos de geomorfologia assim como cartografia de uma forma colaborativa e dinâmica, tornando o aprendizado mais atraente e, principalmente, adaptado ao ambiente digital.

O aplicativo LandscapAR Augmented Reality atinge seu propósito de forma eficaz ao transformar curvas de nível desenhadas em papel em representações tridimensionais na realidade aumentada. Isso resulta na criação de territórios virtuais que oferecem uma experiência de imersão mais profunda no estudo das características das curvas de nível, abrangendo conceitos como relevo, altimetria, planimetria, planialtimetria, equidistância, e outros. Essa abordagem proporciona aos alunos uma oportunidade de experimentação que aproxima esses conceitos do seu entendimento, superando as limitações do ensino puramente teórico.

A pesquisa em andamento busca explorar mais profundamente o potencial deste aplicativo como uma ferramenta educacional inovadora, bem como sua eficácia na melhoria do processo de ensino-aprendizagem, especialmente em contextos geográficos. Ao adotar uma abordagem colaborativa e dinâmica, espera-se que o LandscapAR possa enriquecer a experiência de aprendizado dos alunos e promover uma compreensão mais aprofundada dos conteúdos de geomorfologia. Este estudo contribuirá para o avanço do conhecimento sobre

o uso de tecnologias educacionais no ensino da geografia, oferecendo insights valiosos para professores e pesquisadores interessados nesse campo.

Resultados e discussão

Nesse sentido, a crescente relevância das metodologias ativas no cenário educacional é inegável, uma vez que essas abordagens colocam o estudante no papel de protagonista, deslocando a tradicional figura do professor do centro do processo de ensino. A adoção de metodologias ativas permite a construção de um ambiente de aprendizagem intrinsecamente participativo, em que os discentes atuam como sujeitos ativos e colaborativos, promovendo uma dinâmica que facilita a concretização dessa abordagem educacional em sala de aula.

A implementação dessas metodologias também desperta no aluno um maior interesse e curiosidade em relação ao conteúdo abordado, especialmente quando o ensino é conduzido de forma lúdica, estimulando, assim, uma imersão mais profunda e significativa no processo de aprendizado. Dessa forma, segundo Silberman (1996), a aprendizagem ativa é uma estratégia de ensino muito eficaz, independentemente do assunto, quando comparada com os métodos de ensino tradicionais. Assim, com métodos ativos, os discentes assimilam e compreende um maior volume de conteúdo, e fixa a informação por mais tempo e tirando um melhor proveito das aulas com mais satisfação e prazer.

Nesse ínterim, Ribeiro (2005) salienta que a experiência indica que a aprendizagem é mais significativa com as metodologias ativas de aprendizagem. Além disso, os alunos que vivenciam esse método adquirem mais confiança em suas decisões e na aplicação do conhecimento em situações práticas, melhoram o relacionamento com os colegas aprendendo a expressarem-se melhor oralmente e por escrito, pois adquirem gosto para resolver problemas e vivenciam situações que requerem tomar decisões por conta própria,além de, reforçar a autonomia no pensar e no atuar.

O aplicativo LandscapAR de realidade aumentada desempenha um papel fundamental na promoção de uma compreensão mais profunda e imersiva da geomorfologia ao transformar curvas de nível desenhadas em papel em territórios tridimensionais fictícios na realidade aumentada. Esse avanço tecnológico oferece uma plataforma inovadora para explorar e estudar características relacionadas a curvas de nível, relevo, altimetria, planimetria, planialtimetria, equidistância e outros conceitos geográficos.

Para garantir um desempenho otimizado do aplicativo, é imperativo a criação das curvas de nível, além de providenciar um plano de fundo de tonalidade escura para a acomodação do papel. Esse procedimento visa aprimorar a precisão na detecção do papel branco. Em seguida, é preciso inicializar o aplicativo no dispositivo eletrônico selecionado e

escolher a configuração "AUTO". Isso resultará na ativação automática da câmera incorporada, simplificando o processo de alinhamento do papel. É de suma importância assegurar que o papel esteja disposto de tal maneira que uma borda azul indique o alinhamento correto, conforme ilustrado na Figura 01.

Figura 01 – Cenário ilustrativo para a criação de curvas de nível abstratas.

Fonte: Google Play Store.

Após ter configurado o papel com as curvas de nível devidamente alinhadas, procede-se à etapa de seleção da opção "SCAN" dentro do aplicativo. Nesse momento, entra em ação a tecnologia de realidade aumentada, a qual é ativada pelo aplicativo. Com essa funcionalidade acionada, o aplicativo inicia a leitura das curvas de nível presentes no papel. O resultado dessa operação é a geração de uma representação tridimensional na própria tela do dispositivo eletrônico. Esse efeito visual ilusório oferece aos usuários a oportunidade de visualizar as características do relevo do terreno, tal como foram desenhadas na folha de papel. Uma representação visual dessa imagem tridimensional pode ser conferida na Figura 02, a qual ilustra a essência desse processo.

Figura 02 – Projeção imagética em 3d da leitura da captura das curvas de nível.

Fonte: Google Play Store.

Esta aplicação revolucionária permite aos alunos uma experiência prática e envolvente, que complementa o aprendizado puramente teórico. Ao utilizar o LandscapAR, os estudantes podem interagir diretamente com modelos tridimensionais de paisagens, proporcionando uma compreensão mais profunda das variações geográficas e topográficas através de um ciberespaço. Assim, SILVA; LIMA (2018), destaca:

> Contribui significativamente para o desenvolvimento de autonomia e organização dos alunos diante do processo de formação no ciberespaço", habilidades muito requisitadas no desenvolvimento educacional do século XXI, pois ajudam os estudantes a estarem aptos para uma série de trabalhos requisitados com os usos das tecnologias.

Utilizando esta aplicação de alta eficácia sem custos, é possível ilustrar de maneira envolvente e didática a função crucial desempenhada pelas cartas de curva de nível na análise topográfica, assim como o processo intrincado de formação dos relevos presentes em terrenos geográficos. O ponto central não reside apenas na mera utilização da tecnologia, mas sim na criação de um ambiente educacional inovador que emerge da integração tecnológica, com especial ênfase na motivação do estudante e no desenvolvimento de suas aptidões frente a essas ferramentas.

Contudo, meramente o desejo do instrutor por transformar a dinâmica educacional e instigar o engajamento dos estudantes em um tópico específico não se mostra suficiente. O aprendiz deve engajar-se cognitivamente com o conteúdo, estabelecer uma interação com a ferramenta disponibilizada, empregando-a como um "apoio", efetuar seleções criteriosas e derivar suas próprias conclusões a partir das tarefas executadas. Antes de se lançar à sua prática, o estudante prévia e interpretativamente absorve as informações previamente adquiridas, ponderando sobre elas, de maneira a estabelecer o alicerce essencial para o início de suas atividades.

Dessa forma, podemos concluir que a sinergia entre a realidade aumentada e a geomorfologia representa uma convergência altamente vantajosa no contexto da educação geográfica. Através dessa abordagem, conceitos abstratos, como equidistância e curvas de nível, adquirem uma dimensão tangível e visual, graças à representação tridimensional, proporcionando assim uma eficaz consolidação do aprendizado e aprimoramento das competências de análise geográfica.

Considerações Finais

Após uma análise aprofundada dos resultados e das experiências práticas vivenciadas durante a implementação do aplicativo LandscapAR como ferramenta metodológica no ensino de geomorfologia, é inegável a relevância e o impacto positivo que essa abordagem pedagógica traz ao ambiente educacional.

A transformação da sala de aula em um ambiente altamente interativo é mais do que um mero resultado; é uma revolução no processo de aprendizado. O LandscapAR não apenas auxilia os educadores, mas também empodera os alunos, estimulando a curiosidade e o pensamento crítico por meio das temáticas cativantes que ele oferece. As discussões e debates que emergem durante as atividades enriquecem o entendimento dos conceitos geomorfológicos e promovem uma visão mais holística da geografia.

Este estudo demonstra que o LandscapAR transcende a categorização de uma simples plataforma digital; ele se manifesta como uma ferramenta didática de vanguarda. As metodologias ativas na educação são habilmente aplicadas, e os resultados são palpáveis no desenvolvimento do conhecimento geográfico dos estudantes. A colaboração na criação dos murais fortalece a interação entre os alunos, estreitando a lacuna entre a teoria e a prática geográfica. A capacidade de incorporar elementos multimídia na plataforma confere versatilidade às atividades, tornando-as mais envolventes e relevantes para a disciplina de geografia.

Nesse contexto, é seguro concluir que o LandscapAR se destaca como uma adição inestimável ao arsenal de recursos pedagógicos disponíveis para os educadores de geografia. Sua aplicação não apenas moderniza o ensino da geomorfologia, mas também inspira uma abordagem inovadora e entusiástica para a aprendizagem geográfica. Os alunos são incentivados a serem protagonistas ativos em sua própria educação, enquanto o ambiente de aprendizado se torna mais dinâmico e participativo.

Portanto, o LandscapAR não é apenas uma promissora ferramenta de ensino, mas uma promessa concretizada de promover uma aprendizagem significativa e estimulante no campo do ensino de geomorfologia e, por extensão, o ensino da geografia como um todo.

Referências

ALMEIDA, M. E. B. Escola em mudança: experiências em construção e redes colaborativas de aprendizagem. In: ALONSO, M.; ALMEIDA, M. E. B.; MASETTO, M. T.; MORAN, J. M.;

VIEIRA, A. Formação de gestores escolares para utilização de tecnologias de informação e comunicação. Brasília: Secretaria de Educação a Distância, 2002. p. 41-62.

GOOGLE PLAY STORE. LandscapAR augmented reality. Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=de.berlin.reality.augmented.landscapar&hl=pt_BR. Acesso em: 10 de Agosto de 2023.

KIRNER, C.; KIRNER, T. G. Evolução e Tendências da Realidade Virtual e da Realidade Aumentada.bln: SYMPOSIUM ON VIRTUAL REALITY AND AUGMENTED REALITY, 13., 2011, Uberlândia-MG. Anais [...] Uberlândia, MG: SBC, 2011. cap. 01, p. 10-25. Tema: Realidade Virtual e Aumentada: Aplicações e Tendências. Disponível em:http://www.de.ufpb.br/~labteve/publi/2011_svrps.pdf Acesso em: 10 de Agosto de 2023.

RIBEIRO, Luis Roberto de Camargo. A aprendizagem baseada em problemas (PBL): uma Implementação na educação em engenharia. 2005. 236 p. Tese (Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos / SP, 2005.

SILBERMAN, Mel. Active learning: 101 strategies do teach any subject. Massachusetts: Ed.Allyn and Bacon, 1996.

SILVA, Patrícia Grasel da; LIMA, Dione Sousa de. Padlet como ambiente virtual de aprendizagem na formação de profissionais da educação, 2018. Disponível em: https://seer.ufrgs.br/renote/article/view/86051/49407, acesso em 10 de agosto de 2023.

Parte VIII - Diálogos para a Conservação e Recuperação Ambiental na Bacia do Rio São Francisco

Os múltiplos usos das águas do Rio São Francisco em Canindé de São Francisco – SE: uma análise dos impactos socioambientais

The multiple uses of the waters of the São Francisco River in Canindé de São Francisco - SE: an analysis of socio-environmental impacts

Juliana Terto do Nascimento
Universidade de Pernambuco - UPE
https://orcid.org/0009-0005-0623-6967
juliana.tnascimento@upe.br

José Mário Inácio de França
Universidade de Pernambuco - UPE
https://orcid.org/0009-0000-2913-4342
josemario.franca@upe.br

Alberlene Ribeiro de Oliveira
Universidade de Pernambuco – UPE
https://orcid.org/0000-0002-9802-3205
alberlene.oliveira@upe.br

Iaponan Cardins de Sousa Almeida
Universidade de Pernambuco - UPE
https://orcid.org/0000-0003-2731-8492
iaponan.cardins@upe.br

Resumo: Os diversos usos associados ao usufruto nas águas do Rio São Francisco, especificamente em Canindé de São Francisco, em Sergipe, concedem problemas socioambientais. Desse modo, o objetivo geral deste trabalho foi discutir os conflitos socioambientais dos múltiplos usos das águas do Rio São Francisco, em Canindé de São Francisco. O método adotado para compreensão do objeto de estudo foi a abordagem sistêmica. E o caminho investigativo que conduziu este trabalho foi o bibliográfico. Os resultados revelaram diversos usos múltiplos e conflitos pela disponibilidade qualitativa e quantitativa, acarretando a qualidade da água, resultando em mais problemas negativos em longo prazo, do que positivos. As políticas de cunho ambiental nas bacias hidrográficas se fazem necessárias para uma melhor gestão e distribuição das águas.

Palavras-chave: Recursos hídricos; Usos múltiplos; Problemas socioambientais.

Abstract: The various uses associated with the usufruct of the waters of the São Francisco River, specifically in Canindé de São Francisco, in Sergipe, give rise to socio-environmental problems. These problems in two rural settlements that run through the municipality of Sergipe, California and Jacaré-Curituba, in parallel with the supply of the Xingó Hydroelectric Power Plant, result in economic and socio-environmental complications and contradictions. Thus, the general objective of this work was to identify the purpose of the multiple uses of water, discuss the society-nature relationship and promote the need for public policies. The method adopted for understanding the object of study was the systemic approach. And the investigative path that led this work was the bibliographic one. The results revealed several multiple uses, resulting in water quality, resulting in more negative long-term problems than positive ones.

Keywords: Multiple uses; River; Settlements; Problems.

Introdução

A distribuição da água no planeta tem sido dada, em sua grande maioria, de maneira desigual, seja de forma natural ou através da ação humana. O Brasil possui cerca de 12% da água doce do planeta em seu território, todavia, 70% desse percentual está somente na Amazônia, detendo o Nordeste apenas 3% do todo, e desses três por cento, apenas ⅔ estão no Rio São Francisco (SUASSUNA, 2004).

A bacia do Rio São Francisco é de suma importância para o Nordeste, influenciando direta e/ou indiretamente na realidade dos habitantes da região. Nesta perspectiva, é possível identificar variados interesses e disputas em torno de suas águas, fator que pode comprometer o seu ecossistema e interferir no cotidiano de milhares de famílias situadas na mesma, quase sempre específicas: ribeirinhos, pescadores, pequenos agricultores familiares e de subsistências, camponeses, comunidades tradicionais – indígenas, quilombolas, entre outros (CPT, 2018).

A demanda pelos recursos hídricos acentuada no modo de produção da sociedade atual, tem posto em questão as discussões acerca de como a água tem sido tratada e discutida, sobretudo ao longo do último século, no qual o intenso avanço das atividades humanas tem atropelado a capacidade de disponibilidade das grandes redes de drenagem que sustentam as populações ao redor do mundo.

Neste contexto, abre-se espaço para a análise de como a relação entre sociedade e natureza tem se desenvolvido, materializada nas realidades destes canais fluviais, como aqui proposto o Rio São Francisco, e como a comunidade local de Canindé de São Francisco (SE) tem utilizado dessas águas e para quais finalidades, demonstrando seus múltiplos usos e impactos. Vale ainda destacar a abordagem dos processos históricos que englobam os interesses socioeconômicos atribuídos a esses usos, que vão de encontro com as interfaces ambientais.

Destarte, a bacia do Rio São Francisco apresenta uma área com 25.417,26 km^2, o equivalente a 7,5% do território nacional. O rio nasce na Serra da Canastra, em Minas Gerais, e segue um fluxo no sentido sul-norte e, em seguida, Leste-Oeste. Perpassando pelos estados de Minas Gerais (36,8%), Goiás (0,5%), Distrito Federal (0,2%), Bahia (48,2%), Pernambuco (10,9%), Sergipe (1,2%) e deságua em Alagoas (2,2%). Está localizado entre as seguintes coordenadas: 7º e 21º de Latitude Sul e 35º e 47º de Longitude Oeste (ARAÚJO, 2015). A partir de Medeiros (2003), é possível identificar que o rio São Francisco possui 168 afluentes, sendo 99 perenes e 69 intermitentes. O Estado de Sergipe detém 7.289,86 km^2 dentro da bacia do São Francisco, o que corresponde a 33,06% dos 21.576km^2 da área estadual (FRANÇA et al, 2006).

As águas de domínio da União, como é o caso do rio São Francisco, abrange diversos usos múltiplos como atividades no setor agropecuário (irrigação e dessedentação de animais), industrial (retirada para produção e lançamento de efluentes), abastecimento humano, pesca, aquicultura, ecoturismo, navegação e exploração da hidroeletricidade através da Usina de Xingó, da Companhia Hidrelétrica do São Francisco - CHESF. Todos estes usos, em uma mesma fonte de recurso hídrico, desencadeiam conflitos sociais, divididos em destinação do uso, disponibilidade qualitativa e disponibilidade quantitativa, e, consequentemente, a um acesso desigual aos recursos naturais, aqui, especificamente, os corpos hídricos.

Entretanto, a água é considerada como um fator estruturador do espaço, condicionador da localização e da dinâmica das atividades humanas, possui importância estratégica no desenvolvimento e expansão dos povos (MAGALHÃES JÚNIOR, 2007, p. 41). Nesse contexto, foram construídos perímetros irrigados, assim como, a Usina Hidrelétrica de Xingó, no que tange os usos das águas na região de Canindé de São Francisco, especificamente, a fim de minimizar os danos socioambientais causados.

Ao se considerar “a importância do modelo ‘desenvolvimento no campo’, a água passou a ser um elemento indispensável e necessário ao funcionamento do agronegócio”(FONTENELLE, 2012, p. 22). É possível identificar problemas acentuados nesses perímetros, que serão vistos no decorrer deste trabalho.

Os responsáveis por desencadear impactos socioambientais, sejam eles, instituições públicas e/ou privadas, negligenciam soluções básicas para a população e para a natureza. Por esse ângulo, apesar da regulamentação dos usos da água (Lei n. 9.433/1997) para desenvolvimento das atividades produtivas e sociais do ponto de vista legal, requer ampla discussão de garantir a oferta quantitativa e qualitativa da água (TAVEIRA, 2018). A falta de fiscalização, gerenciamento e assistência técnica tem gerado o uso insustentável do recurso hídrico natural.

Este trabalho propõe uma análise dessas contradições, tendo como objetivo discutir os conflitos socioambientais dos múltiplos usos das águas em Canindé de São Francisco, apontando os aspectos socioeconômicos e ambientais que estão atrelados a estes usos, contribuindo assim para proporcionar uma visão sistêmica tanto para a população local, bem como ao leitor e/ou comunidade geográfica.

Diante dessas questões pressupostos, propõe-se, nesta abordagem, contribuir com as discussões a partir dos seguintes tópicos: 1) A importância do Rio São Francisco e os conflitos territoriais em torno da água; 2) Hidrelétrica de Xingó e seu contexto socioespacial; 3) Contexto de Canindé de São Francisco: as contradições presentes no uso e manejo dos seus recursos hídricos, seguido das considerações finais.

Procedimentos metodológicos

O método adotado para compreensão do objeto de estudo foi à abordagem sistêmica, com visão integralizada, dinâmica e com totalidade dialética, buscando a essência dos fenômenos. De acordo com Santos (1996), a questão do método é fundamental, pois se trata da construção de um sistema intelectual que permite, analiticamente, abordar uma realidade a partir de um ponto de vista.

A abordagem metodológica da pesquisa é de natureza qualitativa. Para Minayo (2001), a pesquisa qualitativa vai além de ações operacionais. Busca significados, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos.

Neste ínterim, inicialmente foi realizado o levantamento bibliográfico, o qual incluiu obras de diferentes autores sobre a temática, tais como a de Netto e Santana (2015), cuja obra sintetiza variados trabalhos científicos desenvolvidos a respeito do Baixo São Francisco, os quais norteiam as atividades e as relações socioambientais de uso e manejo do solo e da água no Alto Sertão Sergipano.

Outros autores que contribuíram também com o embasamento teórico foram: Aguiar, Neto (2015); Almeida, (2014) Araújo, (2015); Castro, (2011); Costa, (2006); França et al. (2006); Fischer, (2010); Fontenelle, et al. (2012); Gomes, (2009); Holanda, (2007); Magalhães Junior, (2007); Meirelles, (2002); Reis, (1991); Rothman, (1999); Santos, (1996); Suassuna, (2004); Tanezini, (2014); Taveira, (2018); Torres, et al. (2016); Torres, (2016); Vieira, (2019).

A importância do Rio São Francisco e os conflitos territoriais em torno da água

O Rio São Francisco possui singular importância econômica e cultural para o Nordeste brasileiro, o qual tem por clima predominante em 75% do seu território, o semiárido. A escassez das chuvas por longos períodos em algumas áreas dessa região, sobretudo no Agreste e no Sertão, faz parte da sua história no que diz respeito ao seu processo de regionalização, o qual permeia o modo de vida de seus habitantes (TANEZINI, 2014).

Há registros de populações no entorno do São Francisco desde 9 mil anos atrás, distribuídos nas áreas de seu percurso. Os povos originários, em exílio para o interior da bacia no período da colonização, foram uma das primeiras populações a usufruir das margens do rio para o cultivo. Posteriormente, os colonizadores passaram a se apropriar dessas margens mais ao leste, próximo ao litoral, nas quais passaram a desenvolver, sobretudo, a cultura da “cana-de-açúcar”, em zonas de mata (MEIRELLES, 2002).

Fischer (2010) descreve que muitas cidades passaram então a surgir às margens do Velho Chico, do litoral até o interior sertanejo, utilizando-se dessas águas desde a produção

em plantações, até o escoamento de pequenos excedentes por meio da navegação, bem como para atividades de pesca, pecuária e uso doméstico em geral.

Segundo a mesma autora, as águas do Rio São Francisco se tornaram a aspiração das populações de variadas classes e regiões, desde as castigadas pela seca no sertão e no agreste - que encontravam nas margens do canal um refúgio para sua sobrevivência -, até aos grandes proprietários de terras, que visavam estes cursos como fonte primária dos recursos necessários aos seus interesses de produção.

Dessa forma, o Rio São Francisco tornou-se uma das maiores fontes de desenvolvimento do nordeste brasileiro ao longo do tempo, passando a fazer parte de projetos federais destinados à atividades que têm como objetivo, tanto solucionar os problemas econômicos e sociais influenciados pela morfoclimatologia da região, bem como utilizar dos recursos do rio para grandes projetos industriais, desde a construção de hidrelétricas e campos de irrigação agrícola, bem como grandes projetos como a recente transposição de suas águas para outros estados da região.

Com a constituição de 1946, o poder estatal passou a intervir diretamente no contexto do Rio São Francisco. Assim, Meirelles (2002, p. 48) cita:

> Fica o governo federal obrigado, dentro do prazo de vinte anos, a contar da data de promulgação desta constituição, a traçar e executar um plano de aproveitamento total das possibilidades econômicas do Rio São Francisco e seus afluentes, no qual aplicará anualmente quantia não inferior a 1% da renda tributária.

Destarte, as atividades de produção, sobretudo do setor privado, ganharam intensidade no canal do São Francisco, estimuladas por uma política neoliberal que emergia no território nacional no período pós Segunda Guerra Mundial. Com os novos investimentos e subsídios para o Nordeste, muitas indústrias começaram então a se inserir em propriedades nas margens do rio, visando, sobretudo a agricultura, apoiadas e incentivadas por políticas públicas (TANEZINI, 2014).

Ainda no que diz respeito aos projetos do governo destinados a bacia, em 1985, o Projeto de Integração do Rio São Francisco (PISF) ganha atenção, atrelado às essas políticas de desenvolvimento para o Nordeste, o qual Castro (2011, p.7) o descreve como:

> O quadro resultante da combinação da incapacidade do poder público de alterar substancialmente a situação do Semiárido, de um lado, e do outro os interesses clientelistas de grupos políticos locais que se beneficiavam dos programas e obras do governo para minorar os efeitos da seca [...].

O autor ainda destaca o então inicial projeto de transposição, como pendular, “longo e tortuoso".

Neste ínterim, o projeto teve então início de construção no governo do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva a partir do ano de 2003. Dessa forma, a vazão hidráulica proporcionada pelo projeto está distribuída entre os eixos: Leste (Paraíba e Pernambuco) e Norte (Ceará,

Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte). A CODEVASF (2022) calcula que o sistema de drenagem deverá contemplar os dois eixos atuais, respectivamente com a média anual de vazão de: 8,39049 m³/s(EL); e 10,02509 m³/s(EN), em 2023.

Nesse contexto, no que se refere às intervenções estatais atribuídas a estas águas, alguns autores apontam algumas contradições nestas políticas, já que a justificativa de desenvolvimento para o Nordeste, apoiado na disponibilidade das águas do rio São Francisco, não beneficia a todos, mas aos que detêm o maior poder de produção.

Fontenelle (2012) em sua pesquisa critica o modo de apropriação da água através das irrigações no município de Petrolina-PE:

> Para consolidar o avanço do sistema do capital, os recursos financeiros são destinados ao Vale do São Francisco com o intuito de transformar a aridez do sertão nordestino em um salvador “pomar de fartura” para livrar seus habitantes da pobreza.

Desse modo, através das possibilidades de desenvolvimento atribuídas ao rio, as atividades sociais, econômicas e culturais situadas na Bacia do São Francisco são diversas e acompanham gerações, sejam elas desenvolvidas por moradores e agricultores rurais, ou pelos donos de grandes propriedades ao longo de seu curso. Neste sentido, os campos de irrigação tomam notoriedade em grandes trechos do rio voltados à agricultura, como o mencionado em Petrolina-PE, onde grandes perímetros de terra irrigada foram destinados à produção em larga escala.

Em Canindé de São Francisco, estes sistemas de irrigação também são responsáveis por grande parte da agricultura local, onde atualmente somente “o assentamento Jacaré-Curituba somando 5.005 hectares é maior que o perímetro irrigado, abrangendo também lotes de sequeiro familiares, com tamanhos maiores compatíveis com as atividades agropecuárias, que dependem da chuva.” (TANEZINI, 2014, p. 470). A mesma autora enfatiza que no iniciar do processo de construção do assentamento, este seria destinado a “tornar-se um grande perímetro empresarial, com 72 grandes lotes, cuja gestão seria entregue à COHIDRO (GOVERNO DE SERGIPE, 1994) [...]".

Muitas são as problemáticas apontadas no uso dessas águas para esse tipo de produção, sobre o que Fontenelle (2012) utiliza do termo “hidronegócio” para dialogar sobre as contradições observadas nestes processos, e reflete que este termo tem sido agregado no Brasil de forma incongruente e “tem permitido a expansão de um modelo de desenvolvimento especializado em utilizar a água como negócio”.

Neste sentido, Torres (2008) colabora com a discussão e considera que a produção a serviço do Capital está empenhada em promover hidroterritórios privados de forma que a sociedade reconheça a água como mercadoria [...]. Com isso, as desigualdades são recriadas, pois incluem uma nova visão de um elemento essencial à vida, transformando em condição particular, que pode excluir parte da humanidade do acesso à água.

> O território da água, por sua vez, tem expressão na chamada "hidroterritorialidade" que demonstra os processos conflitantes em torno da apropriação da mercadoria-água e os agentes que configuram esse processo. Enquanto se valoriza em sua condição de mercadoria, também pelos mecanismos de mercado, se torna capital financeiro na medida em que essas empresas atuam globalmente e universalmente, nas múltiplas formas de existência do capital(OLIVEIRA E MENEZES, 2018, p. 6).

A bacia do São Francisco tem passado por transformações em seus cursos e margens, resultado do intenso uso de suas águas e atributos, bem como das múltiplas atividades distribuídas em seu entorno, transformando as paisagens ao longo do mesmo e gerando processos de disputa pelo território por diferentes sujeitos com interesses antagônicos.

> As diferenças de nível do terreno ao longo do curso do rio São Francisco tornaram possível várias atividades econômicas na região, como por exemplo a construção de hidrelétricas e a utilização da vasta planície de inundação em projetos de irrigação voltados para a produção de frutas tropicais(MEIRELLES, 2002, p. 23).

Os impactos ambientais causados por essas atividades são de igual preocupação, onde o uso inadequado e excessivo desses rios para múltiplos usos, bem como a mudança no curso dos mesmos, podem acarretar em vários problemas como o assoreamento desses canais, diminuição do volume e/ou a poluição e contaminação de seu conteúdo hídrico, mudança ou desaparecimento de sua fauna e flora, salinização de suas águas, dentre outros.

Neste sentido, esses múltiplos usos podem interferir na dinâmica das bacias hidrográficas, como no caso, a do São Francisco. Desse modo, discutiremos sobre a construção da hidrelétrica de Xingó e como essa ação interfere positivamente e/ou negativamente em longo prazo na vida da população local.

Hidrelétrica de Xingó e seu contexto socioespacial

A hidrelétrica de Xingó teve sua construção iniciada no ano 1987 e sua inauguração em 1994, desenvolvida e supervisionada pela Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF). "O aproveitamento hidrelétrico de Xingó está localizado entre os estados de Alagoas e Sergipe, situando-se a 12 km do município de Piranhas/AL e a 6 km do município de Canindé do São Francisco/SE" (CHESF, 2023).

Inicialmente, a instalação da usina demonstrou de imediato uma forte alteração na dinâmica da antiga cidade de Canindé de São Francisco, onde os moradores convencidos pela CHESF, aceitaram "a proposta de transferência de localidade, dando início ao processo de mudança e acomodação (COSTA, 2006)", (VIEIRA, 2019, p. 59). Este processo se deu, no contexto em que, o ato de inundar a área para a construção da barragem modificaria toda a localidade, havendo assim, a "necessidade" de realocação desses moradores. Dessa forma, através dos novos fluxos de pessoas em busca das promessas de trabalhos atribuídas à usina

(VIEIRA, 2019), bem como dos moradores transferidos, a nova cidade passou a tomar forma progressivamente.

Com a construção da obra, conflitos por água e rebatimentos a respeito da mesma tornaram-se recorrentes no município, à medida que o mesmo começou a crescer consideravelmente. Para Torres, *et al*. (2016) “os municípios do entorno da área inundada para enchimento do lago da usina tiveram sua espacialidade modificada, porém, a política trouxe também, novos aportes de água e possibilidade de produção para a área de influência”.

Assim, as contradições se acentuaram na área, na medida em que as atividades da usina beneficiavam uma parte da população e desfavoreciam outras, além de toda modificação ambiental produzida.

Dessa forma, o represamento das águas afetou o modo de produção da agricultura às margens do curso, como afirmam Torres, *et al*. (2016, p. 6):

> O modo de vida das populações tradicionais que habitam a área de influência da represa foi modificado não apenas pelos novos volumes de água proporcionados pelo enchimento do lago de Xingó, mas, principalmente pela mudança na estrutura fundiária desse município por estar na área de influência dessa política implementada para a produção de energia.

Em desfavor de alguns habitantes e do próprio rio, a mudança de nível à jusante, desencadeou problemas como a falta de carreamento de sedimentos (o que pode modificar a ictiofauna presente nos rios), bem como a diminuição quase que por completo da capacidade de navegação, atingindo as atividades sociais e econômicas na região do baixo curso, onde vários moradores que viviam das atividades ribeirinhas tiveram que se adaptar às novas mudanças. A redução no volume do canal atingiu também atividades como a plantação de arrozais e a pecuária (FISCHER, 2010; TORRES, 2016).

No que se refere aos processos erosivos no Baixo Curso do Rio São Francisco é o fluxo e refluxo entre o aquífero e a calha do rio durante a oscilação horária dos níveis de água do rio, determinada pelo volume de água liberado pela UHE Xingó, que varia de acordo com a demanda para a geração de energia (HOLANDA *et. al.,* 2007). O autor ainda destaca que as ondas provocam o solapamento da base, ocasionando o desmoronamento do material da margem do rio das suas partes superiores, e nesse processo os barrancos com as maiores alturas tornam-se os mais instáveis.

> No estágio de subida das águas, desenvolve-se um gradiente hidráulico no sentido do canal fluvial para a margem do rio, e no estágio de descida, o gradiente de energia inverte o seu sentido e a água move-se em direção ao canal do rio, diminuindo a estabilidade do talude marginal(BANDEIRA, 2005, p. 50).

Os impactos socioculturais provocados pelo deslocamento obrigatório para a construção da barragem e da hidrelétrica estão condicionados pela perda de identidade coletiva, decorrente da perda da propriedade rural e de padrões de organização social, como

relações de parentesco e amizade na comunidade (ROTHMAN, 1999). Muitas são as histórias da população que ficam debaixo d'água.

Com essas modificações, muitas pessoas que antes dependiam das águas do São Francisco para seu rendimento e sustento, passaram a procurar novas formas de trabalho. Assim, a agricultura familiar, que resistia nesses espaços, passou a desaparecer, e as grandes propriedades voltadas à agricultura irrigada, se territorializaram progressivamente. Torres, *et al*. (2016, p.7), citam dados do INCRA (2002):

> [...] O Alto Sertão Sergipano passou de região de expansão agrícola, nos anos 60, para, nas duas décadas seguintes, primeiramente, incorporar essas terras à produção, e, em um segundo momento, sofrer processos de subdivisão das médias e pequenas propriedades e de êxodo das populações rurais. Nos anos 90, assistiu-se a uma mudança radical nesse movimento, com o crescimento da população rural, processo que decorreu da instalação de projetos de assentamentos realizados em resposta às pressões e lutas do MST.

Os autores ainda destacam a influência da hidrelétrica no município ao longo dos anos, e apontam algumas contradições que passaram a fazer parte da realidade local:

> Por um lado, tem-se nessa localidade a maior renda per capita do Estado, por causa dos royalties da produção de energia produzida na usina de Xingó, sob a propriedade da CHESF. Também ocupou em 2013, o posto de município com o maior número de famílias (3.053) em ocupações de terra e segundo em número de assentamentos rurais, trinta deles, com uma área total de 33.590 Ha e 1.375 famílias do período de 1988 a 2013 (DATALUTA, 2015). Por outro lado, detém um percentual elevado, com 70% de sua população (2003), situada na linha de pobreza relativa[...](TORRES, *et al*. 2016, p. 8).

Destarte, a chegada da usina na região transformou drasticamente o espaço, tanto no âmbito social e econômico, bem como o ambiente e a paisagem, de modo que a inundação causada para essas construções "provoca, por si mesmo, danos consideráveis ao ecossistema e projeta desdobramentos sobre as espécies da fauna e da flora" (FISCHER, 2010, p. 6). Ainda existem os problemas socioespaciais que se desenvolvem nestas áreas, como os alagamentos nas áreas às margens de represamento.

É válido destacar também a atividade turística atual, que vem acontecendo na região da Usina Hidrelétrica de Xingó, estimulando a economia de toda a microrregião (ALMEIDA, 2014).

Canindé de São Francisco: as contradições presentes no uso e manejo dos seus recursos hídricos

Situado no chamado alto sertão sergipano, o município de Canindé de São Francisco, no estado de Sergipe (SE), compreende a uma área de 934,167 Km2, e está no domínio da

sub-bacia do rio Jacaré, no baixo São Francisco. Sua população atual é de 26.834 habitantes, tendo 14.063 dos moradores na área urbana e 10.623 nas áreas rurais (IBGE, 2022).

Atualmente, Canindé de São Francisco passa por muitas contradições atribuídas a sua economia e desenvolvimento. Trata-se de um município que duplicou sua população desde a construção da sua nova sede no final do último século, e que passou por enormes transformações fundiárias e agrárias, as quais proporcionaram desenvolver em média 30 assentamentos rurais em seu território até o ano de 2010. O município ainda possui o maior índice *per capita* do PIB estadual, porém, ainda assim, detém altas taxas de pobreza em seu domínio (TORRES, et al. 2016).

Neste ínterim, Canindé de São Francisco é conhecido pelas múltiplas atividades econômicas em sua região voltadas ao uso das águas do Rio São Francisco, como demonstrado pela presença da UHX, possuindo ainda atividades como a pesca e a pecuária, tendo a agricultura como maior fonte de renda da população rural.

“Nessa localidade estava outorgado o direito de captar os maiores volumes hídricos no Brasil, durante o biênio 2003-2004 no Rio São Francisco e que ainda estão em vigor” (TORRES, *et al.* 2016, p. 10). Contudo, a realidade de Canindé ainda demonstra contradições nessas políticas, onde a grande maioria dos assentamentos rurais destinados ao uso dessas águas para sua subsistência, encontra-se em situações precárias de abandono, com alguns deles nem mesmo possuindo sistemas de drenagem e irrigação em seus perímetros.

Estes assentamentos distribuídos em seu território refletem as mudanças agrárias ocorridas no município ao longo dos anos, onde lutas e embates por água e terra marcaram um período tenso de divergência dos interesses entre proprietários latifundiários da região e membros do Movimento de Trabalhadores Rurais sem Terra (MST). As políticas voltadas ao desenvolvimento do campo, atribuídas aos projetos desses assentamentos, os quais viabilizam a entrada e desenvolvimento de técnicas de irrigação nos perímetros delimitados a essas práticas, fazem do município um dos maiores nomes neste quesito nacionalmente, e proporcionou a reentrada de boa parte da população local no modo de produção agrícola familiar (TANEZINI, 2014).

Segundo o MST, atualmente no Alto Sertão Sergipano, residem centenas de famílias assentadas, em sua maioria produzindo. “A exemplo do assentamento Jacaré Curituba, que conta com aproximadamente 700 famílias, e do assentamento Cuiabá, onde vivem hoje mais de 300 famílias” (MST, 2020). Contudo, apesar de possuir a passagem do Rio São Francisco em seu território, o município ainda sofre com a distribuição desigual de água em algumas localidades, sobretudo, em alguns perímetros destinados a estes assentamentos rurais.

Neste sentido, Torres, *et al.* (2016) apontam que o acesso e distribuição dos recursos hídricos em Canindé de São Francisco, em relação à agricultura produzida, se dá de forma

extremamente desigual. Na localidade “o acesso à terra não veio atrelado ao direito de uso da água para a irrigação, o qual é considerado condição necessária para a melhoria de vida das 1.912 famílias assentadas nos assentamentos existentes no município” (TORRES, et al. 2016, p. 11). É pertinente destacar que atualmente a outorga de acesso à água em Canindé está atribuída somente ao assentamento Jacaré-Curituba, demonstrando mais uma vez as contradições e desigualdades presentes nestes hidroterritórios.

Destarte, os maiores percentuais do uso das águas do Rio São Francisco em Canindé estão atribuídos inicialmente à hidrelétrica de Xingó; seguida da irrigação na agricultura; no abastecimento e saneamento municipal; e por fim em atividades de menor intensidade, como a pecuária, pesca e o uso doméstico. O município não possui rede pública própria de saneamento, apesar de contar com um plano municipal de Saneamento básico. “55,17% da população são atendidos com abastecimento de água, frente a média de 89,12% do estado” (IAS, 2021), pela Companhia de Saneamento de Sergipe (DESO).

Segundo o IBGE (2017), são distribuídos 2.419m^3 de água tratada diariamente em Canindé para o abastecimento populacional. Assim, desconsiderando as atividades da usina de Xingó, o uso das águas em Canindé de São Francisco está concentrado na agricultura através dos sistemas de irrigação.

Estas atividades estão, sobretudo, atribuídas aos referidos assentamentos, onde aqui será discutido em seguida, o funcionamento de dois destes, os quais estão presentes no território do município.

Perímetro irrigado Califórnia

Esse perímetro está localizado nos municípios de Canindé de São Francisco e Poço Redondo, em Sergipe. Criado pelo governo do Estado com o objetivo de reduzir os efeitos das secas, proporcionar geração de empregos e diminuição da pobreza, principalmente no semiárido, pela ausência de disponibilidade hídrica da região. Seu outro intuito era o de se tornar um modelo de exploração racional dos recursos de solo e água na localidade (COSTA, 2015).

Gomes *et al.* (2009) relatam que o perímetro irrigado Califórnia está subdividido em 337 lotes, com área total de 3.980ha, possuindo as duas formas de exploração agrícola recomendadas para a região semiárida: a agricultura irrigada e de sequeiro (resistente à seca).

O autor ainda explica que inicialmente a irrigação era captada do próprio Rio São Francisco, mas passou a ser abastecida pela barragem, por questões físicas e mecânicas do bombeamento central. Quanto às suas principais atividades econômicas, é possível citar

agricultura (milho, tomate, feijão e algodão), pecuária (bovinos, caprinos e ovinos) e avicultura (galináceos) (IBIDEM, 2009).

Esse perímetro, apesar de sustentar um discurso de planejamento, visando melhores condições de vida economicamente para a população local, apresenta situações pontuais negativas, podendo ressaltar o elevado aporte de poluentes, assim como inexperiência em agricultura irrigada por parte dos irrigantes do assentamento (COSTA, 2015). A relação entre sociedade e natureza com a combinação tecnológica para suprir as necessidades dos assentamentos pode ser vista através de:

> Para que tais perímetros tenham um desempenho satisfatório, faz-se necessário que a tecnologia de irrigação seja trabalhada de forma correta, com critérios técnicos e que os fatores como solo, água e as culturas introduzidas sejam sustentáveis ao longo dos anos(COSTA, et al. 2015, p. 276).

A disparidade negativa envolvida nesse perímetro irrigado é destacada por Reis (1991), no sentido de que é necessário um domínio técnico adequado, embora os assentados não possuam qualquer experiência em irrigação agrícola. A escolaridade dos irrigantes corresponde a 82% de analfabetos ou com Ensino Fundamental incompleto (COSTA, et al. 2015). “Irrigantes com maior grau de escolaridade compreendem e entendem melhor as inovações tecnológicas associadas à agricultura irrigada” (Entrevista concedida por Joaquim Moca, técnico agrícola da COHIDRO, 2014).

Perímetro irrigado Jacaré-Curituba

Assim como o perímetro irrigado Califórnia, o Jacaré-Curituba também está localizado nos municípios de Poço Redondo e Canindé de São Francisco, em Sergipe. Denominado como Nova Califórnia, previa 134 lotes empresariais (com 26 ha de área média em cada lote), dos quais 80 lotes seriam destinados para agricultura irrigada e 54 para desenvolvimento da atividade pecuária (CODEVASF, 2021).

Cada família favorecida com o assentamento, desenvolve a agricultura familiar, sendo essa a principal atividade econômica dos municípios sergipanos. Os cultivos produzidos são diversificados por verduras, leguminosas, hortaliças e frutíferas, sendo as principais plantações de quiabo, mandioca, milho, feijão, girassol, goiaba, maracujá, alface, melancia e abóbora (SANTOS, 2015).

O objetivo deste perímetro irrigado é abrandar os efeitos da seca, decorrente das baixas precipitações, usufruindo das águas do Rio São Francisco. O uso intenso dessa área desencadeou em salinização do solo, colocando em pauta outra dificuldade para a sua irrigação, como o manejo inadequado que, por consequência, muitas áreas estão em processo de desertificação. O reflexo dessas atividades tem impactado a dinâmica socioambiental e socioeconômica (SANTOS, 2015).

Assim, os assentamentos rurais em Canindé de São Francisco, os quais respondem pelo maior uso dos recursos hídricos do município, possuem desigualdades em sua estrutura e distribuição, onde, enquanto alguns perímetros estão sujeitos a situações de pobreza e abandono, os que permanecem em atividade contínua, apresentam o mau uso e manejo desses recursos, situações estas agravadas pela falta de assistência técnica por parte da gestão pública designada a manutenção desses projetos.

As águas de Canindé de São Francisco estão inseridas dentro de um contexto de conflitos pela apropriação da mesma enquanto recurso, e os registros desse processo estão presentes na afirmação de Fontenelle, *et al*. (2012), quando afirmam que “a degradação ambiental deriva do sistema social e seu modo de produção” (p. 104). Assim, a utilização das águas do Rio são Francisco em Canindé está dividida entre o funcionamento da Hidrelétrica de Xingó para a produção de energia; a agricultura irrigada às margens do rio; o uso para o abastecimento, tanto rural como urbano; atividades ribeirinhas como pesca, pecuária e navegação; e atividades de lazer e turismo.

Estes diversos usos das águas do Rio São Francisco rapidamente geram graves problemas, tais como: a distribuição de terras para irrigação em condições de fragilidade ambiental e com deficiente saneamento básico. Há também “a reclamação é que ocorre um elevado índice de poluição das águas, com destaque para os canais abertos que atravessam a zona semiurbana da sede de Canindé de São Francisco, acarretando em problemas de saúde para os irrigantes e seus familiares” (COSTA, 2015).

A salinização, também é um ponto merecedor de destaque. “Nas regiões áridas e semiáridas esse processo pode ser desencadeado por condições naturais ou pelo uso intensivo do solo” (SANTOS, 2015). O uso intensivo da agricultura com fertilizantes e agrotóxicos em paralelo a um manejo inadequado, consequentemente proporciona prejuízos aos solos, inviabilizando produções futuras e sucesso nas produções atuais.

No caso de Canindé de São Francisco, especificamente, a ênfase vai para a produção de quiabo em larga escala, ainda que sofram com oscilações econômicas no mercado quanto a essa produção (Figura 1).

Figura 1 - Cultivo de quiabo no perímetro irrigado Jacaré-Curituba em Canindé de São Francisco-SE.

Fonte: NASCIMENTO, Juliana Terto (2023).

A problemática inclui ocorrências de solos comprometidos por salinização, em decorrência da frequência da irrigação. De acordo com Santos (2015), a distribuição das chuvas em poucos meses, acaba desencadeando em uma baixa infiltração tanto para o solo, subsolo e lençol freático. Por conseguinte, aumenta a taxa de sais na bacia hidrográfica do Rio São Francisco, na medida em que o déficit hídrico é compensado pela irrigação. A exposição dos solos pela supressão da cobertura vegetal e pela forma de cultivo tem ocasionado aceleração dos processos erosivos, assim como o respectivo comprometimento de sua produtividade.

De semelhante modo ao perímetro irrigado Jacaré-Curituba, há a falta de assistência técnica para agricultores, que não tem muita experiência na área de irrigação, e que necessitam deste serviço. Reis (1991), salienta que as pessoas que foram selecionadas para ocupar o perímetro irrigado Califórnia, não possuem experiência com agricultura irrigada. Aproximadamente “53% dos agricultores afirmam carecer de instruções técnicas adequadas para suas atividades agrícolas” (COSTA, 2015). As dificuldades de gestão contribuem para os diversos problemas aqui discutidos, uma vez que envolvem uma desigual produção e repartição da riqueza.

Considerações finais

A relação entre sociedade e natureza é responsável pela transformação dos recursos naturais e dos territórios. Como resultado, são notórias as contradições decorrentes da

apropriação dos recursos naturais e ordenamento dos espaços produtivos no município de Canindé de São Francisco - SE. Diante dos processos de posse e estabelecimento dos territórios às margens do Rio São Francisco, os quais viabilizam o uso destes recursos hídricos, a água passa cada vez mais a ser alvo de conflitos entre a produção em larga escala e a agricultura familiar, o que a insere cada vez mais como mercadoria.

Destarte, o município de Canindé de São Francisco vivencia as relações decorrentes da intensa demanda do uso dos recursos hídricos para a geração de energia elétrica, como também, os tensionamentos das transformações dos territórios produtivos e conflitos pelo uso da água. A atividade de produção em larga escala concentra a riqueza e se sobrepõe aos interesses da produção familiar e do uso sustentável desses recursos.

Apesar de tratar-se de uma enorme bacia hidrográfica, o São Francisco não está isento dos impactos causados pelo extrativismo. As atividades, sobretudo agrícolas, em Canindé de São Francisco, materializam a relação entre sociedade e natureza no espaço, cuja lógica de produção e organização da sociedade atual aponta para a escassez desses recursos, diante da necessidade de um uso insustentável.

A presença de políticas de cunho ambiental nas bacias hidrográficas se faz necessária para um melhor gerenciamento das águas, visando a produção e distribuição de riqueza, que atenda as necessidades da população local. A desigualdade de propriedade dos meios fundamentais de produção gera disputas e conflitos distributivos, que contribuem para a segregação da maioria da população, em contraste com a concentração de riqueza gerada através da apropriação da água do Rio São Francisco.

Referências

AGUIAR NETTO, A. O.; SANTANA, N. R. F. **Contexto socioambiental das águas do rio São Francisco**. São Cristóvão: Editora UFS, 2015.

ALMEIDA, J. e COSTA, F. **Análise dos impactos socioeconômicos e ambientais da agricultura irrigada no perímetro irrigado de Pau dos Ferros (RN)**. Revista Geografares, n. 16, p. 22-44, Janeiro-Junho, 2014.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/pisf. Acesso em 22 jul. 2023.

ARAÚJO, S. S. de; NETTO, A. O. A. de; GOMES, L. J. Conflitos socioambientais no baixo São Francisco em Sergipe e Alagoas. In: In: NETTO, A. O. A. de; SANTANA, N. R. F. (Orgs). **Contexto socioambiental das águas do rio São Francisco**. São Cristóvão-SE. Editora UFS, 2015. p.115.

BANDEIRA, A. A. **Evolução do processo erosivo na margem direita do rio São Francisco e eficiência dos enrocamentos no controle da erosão**. 2005. 202 f Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2005.

CASTRO, C. N. **TRANSPOSIÇÃO DO RIO SÃO FRANCISCO**: análise de oportunidade do projeto. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA). Rio de Janeiro, 2011, 60 p.

CODEVASF, Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba. **Plano de Gestão Anual – Exercício de 2023.** Brasília, 2022. Disponivel em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/seguranca-hidrica/pisf/plano-de-gestao-anual/copy4_of_Oficio2022PRGB.pdf Acesso em: 22 jul. 2023.

CODEVASF, companhia de desenvolvimento dos vales do são francisco e do parnaíba. Jacaré-Curituba. Disponível em: https://www.codevasf.gov.br/linhas-de-negocio/irrigacao/projetos-publicos-de-irrigacao/elenco-de-projetos/em-producao/jacare-curituba. Acesso em: 29 jun. 2023.

COHIDRO - **Companhia de Desenvolvimento e Recursos Hídricos de Irrigação de Sergipe 2014**.

COSTA, A. M. **Perfil do agricultor no perímetro irrigado Califórnia-SE**. 2015. 76 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) - Núcleo de Pós Graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe. 2015.

COSTA, A. M.; PINTO, J. E. S. S. de; COSTA, P. R. S. M; NETTO, A. O. A. de. Perfil do agricultor no perímetro irrigado Califórnia-SE. In: NETTO, A. O. A. de; SANTANA, N. R. F. (Orgs). **Contexto socioambiental das águas do rio São Francisco**. São Cristóvão-SE. Editora UFS, 2015. p. 276.

COMISSÃO PASTORAL DA TERRA (CPT). Centro de Documentação Dom Tomás Balduino (CEDOC). Conflitos Pela Água (2009 – 2017).

ELETROBRAS, Chesf. **Xingó**. San Martin - Recife - Pernambuco, 2023. Disponível em: https://www.chesf.com.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/Xingo.aspx Acesso em: jun. 2023.

FISCHER, I. R. **A barragem do Xingó: herança nefasta para as trabalhadoras rurais da circunvizinhança**. 2010. (Apresentação de Trabalho/Comunicação).

FONTENELLE, A. C. F; SANTOS, C. L; SOUSA, R. Á. D; BATISTA, R. O. S. de. **Reflexões sobre a relação sociedade-natureza na geografia** .Aracaju: Editora Diário Oficial, 2012.

FRANÇA, V. L.; CRUZ, M. T. S.; FONTES, A. L.; et al.. **Atlas Escolar de Sergipe Geohistórico e Cultura**l. Grafset, João Pessoa, 2006.

HOLANDA, F. S. R. **Análise multitemporal e caracterização dos processos erosivos no baixo São Francisco sergipano.** Revista Brasileira de Geomorfologia, 2007.

IAS, Instituto Água e Saneamento. Municípios e Saneamento. **Canindé de São Francisco.** Brasil, 2021**.** Disponível em: https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/se/caninde-de-sao-francisco Acessado em: 15 jul. 2023.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Canindé de São Francisco.** Brasil / Sergipe, 2023. Disponível em : https://cidades.ibge.gov.br/brasil/se/caninde-de-sao-francisco/panorama Acesso em: 1 jul. 2003.

MAGALHÃES JUNIOR, A. P. **Indicadores Ambientais e Recursos Hídricos, realidade e perspectiva para o Brasil a partir da experiência francesa**. Rio de Janeiro, RJ. Bertrand Brasil, 2007.

MEDEIROS, P. R. P.; KNOPPERS, B. A.; SANTOS JUNIOR, R. C. dos; SOUZA, W. F.L. de. Aporte anual de matéria em suspensão e sua dispersão na zona costeira do rio São Francisco (SE/AL). **II Congresso sobre Planejamento e Gestão das Zonas Costeiras dos Países de Expressão Portuguesa**, 2003.

MEIRELLES, P. H. **O Rio São Francisco**. Brasília : Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, 2002, 58 p.

MINAYO, S. C. M. **Teoria, método e criatividade.** 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

OLIVEIRA, L. M. N. dos; MENEZES, S. O.. **O desvelar da crise hídrica**: Crise do Capital, Hidroterritorialidade e Geopolítica do Capital. XIX ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS. João Pessoa, Paraíba, 2018.

REIS, R. S. **Sertão Noroeste Sergipano**: mudanças recentes e ação governamental. Aracaju, 1991. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Núcleo de Pós Graduação em Geografia, Universidade Federal de Sergipe.

ROTHMAN, F. D. **Mobilização, resistência e participação das comunidades atingidas por barragens: o Projeto de Acessória e o movimento dos atingidos por barragens em Minas Gerais Brasil**. WORLD, 2000, Disponível em: <http://www.unizar.es/fnca/america/docu/1711.pdf>. Acesso em 15 jul 2023.

SANTOS, M. **A natureza do espaço**. São Paulo: Hucitec, 1996.

SANTOS, S. J. S. **Diagnóstico da salinização ocorrente no solo do perímetro irrigado Jacaré-Curituba do território do alto sertão sergipano**. 2015. 164 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) - Núcleo de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe. 2015.

SIMEON, Yuri. MST, Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra. Sergipe. Brasil, 2020. Disponível em: https://mst.org.br/2020/03/10/mst-comemora-24-anos-da-ocupacao-da-chesf-marco-historico-em-sergipe/ Acesso em: 15 jul. 2023.

SUASSUNA, J**. A má distribuição da água no Brasil**. Repórter Brasil, 2004. Disponível em: https://reporterbrasil.org.br/2004/04/b-artigo-b-a-ma-distribuicao-da-agua-no-brasil/ Acesso em: 29 jun. 2023.

TANEZINI, T. C. Z..**Territórios em conflito no alto sertão sergipano**. 2014. São Cristóvão, 2014. 762 f. Tese (doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Sergipe, 2014.

TAVEIRA, B. D. A. de. **Hidrogeografia e gestão de bacias.** Curitiba: InterSaberes, 2018.

TORRES, A. T. G. et al.. **As águas outorgadas para irrigação no alto sertão sergipan**o: quando a luta pela terra não mira o acesso a água. Anais I CONIDIS... Campina Grande: Realize Editora, 2016.

TORRES, A. T. G.. **Os meandros da política hídrica do Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco** : representatividade, efetividade, e formação de hidroterritórios. 2016. 356 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2016.

TORRES, A. T. G.. **Reflexões sobre o conceito da água como mercadoria.** Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2008.

VIEIRA, C. T. **História e memória de Canindé de São Francisco - SE, antes e após a construção da Usina Hidrelétrica de Xingó**. 2019. 114 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em História) - Unidade Delmiro Gouveia-Campus do Sertão, Universidade Federal de Alagoas, Delmiro Gouveia, 2019.

Evolução do uso e ocupação no submédio São Francisco enquanto subsídio para o planejamento de áreas susceptíveis a desertificação

Evolution of use and occupation in the sub-middle São Francisco as a subsidy for the planning of areas susceptible to desertification

Antonio Felipe Rodrigues Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0000-0002-6991-0753
antonio.felipe@discente.univasf.edu.br

Matheus De Alencar Almeida
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0009-0005-4547-9427
matheus.alencar@discente.univasf.edu.br

Kelly Beatriz Silva Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0009-0000-5564-8830
kelly.beatriz@discente.univasf.edu.br

Sirius Oliveira Souza
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0000-0001-8831-5709
sirius.souza@univasf.edu.br

Resumo: A região do submédio São Francisco tem passado por diversas transformações ao longo das últimas décadas, principalmente relacionadas ao uso e ocupação. Dessa forma, compreender e monitorar a evolução do uso e ocupação é fundamental para o entendimento dos padrões de organização do espaço e elaborar políticas públicas para a região. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é diagnosticar as principais formas de uso e ocupação na região do submédio São Francisco ao longo dos anos de 2000, 2010 e 2022. Para este diagnóstico utilizou-se como base as imagens raster da plataforma MAPBIOMAS, processadas em ambiente de Sistema de Informação Geográfica. Os resultados obtidos demonstram uma predominância da vegetação florestal e comprovam o crescimento gradativo das áreas agrícolas e urbanas. Por fim, o estudo realizado pretende colaborar com o subsidio, tomada de decisão e elaboração de políticas públicas para o planejamento de uso e cobertura da região do submédio São Francisco.

Palavras-chave: Uso e ocupação. Submédio. Planejamento. Semiárido. Desertificação.

Abstract: The sub-middle São Francisco region has undergone several transformations over the last decades, mainly related to use and occupation. Thus, understanding and monitoring the evolution of use and occupation is fundamental for understanding the patterns of space organization and developing public policies for the region. In this sense, the objective of this work is to diagnose the main forms of use and occupation in the sub-middle São Francisco region over the years 2000, 2010 and 2022. For this diagnosis, the raster images of the MAPBIOMAS platform were used as a basis, processed in a Geographic Information System environment. The results obtained show a predominance of forest vegetation and prove the gradual growth of agricultural and urban areas. Finally, the study intends to collaborate with the subsidy, decision making and elaboration of public policies for the planning of use and coverage of the region of the submedium São Francisco.

Keywords: Use and occupation. Planning. Semi-arid. Desertification.

Introdução

Os espaços urbanos ao longo dos anos foram sendo preenchidos pelo aumento da heterogeneidade social, os altos números de construções geraram aglomerações de forma não planejada criando problemas urbanos. Nesse sentido, há uma série de mudanças no espaço urbano e nas relações que existem dentro de uma rede urbana. Além disso, a modificação significativa nas relações entre os agentes que produzem o espaço e que influencia diretamente na forma como se apropriam deste e o modificam, deixando-o fragmentado (CARVALHO et al., 2018).

Nessa perspectiva, os problemas urbanos das cidades grandes no semiárido estão presentes de forma semelhante nas cidades médias e pequenas, tais como: planejamento urbano ineficiente, ocupação desordenada nessas áreas, falta de infraestrutura, deficiência na prestação de serviços públicos e irregularidade fundiária. Além disso, existe uma fragmentação socioespacial, principalmente, entre as camadas de alto e baixo poder aquisitivo no contexto populacional (CARVALHO et al., 2018).

Dentro desse contexto, a extensão do território brasileiro e o baixo conhecimento dos recursos naturais em escalas detalhadas tornam-se um empecilho somado as metodologias usuais. As geotecnologias tornaram-se aliadas para o desenvolvimento expressivo dos estudos territoriais brasileiros. Soma-se a isto, a produção de dados com melhores resoluções espaciais, espectrais e temporais onde é possível visualizar o espaço geográfico em dimensões privilegiadas utilizando os (SIG's) Sistemas de Informações Geográficas (FRANÇA et al., 2021).

Da mesma forma, as técnicas voltadas para o sensoriamento remoto proporcionam um monitoramento eficiente e adequado no semiárido brasileiro, sendo as técnicas de sensoriamento remoto atreladas as imagens de satélite ferramentas eficientes na investigação da evolução do uso e ocupação da terra a partir de uma modelagem espaço-temporal em larga escala, proporcionando a detecção de mudanças antrópicas e/ou naturais nessas áreas de uso e ocupação (SILVA et al., 2021).

No contexto internacional o desmatamento e a expansão da fronteira agrícola no norte da Argentina levaram Montenegro e Díaz (2021) identificaram os principais usos e ocupação da terra a partir de imagens do satélite Sentinel 2 com uma resolução espacial de 10 metros, possibilitando entender os principais usos no país, contribuindo para a elaboração de planos de ordenamento territorial.

No contexto brasileiro, Júnior et al., (2022) discutiram sobre o mapeamento de uso e cobertura da terra para analisar a evolução dos fatores da desertificação no município de Canudos-Bahia no semiárido baiano. A partir da análise de imagens do satélite Landsat foram elaborados mapas de uso e ocupação, sendo perceptível o crescimento das atividades

agropecuárias no município e redução da vegetação da Caatinga arbórea-arbustiva expondo os solos a fatores climáticos diretos contribuindo para o processo erosivo e acentuando o processo de desertificação.

Desta forma, os estudos sobre uso e ocupação cresceram com as pesquisas sobre as mudanças ambientais na última década, as quais vêm sendo desenvolvidos no semiárido. Além disso, é preciso produzir base científica para subsidiar o entendimento dos processos de desmatamento e a definição de políticas públicas e de diretrizes para o uso sustentável da região semiárida brasileira (FERNANDES et al., 2015).

Um estudo sobre o uso e ocupação do solo no submédio São Francisco justifica-se no entendimento que a análise dos usos e ocupações no submédio São Francisco pode subsidiar a tomada de decisão e a elaboração de políticas públicas voltadas para a região. Portanto, considerando a importância da temática e o aumento dos impactos ambientais no semiárido brasileiro, este estudo tem por objetivo analisar as principais evoluções dos usos e ocupações da terra no Submédio do São Francisco ao longo dos anos de 2000, 2010 e 2022, enquanto subsidio ao planejamento de áreas susceptíveis a desertificação.

Materiais e métodos

Caracterização da área de estudo

A região do submédio São Francisco está localizada ao norte do estado da Bahia, cujo território está situado entre os paralelos 8º32’05’’S e 10º43’51’’S e os meridianos 38º29’17’’O e 41º34’39’’O. A região possui uma área de 46.186 km² sendo composta por dezesseis municípios, em seu trecho baiano.

Cerca de 80% da área em estudo é recoberta pelo clima Semiárido, com precipitações anuais inferiores a 800mm e temperaturas médias anuais variando entre 25 a 27°C. Apenas 20% da área é recoberta pelo clima Tropical úmido, com inverno seco e estação chuvosa no verão (SILVA et al., 2010).

No que se refere ao contexto geológico, a área do submédio São Francisco está inserida no cráton do São Francisco a qual é caracterizada por rochas cristalinas e solos rasos e pedregosos. A geologia dessa área consiste em três classes geológicas predominantes pertencentes ao período Proterozóico: Jequié-Curaçá, Sobradinho-Paramirim e Espinhaço-Chapada Diamantina (RADAMBRASIL, 1983). Dentro desse contexto, as estruturas geológicas contribuem para a existência de depressões, pediplanos e planícies com solos pouco desenvolvidos e afloramentos constantes, recobertos pela vegetação de Caatinga (SÁ et al., 2010).

Segundo Oliveira et al., (2020) o submédio São Francisco possui um quantitativo populacional de cerca de 631.277 habitantes, sendo que o município de Juazeiro possui

219.277 habitantes o maior contingente da região. Além disso o submédio São Francisco apresenta diferentes usos e ocupações do solo, incluindo a atividade agrícola, a pecuária, a mineração, as áreas urbanas e os usos associados aos recursos hídricos da região.

Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos utilizados para analisar o uso e ocupação na região do submédio São Francisco consistiram em uma revisão bibliográfica acerca do uso e cobertura da terra na região semiárida, aquisição e correção das imagens raster extraídas da plataforma MAPBIOMAS, através de processamento digital dos dados orbitais em ambiente SIG utilizando o software QGIS (versão 3.22.2), além disso, a interpretação dos mapas temáticos processados possibilitando os cálculos de área de acordo com as classes apresentadas na tabela de atributos.

As imagens de satélite utilizadas para a classificação de uso e ocupação foram extraídas do Landsat 7 com uma resolução espacial de 30 metros, disponibilizadas gratuitamente pela plataforma MAPBIOMAS (2022). Os anos de passagem das cenas do satélite foram 2000, 2010 e 2022 com um intervalo de dez anos para os dois primeiros anos e aquisição de imagens atualizadas para o último período. As imagens foram selecionadas com base na menor quantidade possível de nuvens, menor excesso de brilho e maior normalidade espectral.

A plataforma MAPBIOMAS, é uma iniciativa colaborativa que mapeia e monitora o uso e cobertura do solo no Brasil através de imagens de satélite e processamento de dados orbitais atualizados. Além disso, a plataforma foi criada em 2015 através da iniciativa de organizações não governamentais, empresas e universidades, sendo constantemente atualizada e aprimorada (MAPBIOMAS, 2023).

Em seguida, as imagens foram georreferenciadas utilizando como base a carta topográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022), cobrindo a área de estudo em uma escala de 1:100.000 no formato digital. No que se refere a composição de cores das classes, optou-se por utilizar os parâmetros de cores descritos pelo Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013), utilizando-se dos parâmetros RGB orientado pelo manual para cada respectiva classe de uso e ocupação.

Por fim, em ambiente SIG realizou-se algumas correções e adições para uma melhor visualização e compreensão dos dados da área do submédio vale São Francisco através da tabela de atributos, calculando-se os respectivos valores da área utilizando-se da calculadora de campo da tabela de atributos e o plugin R. Report para extração dos dados numéricos das áreas em questão.

Resultados e discussão

De acordo com a análise dos dados de uso e ocupação do submédio São Francisco, tornou-se possível constatar dentro dos intervalos estabelecidos as diferentes formas abrangentes na região. Apresenta-se a seguir os resultados espaciais nas Figuras 1, 2 e 3 baseando-se nas classes estabelecidas (Tabela 1), explicando as principais mudanças da região dentro do contexto ambiental.

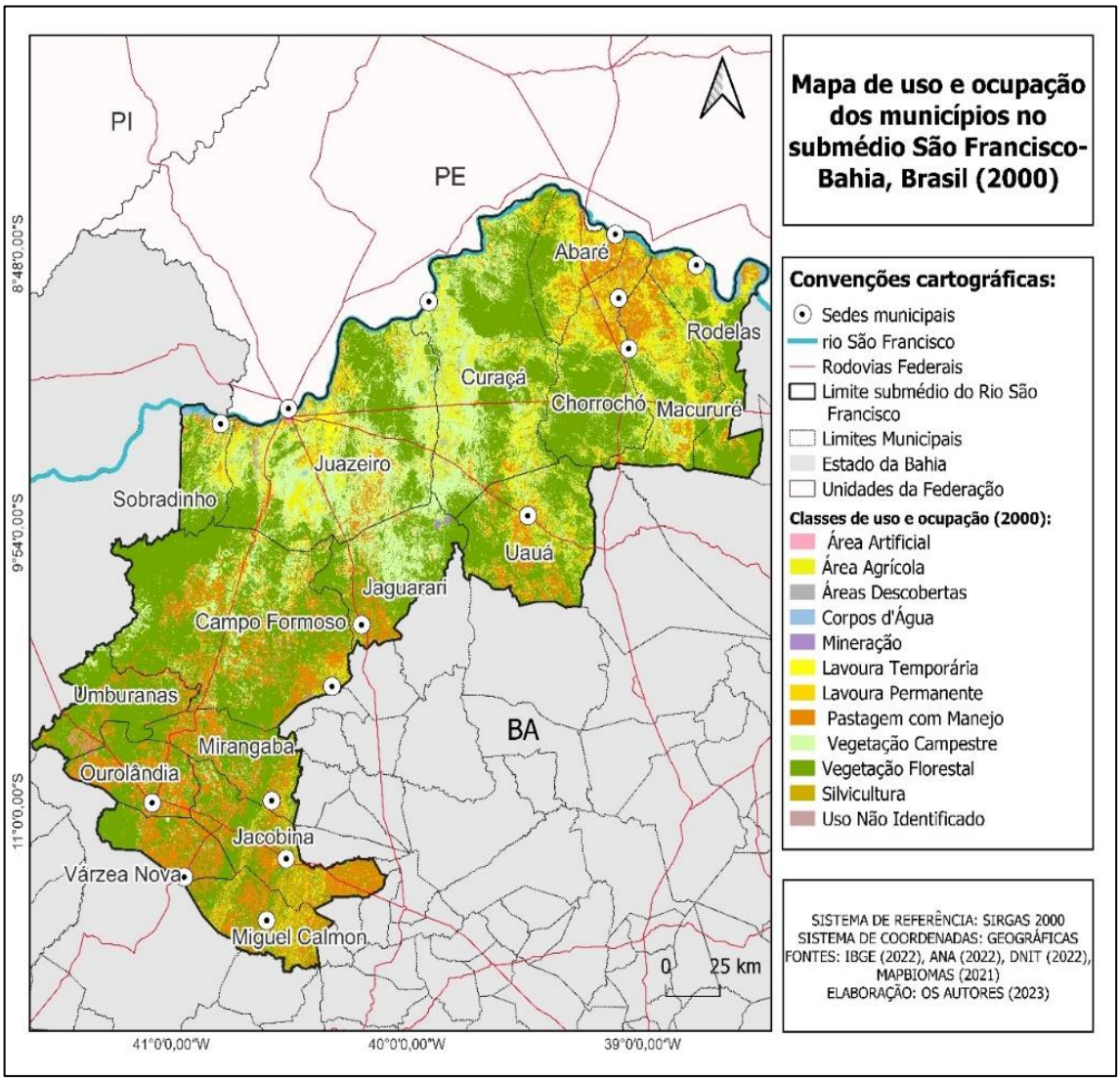
Com base nas categorias apresentadas (Tabela 1), é perceptível uma abundante presença da vegetação florestal do submédio São Francisco composta pela vegetação caatinga em sua maioria no ano 2000 (Figura 1) ocupando uma área de 21,430 km², cerca de 46% da região. Em 2022 (Figura 3), duas décadas depois, um total de 45%, demonstrando uma redução de 516 km² na vegetação florestal, expondo o solo ao fenômeno da desertificação.

Tabela 1- Submédio São Francisco (BA): Categorias de uso ocupação (2000 a 2022).

	USO E OCUPAÇÃO 2000		USO E OCUPAÇÃO 2010		USO E OCUPAÇÃO 2021	
CLASSE	**ÁREA km²**	**ÁREA %**	**ÁREA km²**	**ÁREA %**	**ÁREA km²**	**ÁREA %**
Área Artificial	70,92	0,2%	80,95	0,2%	111,23	0,2%
Área Agrícola	7125,5	15%	5167,75	11%	7399,79	16%
Área Descoberta	471,6	1%	504,11	1,1%	598,8	1,3%
Corpos d'Água	453,92	1%	450,25	1%	378,28	1%
Mineração	25,1	0,1%	28,35	0,1%	20,19	0,04%
Lavoura Temporária	148,54	0,3%	180,48	0,4%	201,15	0,4%
Lavoura Permanente	178,32	0,4%	253,44	1%	460,73	1%
Pastagem com Manejo	7958,24	17%	9702,52	21%	8030,11	17%
Vegetação Florestal	21430,5	46%	21459,51	46%	20914,62	45%
Vegetação Campestre	7562,6	16%	7521,24	16%	6858,08	15%
Silvicultura	634,87	1,4%	609,23	1,3%	672,62	1,5%
Uso Não Identificado	126,27	0,3%	228,04	0,5%	530,92	1,1%
Total	**46.186**	**100%**	**46.186**	**100%**	**46.186**	**100%**

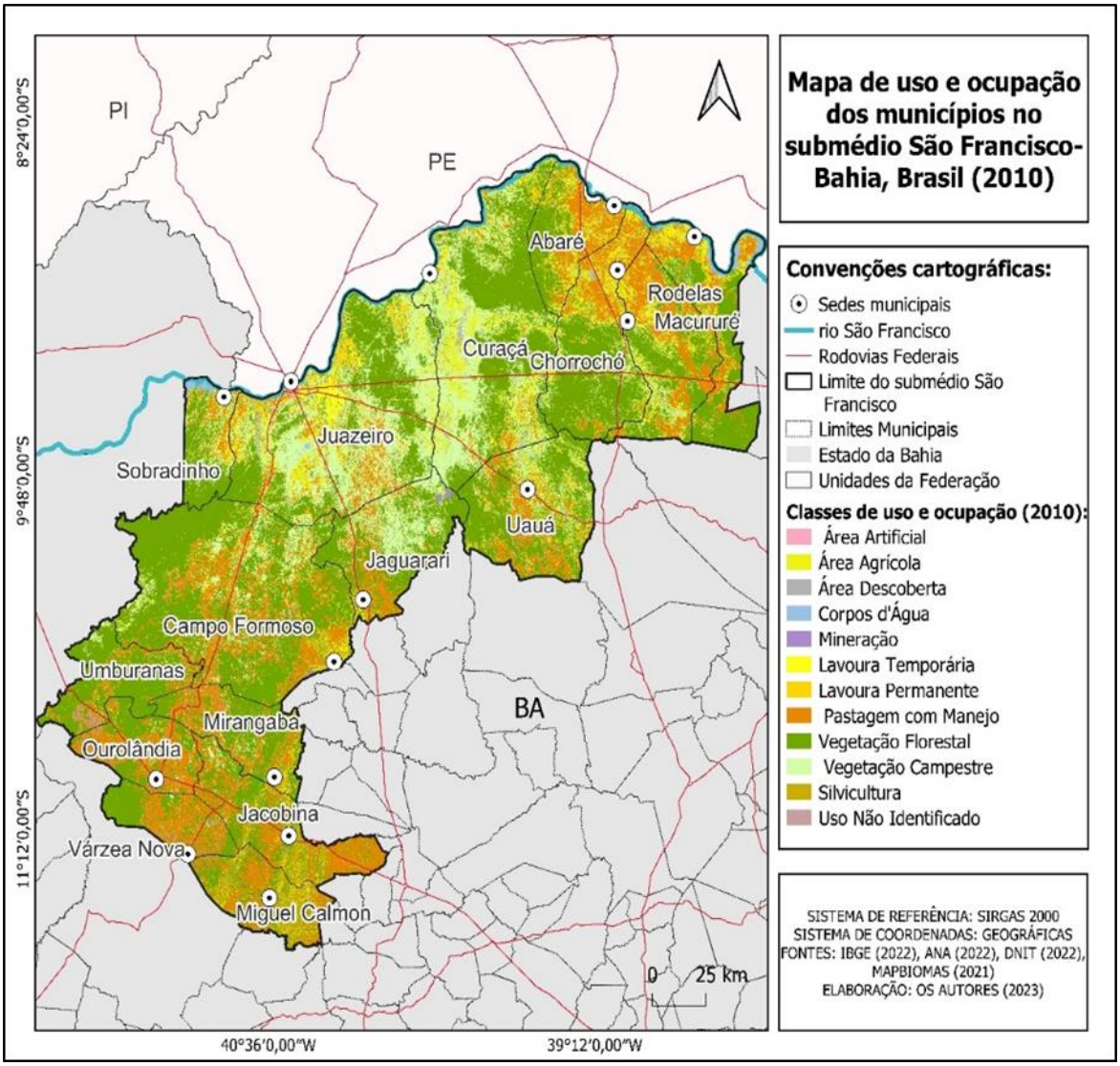
Fonte: Os autores (2022).

Figura 1- Submédio São Francisco (BA): Mapa de uso e ocupação, 2000.



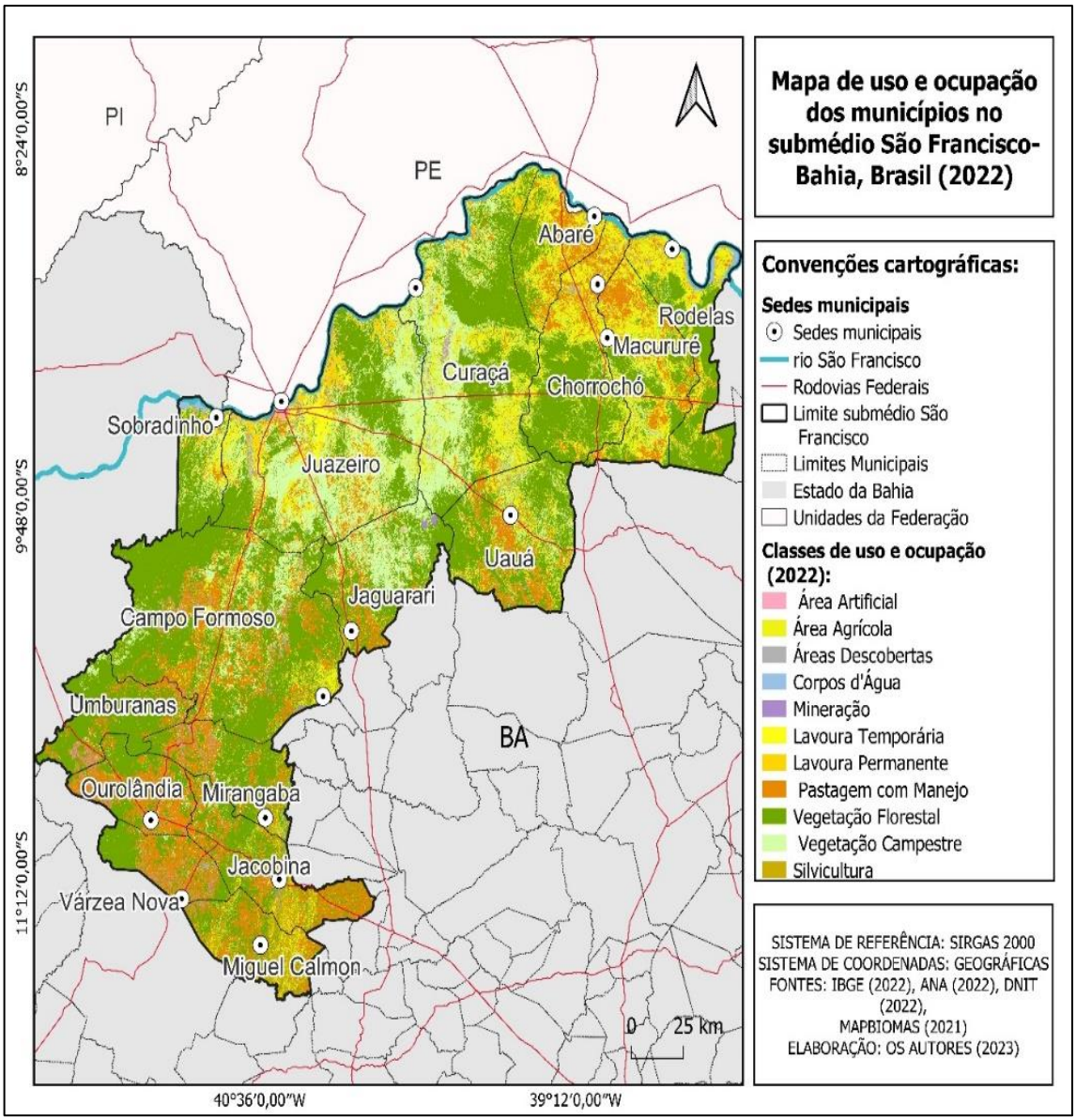
Fonte: Os autores (2023).

Figura 2 - Submédio São Francisco (BA): Mapa de uso e ocupação, 2010.



Fonte: Os autores (2023).

Figura 3 - Submédio São Francisco (BA): Mapa de uso e ocupação, 2022.



Fonte: Os autores (2023).

A predominância da classe de vegetação florestal, tendo em vista o tipo caatinga que é comum na região do submédio São Francisco, caracteriza-se por arvores baixas e arbustos ramificados com espinhos e folhas pequenas. Além disso, a vegetação é sazonal, com aspecto verde na estação chuvosa onde as árvores e arbustos apresentam novas folhas e flores (FERNANDES; QUEIROZ, 2018). Com relação a redução da vegetação florestal da caatinga, o desmatamento em função da agropecuária, lenha/carvão e caça ilegal de animais, contribuem para a devastação da fauna e flora (GIODA, 2019).

Assim também, as áreas de vegetação campestre, tiveram uma redução de cerca de 1% da área ocupada no ano de 2022 (Tabela 1) ocupando 6.852 km² da área do submédio São Francisco, enquanto que no ano 2000 ocupou 7.652 km² e em 2010 ocupou 7.521 km².

Além disso, percebe-se que as mudanças apresentam relação com o crescimento ocorrido na classe Agrícola. Portanto, no ano de 2022 ocorreu um decréscimo das florestas e expansão da área agrícola.

A classe de pastagem com manejo, representada na área de estudo principalmente pelas áreas de pastoreio com vegetação herbácea cultivada ou natural e que apresenta ações como plantio, limpeza da terra, gradagem e que descaracterizam a cobertura natural (EMBRAPA, 2021), apresentou em 2010 um crescimento de cerca de 6% com ocupação de 9.702 km² em relação ao ano 2000 com 7.958 km², tendo em vista o crescimento das atividades pecuárias na Bahia (SEAGRI, 2010). Em contraste, a classe apresentou em 2022 cerca de 17% de ocupação no submédio São Francisco, ocupando uma área de 8.030 km² apresentando queda.

Quanto a classe de áreas agrícolas, houve um aumento expressivo dessas áreas no submédio São Francisco entre 2010 e 2022. No primeiro ano havia cerca de 11% de ocupação da área equivalente a 5.167 km², no segundo ano 11%, ocupando uma área de 5.167 km² e no terceiro ano subiu para 16%, ocupando 7.399 km² da região do submédio. As atividades agrícolas são frequentemente uma causa primária a desertificação, iniciando com o desmatamento e substituição da vegetação nativa por outra cultivada e de porte e ciclo de vida diferente, facilitando a erosão e consequentemente a desertificação dessas áreas (SAMPAIO; ARAÚJO; SAMPAIO, 2005).

Partindo desse pressuposto, as áreas de silvicultura ocupadas por plantios florestais comerciais ocuparam cerca de 1,4 % no ano 2000 em uma área de 634 km ², apresentando crescimento de 1,6% no ano de 2022 com uma área ocupada de 672 km². A expansão da silvicultura relacionada ao agronegócio causa uma ocupação desordenada dos solos, ocasionando o uso exagerado dos recursos ambientais. Além disso, diminuição da vegetação florestal e rasteira expõe o solo deixando-o propicio aos processos erosivos (PRATES et al., 2017).

Em relação a categoria de corpos d'água, a classe não apresentou alteração percentual permanecendo em cerca de 1% de ocupação na área do submédio São Francisco, porém, ao analisar as áreas em km² há uma diminuição dessas áreas em relação aos períodos em questão. No ano 2000 os corpos d'água ocupavam uma área de 453 km² havendo um decréscimo para 378 km² em 2022. Segundo o relatório do Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco (CBHSF), as principais causas da redução dos corpos d'água são o desmatamento, degradação do solo e o uso excessivo dos recursos hídricos.

Partindo do pressuposto do uso dos corpos d'água, as lavouras permanentes, ou seja, aquelas áreas ocupadas por lavouras de longo período com colheitas sucessivas, sem necessidade de replantio obtiveram um aumento percentual de cerca de 0,6% em 2022

ocupando uma área de 460 km², enquanto que no ano 2000 ocupou 178 km², cerca de 0,4% do submédio São Francisco. Além disso, as lavouras permanentes, têm sido amplamente utilizadas no Submédio São Francisco principalmente na fruticultura da região que produz em sua maioria a manga (Mangifera indica) e a uva de mesa (Vitis vinifera), no entanto, os efeitos negativos da fruticultura caracterizam-se pelo uso excessivo de agrotóxicos nesse tipo de lavoura, causando degradação, contaminação do solo e dos lençóis freáticos (SILVA et al., 2015).

Evidencia-se que tanto as lavouras permanentes como as lavouras temporárias apresentam um aumento percentual na área do submédio São Francisco, cultivadas por um único ciclo de crescimento e colhidas dentro de um período de um ano, as lavouras temporárias ocuparam no ano 2000 cerca de 0,3% da região em uma área de 148 km², enquanto no período mais recente em 2022 houve aumento na ocupação na área para 201 km², cerca de 0,4% do submédio.

Portanto, as lavouras temporárias são fontes de alimentos em todo o mundo, porém, seu cultivo excessivo pode ter diversas consequências ambientais negativas. A agricultura intensiva de lavouras temporárias pode levar à erosão do solo acelerando a desertificação, perda de biodiversidade, contaminação da água e do solo por pesticidas e fertilizantes químicos, além de contribuir para as emissões de gases de efeito estufa (PRETTY; TOULMIN; WILLIAMS, 2011).

Quanto as áreas artificiais construídas ou modificadas por fatores antrópicos, foi possível observar um crescente aumento dessas áreas no submédio São Francisco a partir do ano 2000, onde ocupava 70 km² e cerca de 0,2% ocupando atualmente 111 km² em 2022. Segundo Kabisch et al., (2015), o crescimento das áreas artificiais tem levado à degradação da qualidade do solo, à diminuição da cobertura vegetal. Além disso, o aumento do uso de água para abastecimento das áreas urbanas tem contribuído para o esgotamento dos recursos hídricos da região. Fatores estes que colaboram para a susceptibilidade a desertificação na região do submédio São Francisco.

Por fim, indica-se a classe de mineração representada principalmente pela extração de minérios, abrangendo desde pequenas minas de exploração até grandes empreendimentos de mineração em larga escala. Essas áreas dentro do submédio São Francisco são responsáveis por ocupar cerca de 0,04% do território em 20 km², sendo que nos anos em questão teve seu auge em 2010 quando ocupava 28 km² e cerca de 0,4% do submédio, enquanto que no ano 2000, ocupou 25 km² da área, causado a degradação do solo, a contaminação dos recursos hídricos e o desmatamento de áreas naturais (SILVA et al., 2019).

Considerações finais

A região do submédio São Francisco é uma área que tem sido impactada pela ocupação humana no decorrer dos anos. O uso e ocupação do solo nessa região têm gerado impactos ambientais significativos, que afetam a qualidade do solo, da água, da vida das populações locais e a sustentabilidade da região como um todo.

Em relação ao avanço do uso e ocupação no submédio São Francisco durante os últimos 20 anos, ficou constatado a predominância da vegetação florestal e campestre, caracterizada pela vegetação caatinga nativa da região. Em contraste, a região apresenta uma redução da vegetação para a criação de pastagens e o cultivo de monoculturas, supressão dos recursos hídricos, causando a perda de biodiversidade, erosão e exposição do solo, tornando-o susceptível a desertificação.

Dentro desse contexto, as políticas públicas e o planejamento ambiental são fundamentais para combater a desertificação no submédio São Francisco, uma vez que a degradação ambiental na região está diretamente ligada a práticas humanas inadequadas e à falta de gestão adequada dos recursos naturais. Portanto, é preciso promover a conservação do meio ambiente e a adoção de práticas sustentáveis que possam garantir a mitigação dos efeitos da desertificação e a preservar os recursos naturais.

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela sabedoria e saúde proporcionada todos os dias. Ao professor Sirius Souza pela disponibilidade, paciência e oportunidade. Ao CNPq pela bolsa de incentivo para as produções cientificas.

Referências

CARVALHO, C. C. A.; SILVA, M. M. N.; ALVES, L. S. F.; SOUSA JUNIOR, A. M. As problemáticas urbanas pertinentes as cidades médias do semiárido. In: SILVA, B. J.; ALVES, F. S. L.; SILVA, N. M. M. (Ed.). Sustentabilidade, Políticas Públicas e Interdisciplinaridade no Semiárido. 1ª ed. Pau Ferros, 2018.p. 90-100.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO. CBHSF. Plano de Bacia. Brasília: Agência Nacional de Águas, 2016. Disponível em: http://www.cbhsaofrancisco.org.br/wp-content/uploads/2017/02/Plano-de-Bacia-do-Rio-S%C3%A3o-Francisco-2016.pdf. Acesso em: 27 mar. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 356 p. (Embrapa. Documentos, 106).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. EMBRAPA. Disponível em: < https://www.embrapa.br/bioma-caatinga/s.i.t.e/natural> Acesso em: 27 mar. 2023.

FAUSTINO, J. C. S.; LIMA, P. V. P. S. Evolução da dinâmica do uso da terra entre 1985 a 2019 no estado do Ceará. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 13, n. 01, p. 195-210, 2022. DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2022.001.0016

FERNANDES, M. R. M.; MATRICARDI, E. A. T.; ALMEIDA, A. Q.; FERNANDES, M. M. Mudanças do Uso e de Cobertura da Terra na Região Semiárida de Sergipe. Floresta e Ambiente, v. 22, n. 4, p. 473-481, 2015. DOI: 10.1590/2179-8087.121514

FERNANDES, M. F.; QUEIROZ, L. P. Vegetação e flora da Caatinga. Ciência e Cultura. v.70, n.4, p.51-56, 2018. DOI: 10.21800/2317-66602018000400014.

FRANÇA, L. C. J.; LISBOA, G. S.; OLIVEIRA, I. M.; SILVA, V. A.; STEPKA, T. F.; LISBOA, G. P.; MUCIDA, D. P. A geotecnologia na avaliação e monitoramento da desertificação no semiárido do Brasil: um estudo de caso de Gilbués, Piauí. Pesquisas Agrárias e Ambientais, v. 8, n. 1, p. 43-58, 2021. DOI: 10.46420/9786581460167.

GIODA, A. Características e procedência da lenha usada na cocção no Brasil. Estudos Avançados, v.33, n.95, p.133-150, 2019. DOI: 10.1590/s0103-4014.2019.3395.0009.

IBGE. Levantamento de Recursos Naturais. Rio de Janeiro: IBGE, 1983. 855p. Publicação IBGE n.19971.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Climas do Brasil, 2007. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 19 mar. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pedologia, 2022. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/> Acesso em: 21 mar. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE PESQUISAS ESPACIAIS- INPE. Nordeste mapeia desmatamento da Caatinga. Disponível em: < http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=3895#:~:text=At%C3%A9%20o%20momento%2C%20o%20monitoramento,%25%20de%20corpos%20d'%C3%A1gua> Acesso em: 21 mar. 2023.

KABISCH, N.; QURESHI, S.; HAASE, D. Human-environment interactions in urban green spaces - A systematic review of contemporary issues and prospects for future research. Environmental Impact Assessment Review, v. 50, n.1, p. 25-34 2015. DOI: 10.1016/j.eiar.2014.09.001.

MAPBIOMAS. Plataforma MapBiomas. Disponível em: https://mapbiomas.org/. Acesso em: 11 abr. 2023.

MONTENEGRO, D.; DÍAZ, M. Identificación de usos del suelo en los departamentos Simonca y Graneros, Provincia de Tucumán, Argentina, mediante imágenes sentinel 2 no ano de 2020. Breves Contribuciones del I.e.G. v. 32, n. 1, p. 54-72, 2021.

OLIVEIRA J. I.; PEREIRA, A. J.; SILVA, B. C. M. N. Uso e cobertura da Terra no Trópico Semiárido: Da apropriação ambiental as feições da desertificação. Caderno de Geografia, v. 32, n. 69, p. 619-648, 2022. DOI 10.5752/p.2318-2962.2022v32n.69p.619

PRATES, C. J. N.; BARBOSA, R. P.; FOGAÇA, J. N. L.; LEMOS, O. L.; DUTRA, F. V.; SILVA, R.M. Análise multitemporal de uso e ocupação do solo com enfoque na silvicultura no município de Cândido Sales, Bahia, nos anos de 2005 e 2015. Anuário do Instituto de Geociências, v. 40, n. 1, p. 150-155, 2017. DOI: 10.11137/2017_1_150_155.

PRETTY, J., TOULMIN, C.; WILLIANS, S. Sustainable intensification in African agriculture. International Journal of Agricultural Sustainability, v.9, n.1, p. 5-24. 2011. DOI: 10.3763/ijas.2010.058.

RODRIGUES, C. B.; BERNARDO, J. C.; CANTUDO, L. N.; OLIVEIRA, M. R. R.; MESQUITA, D. F. S. Uso da terra nas áreas susceptíveis a desertificação no Ceará. Multiplicidade das Ciências Agrárias, v. 3, n.1, p. 86-101, 2022. DOI: 10.47242/978-65-87959-24-5-7.

SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, M. S. B.; SAMPAIO, Y. SB. Impactos ambientais da agricultura no processo de desertificação no Nordeste do Brasil. Revista de Geografia, v. 22, n. 1, p. 90-112, 2005.

SÁ, I. B.; SÁ, I. I. S.; SILVA, A. S.; SILVA, D. F. (Ed.). Caracterização Ambiental do Vale do Submédio São Francisco. In: LIMA, M. A. C. Subsídios Técnicos para a Indicação Geográfica de Procedência do Vale do Submédio São Francisco: Uva de Mesa e Manga. 1ª Ed. Petrolina: Bahia, Brasil, 2010. p. 6-48.

SECRETARIA DE AGRICULTURA DA BAHIA. SEAGRI. Disponível em: < http://www.seagri.ba.gov.br/noticias/2010/12/13/bahia-deve-fechar-2010-com-pib-em-75> Acesso em: 27 mar. 2023.

SILVA, R. L. Exposição de agricultores a agrotóxicos no Submédio São Francisco. Saúde e Sociedade, v. 24, n. 3, p. 871-882, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-12902015000300871. Acesso em: 28 mar. 2023.

SILVA, P.C.G.; MOURA, M. S. B.; KIILL, L. H. P.; BRITO, L. T. L.; PEREIRA, L. A.; SA, I. B.; CORREIA, R. C.; TEIXEIRA, A. H. C.; CUNHA, T. J. F.; GUIMARÃES FILHO, C. Caracterização do semiárido brasileiro: fatores naturais e humanos. In: SÁ, I.B.; SILVA, P.C.G. (Ed.) semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação. 1ª Ed. Petrolina: Pernambuco, Brasil. 2010. p. 19-48.

SILVA, T. M. Avaliação do Impacto Ambiental Causado pela Mineração de Ferro no Submédio São Francisco. Revista Brasileira de Geociências, v. 49, n. 2, p. 175-184, 2019.

SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA- SEI. Anuário estatístico da Bahia. V. 31. Salvador: SEI.2017.

WINSCHEL, C.I.; PEZZOLA, N. A.; CASELLA, A. A. Dinâmica em trocas de coberturas e usos de suelo. Partidos de Villarino e Patagones, v.1, n.1. p. 2-26, 2022.

A cartografia do relevo e suas contribuições ao planejamento de áreas susceptíveis à desertificação: Aplicações no Submédio Vale do São Francisco

The cartography of the relief and its contributions to the planning of areas susceptible to desertification: Applications in the Lowe-niddle São Francisco Valley

Kelly Beatriz Silva Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0009-0000-5564-8830
kelly.beatriz@discente.univasf.edu.br

Antonio Felipe Rodrigues Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0000-0002-6991-0753
antonio.felipe@discente.univasf.edu.br

Éverton Vinícius Valezio
Universidade de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-3587-1503
evertonvalezio@gmail.com

Matheus De Alencar Almeida
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0009-0005-4547-9427
matheus.alencar@discente.univasf.edu.br

Sirius Oliveira Souza
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0000-0001-8831-5709
sirius.souza@univasf.edu.br

Resumo: As Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD) ocorrem pela degradação do solo, dos recursos hídricos e da vegetação, resultante das ações antrópicas, das variações climáticas e outros fenômenos naturais, que se configura por um processo, quase sempre lento, mas que vem sendo acelerado em decorrência da intensificação das atividades humanas. Nesse sentido, o presente estudo objetiva-se numa compartimentação geomorfológica, levando em consideração os processos morfogenéticos e morfodinâmicos do relevo. A metodologia baseou-se na elaboração de uma revisão bibliográfica sobre a cartografia geomorfológica em âmbitos semiáridos tropicais, elaboração através da aquisição de dados com base no TOPODA e do georreferenciamento, vetorização e integração de dados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) com o uso do software QGIS. Os resultados obtidos possibilitarão o desenvolvimento de pesquisas geomorfológicas no Submédio do Vale do São Francisco, partindo do pressuposto da carência de estudos e mapeamento de maior detalhe voltados à desertificação no semiárido baiano.

Palavras-chave: Desertificação; Geomorfologia; Mapeamento; Semiárido; SIG;

Abstract: The Susceptible Areas to Desertification (SAD) arise from the degradation of soil, water resources, and vegetation, resulting from anthropogenic actions, climate variations, and other natural phenomena. This process is typically gradual but has been accelerated due to the intensification of human activities. In this context, the present study aims at geomorphological compartmentalization, taking into account the morphogenetic and morphodynamic processes of the terrain. The methodology relied on a literature review of geomorphological cartography in tropical semi-arid areas, involving data acquisition based on TOPODA and georeferencing, vectorization, and data integration within a Geographic Information System (GIS) using QGIS software. The obtained results will facilitate the development of geomorphological research in the Submedium of the São Francisco Valley, assuming a lack of detailed studies and mapping focused on desertification in the semi-arid region of Bahia.

Keywords: Desertification; Geomorphology; Mapping; Semiarid; GIS;

Introdução

Segundo estimativas da Convenção das Nações Unidas de Combate à Desertificação (UNCCD) a desertificação consiste na degradação da terra em regiões áridas, semiáridas e subúmidas secas, que são denominadas como Áreas Susceptíveis à Desertificação (ASD). Ela ocorre pela degradação do solo, dos recursos hídricos e da vegetação, resultante das ações antrópicas, das variações climáticas e outros fenômenos naturais. É um processo, quase sempre lento, mas que vem sendo acelerado em decorrência da intensificação das atividades humanas (PAN-BRASIL, 2004).

Conforme as definições da UNCCD, as Áreas Susceptíveis à Desertificação no Brasil estão maioritariamente concentradas na região Nordeste do país, em decorrência das suas condições climáticas, no entanto, também há estados da região Sudeste, como Minas Gerais e Espírito Santo que são afetados pelo fenômeno da seca e se encontram dentro dessas áreas (PAN-BRASIL, 2004).

Neste sentido, Sá e Angelotti (2009) destacaram que no Nordeste Brasileiro somam-se 200 mil km² de terras degradadas, e que em muitos locais os solos já se tornaram improdutivos para a agricultura. Somando os locais onde a desertificação ocorre, mesmo que de forma moderada, a área atingida aumenta para 600 mil km², cerca de 1/3 do território nordestino. Outro aspecto importante é que as informações disponíveis permitem observar que nas áreas onde esses processos de desertificação ocorrem, os níveis de indigência são muito elevados se comparados à média nacional (SÁ *et al*., 2010).

Para que ocorra o planejamento das áreas susceptíveis à desertificação, faz-se necessário um levantamento do substrato físico-natural da área a ser gerenciada. Considerando que o relevo é parte importante desse substrato, a Geomorfologia e a Cartografia Geomorfológica são componentes importantes para o planejamento dessas áreas (ROSS, 2006).

Segundo Christofoletti (1936), a Geomorfologia é a ciência que estuda as formas de relevo, e essas formas representam a expressão espacial de uma superfície, compondo as configurações da paisagem morfológica. Ainda de acordo com Christofoletti (1936), o objetivo central da Geomorfologia é o estudo do sistema geomorfológico e das formas e processos que o constituem.

Já a cartografia geomorfológica é definida como um ramo específico que possui contribuições da Cartografia e da Geomorfologia, e tem como finalidade interpretar, mapear e representar cartograficamente os sistemas geomorfológicos (NETO, 2020). O mapeamento das formas de relevo é um instrumento técnico essencial para avaliar as fragilidades naturais e as mudanças dinâmicas provocadas por ações antrópicas. A partir disso, torna-se possível

realizar o planejamento da ocupação e uso das terras, tanto para evitar o uso de terrenos com fragilidades quanto para gerenciá-las (SIMON E LUPINACCI, 2019).

No cenário internacional de estudos do relevo semiárido, há a contribuição de autores como Bocco, Mendoza e Velázquez (2001), que evidenciaram as formas de relevo e auxiliaram propostas de planejamento para áreas susceptíveis à desertificação no estado de Michoacan, centro-oeste do México. Já Frankl *et al*., (2012) mapearam o relevo semiárido do norte da Etiópia e discutiram as características destes ambientes, com destaque para os processos erosivos associados à degradação da paisagem e o nível de exposição dos solos.

No contexto brasileiro o “Atlas das Áreas Susceptíveis à Desertificação do Brasil", produzido pelo Ministério do Meio Ambiente - MMA (BRASIL, 2007) retrata os espaços semiáridos, dando ênfase nas ASD e na análise de aspectos ambientais e sociais. Oliveira Junior (2019) realizou o mapeamento geomorfológico das áreas degradadas em Canudos, no semiárido baiano, permitindo a identificação dessas áreas e os impactos físicos e sociais que os processos de degradação ocasionam.

Neste sentido, opta-se por estudar alguns setores baianos pertencentes ao Submédio Vale do São Francisco. Objetiva-se uma compartimentação geomorfológica, levando em consideração os processos morfogenéticos e morfodinâmicos do relevo. Tendo em vista que este projeto faz parte de um projeto maior, aprovado na Chamada Universal do CNPq, que versará sobre o Submédio Vale do São Francisco.

Atualmente o Brasil é um dos países com maior extensão de terras susceptíveis a desertificação (NASCIMENTO, 2013). E segundo Oliveira Junior (2019), as pesquisas referentes a ASD no estado da Bahia são insuficientes para compor uma base de estudos sólida.

Este trabalho também se justifica por possuir relevância social frente aos instrumentos do Programa de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, estabelecido pelo Decreto Estadual nº 11.573 de 04 de junho de 2009, que ambiciona assegurar a integração de políticas e ações realizadas por órgãos da Administração Pública Estadual para instituir medidas de combate à desertificação e minimizar os impactos da seca (BAHIA, 2009).

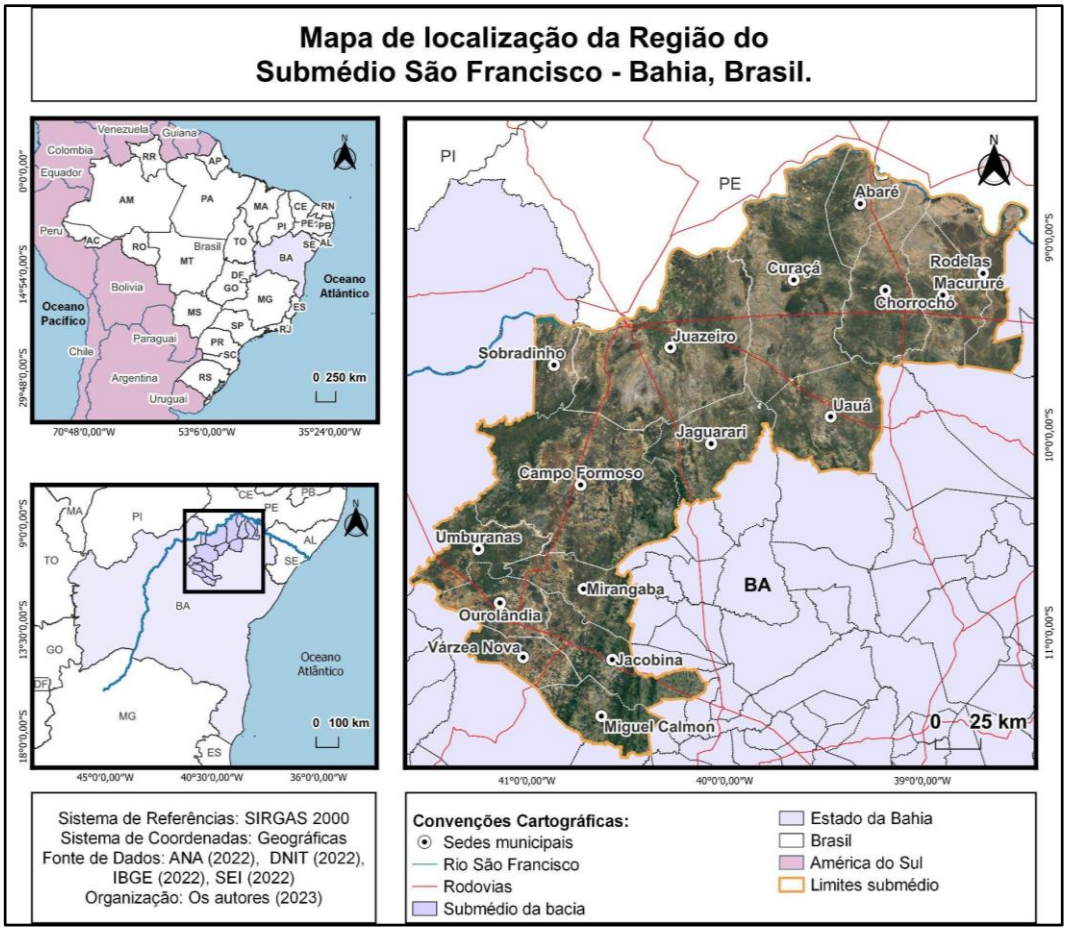
Desse modo, ressalta-se a necessidade da elaboração de mapeamentos geomorfológicos que abordem a morfodinâmica erosiva com foco em planejamento, que são inexistentes no contexto do semiárido brasileiro (LIMA e LUPINACCI, 2021). Assim, esse projeto se justifica frente a necessidade de conhecimento científico sobre a dinâmica das paisagens nos semiáridos tropicais brasileiros, principalmente nas áreas em processo de desertificação no estado da Bahia.

Materiais e métodos

Caracterização da área em estudo

A área de estudo está situada na Região do Submédio São Francisco, no norte do estado da Bahia (Figura 1). Além do mais, cabe destacar que o Submédio São Francisco possui aproximadamente 46.186,00 km² de área territorial, esta região integra o total de 16 localidades, abrangendo os municípios de Abaré, Campo Formoso, Chorrochó, Curaçá, Jacobina, Jaguarari, Juazeiro, Macururé, Miguel Calmon, Mirangaba, Ourolândia, Rodelas, Sobradinho, Uauá, Umburanas e Várzea Nova (CBHSF, 2018).

Figura 1 – Mapa de localização dos municípios no Submédio São Francisco - Bahia, Brasil.



Fonte: Os autores (2023).

Na área que abrange o Submédio São Francisco, há a predominância de três classes climáticas segundo Köppen (1928), sendo elas, semiárido quente (BSh), tropical seco (As) e tropical úmido (Aw). Assim, a classe climática semiárida quente está presente nos municípios de Abaré, Campo Formoso, Chorrochó, Curaçá, Jacobina, Jaguarari, Juazeiro, Macururé, Miguel Calmon, Mirangaba, Ourolândia, Rodelas, Sobradinho, Uauá, Umburanas e Várzea Nova, diferente da classe climática tropical quente, que está presente somente nos municípios

de Campo Formoso, Jaguarari, Miguel Calmon e Mirangaba, além disso, é visto que o clima tropical úmido é o menos predominante, inserido somente em Jacobina, Miguel Calmon e Mirangaba (ANA, 2022).

Desse modo, o clima predominante na região em estudo é o semiárido quente, que tem como principais características, a escassez de chuvas, chovendo em torno de 250 mm a 750 mm por ano, assim como a irregularidade da mesma, além dos altos índices de insolação, evaporação e de temperaturas médias (aproximadamente 27ºC). Além disso, cabe ressaltar que o clima tropical seco, caracteriza-se por possuir a ausência de chuva no verão, tendo chuva somente no inverno, com índices pluviométricos em torno de 1,600 mm por ano. Assim como a classe climática tropical seco, é crucial destacar o clima tropical úmido, possui estação chuvosa no verão (com precipitações que variam entre 750 mm a 1,800 mm durante o ano) e inverno seco (EMBRAPA, 1986 e 1988).

No que concerne às circunstâncias geológicas, a Região do Submédio São Francisco encontra-se inserida no cráton do São Francisco, com a predominância de unidades geológicas, sendo elas, Jequié-Curaçá, Sobradinho-Paramirim e Espinhaço-Chapada Diamantina dispostos da Era Proterozóica (RADAMBRASIL, 1983). Acrescenta-se que, os blocos Jequié-Curaçá são compostos por rochas metamórficas (ANJOS, 2019), a exemplo de granulitos, rochas enderbíticas, charnoenderbíticas e charnockítica (BARBOSA, *et al*., 2012) do mesmo modo, os complexos Sobradinho-Paramirim possuem a predominância de rochas metamórficas, como ortognaisses e paragnaisses (CPRM, 2009), como também, o supergrupo Espinhaço-Chapada Diamantina possui o domínio de rochas metamórficas como gnaisses e quartzitos (SILVA, 1994).

No tocante às formas de relevo resultantes na área, é possível observar diversas conformações, a exemplo das chapadas, depressões, patamares, planaltos, planícies, serras e tabuleiros, com maior predominância das depressões (ANA, 2022). As depressões são formações irregulares, com suaves inclinações decorrentes do intemperismo mecânico em função da ação abrasiva do vento e da água, sendo originadas por rochas cristalinas ou sedimentares, com altitudes que variam entre 100 m a 500 m (GUERRA, 1993).

Em relação aos solos identificados na Região do Submédio São Francisco, encontram-se grandes variações das classes de solos, dispostas como, Argissolos, Cambissolos, Latossolos, Luvissolos, Neossolos, Planossolos e Vertissolos (INPE, 2022). Ademais, cabe enfatizar que, a classe de solos de maior ocorrência na Região do Submédio São Francisco, é a de Latossolos, diferenciando-se por ser um solo com maior nível de intemperização, sendo dessa forma extremamente evoluído (EMBRAPA, 2008; INPE, 2022).

No que diz respeito à hidrografia da Região do Submédio São Francisco, percebe-se a predominância de riachos intermitentes, que durante parte do ano drenam água, porém, em

outro período tornam-se secos. Sendo também, composta por riachos efêmeros, que são canais fluviais que durante maior parte do ano permanecem secos, comportando água somente no período de chuvas e após a ocorrência da precipitação, como também, por riachos perenes, que comportam água durante todo o ano (EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2009; CHRISTOFOLETTI, 1980; CBHSF, 2014).

Assim, compensa salientar que essa área possui escassez de incidência de chuvas, desse modo, os riachos intermitentes presentes na região do Submédio São Francisco, não dispõem de água nos longos períodos de estiagem (CBHSF, 2013; CBHSF, 2019).

Quanto a vegetação predominante na área do Submédio São Francisco, é possível perceber a presença do bioma caatinga, ou seja, a presença de refúgios vegetacionais alto-montano, savana arborizada, savana estépica (arborizada, floresta estacional, florestada, gramíneo-lenhosa, parque) e vegetação secundária (INPE, 2022). Desse modo, na área do Submédio São Francisco o tipo vegetacional principal é savana estépica arborizada, que é representado pela sua resistência e adaptação a longos períodos de estiagem presentes na caatinga e também no semiárido baiano (INPE, 2022; CBHSF, 2023; IBGE, 2017).

No que tange a demografia, cabe destacar que segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2021), a atual área de pesquisa possui um contingente populacional de cerca de 631.277 habitantes, com destaque no município de Juazeiro, que concentra 219.544 habitantes (IBGE, 2021). Já o PIB (produto interno bruto) dos municípios expostos, equivalem a aproximadamente R$226.226,99, com a predominância de atividades econômicas do setor primário e secundário, como agropecuária e atividades industriais (IBGE, 2020).

Procedimentos metodológicos

O presente trabalho foi segmentado por quatro etapas de elaboração, sendo a primeira etapa desenvolvida a partir da realização de revisão bibliográfica acerca da cartografia geomorfológica em âmbitos semiáridos tropicais. Já a segunda parte foi elaborada através da aquisição de dados com base no TOPODATA, que é um banco de dados geomorfométricos resultantes das pesquisas do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2008), e do georreferenciamento, da vetorização, da integração dos dados em ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG) com o uso do software QGIS (versão 3.22.8). E, assim, a terceira fase de organização dos dados cartográficos se deu por meio da obtenção de dados do Projeto RADAMBRASIL (1983) e da produção da tabela de índice de dissecação da área de estudo em questão. Já, a quarta etapa foi segmentada pelo trabalho de campo, que ocorreu nos municípios de Abaré, Campo Formoso, Chorrochó, Curaçá, Macururé, Rodelas e Uauá.

Apresenta-se a seguir, o detalhamento dos principais procedimentos relativos à segunda e quarta etapas.

No primeiro momento, foi elaborada uma imagem raster com base no TOPODATA no formato .tiff com dados de sombreamento de relevo do Submédio São Francisco através de um ambiente de SIG, com o auxílio do software gratuito QGIS (versão 3.22.8), diante da integração dos dados elaborados foi calculado o índice de dissecação do relevo do Submédio São Francisco, como expõe a Tabela 1. Conforme Ross (1992), a dissecação é descrita como o desnudamento e a escavação de vales, em função da intensa ocorrência de processos erosivos (REIS e SOUZA, 2023).

Assim, para o cálculo do índice de dissecação, foi-se necessário analisar compartimentos individuais da àrea de estudo em questão, visto que a análise se deu a partir da observação dos detalhes da imagem sombreada do relevo, a exemplo manchas e texturas, utilizando como material de apoio, dados sobrepostos das curvas de nível e seus pontos cotados, assim como redes de drenagem presentes no Submédio São Francisco, em conformidade com Lima e Lupinacci (2019).

Em seguida, os compartimentos geomorfológicos mais danificados foram selecionados, e também, amostras de cada compartimento foram extraídas aleatoriamente, visando mensurar de forma quantitativa, o índice de atividade fluvial sobre o solo, tanto horizontal como vertical. Sendo assim, a dissecação horizontal é descrita como o afastamento mediano entre divisores de água, ou até mesmo entre interflúvios, que foi calculada a partir do comando linha, disposto na barra de atributos do software QGIS (versão 3.22.8), seguindo as indicações do IBGE (2009). Já a dissecação vertical, é determinada pela extensão vertical da ocorrência da dissecação, orientação aplicada pelo Projeto RADAMBRASIL (1983), por Ross (2003) e recomendada por Lima e Lupinacci (2019) (REIS e SOUZA, 2023).

A Tabela 1 foi utilizada para complementar a base de dados do RADAMBRASIL (1983), visto que a partir desse conjunto de dados, foi gerado o mapa de compartimentos geomorfológicos do Submédio São Francisco, que contribuiu para a análise do índice de dissecação, como também, na identificação do índice de dissecação predominante em cada compartimento de relevo. Encaminha-se a seguir, a tabela (Tabela 1) de índice de dissecação da área de pesquisa em questão.

Tabela 1 – Tabela de índice de dissecação do Submédio São Francisco.

DISSECAÇÃO HORIZONTAL					
DISSECAÇÃO VERTICAL	**MUITO PEQUENA**	**PEQUENA**	**MÉDIA**	**GRANDE**	**MUITO GRANDE**
	< 500	**500 |- 1.000**	**1.000 |- 1.500**	**1.500 |- 2.000**	**>2.000**
MUITO FRACA (≤ 250)	**5.1**	**4.1**	**3.1**	**2.1**	**1.1**
FRACA (250|-500)	**5.2**	**4.2**	**3.2**	**2.2**	**1.2**
MEDIANA (500|-750)	**5.3**	**4.3**	**3.3**	**2.3**	**1.3**
FORTE (750|-1.000)	**5.4**	**4.4**	**3.4**	**2.4**	**1.4**
MUITO FORTE (≥ 1.000)	**5.5**	**4.5**	**3.5**	**2.5**	**1.5**

Fonte: Adaptada pelos autores (2023).

Resultados e discussão

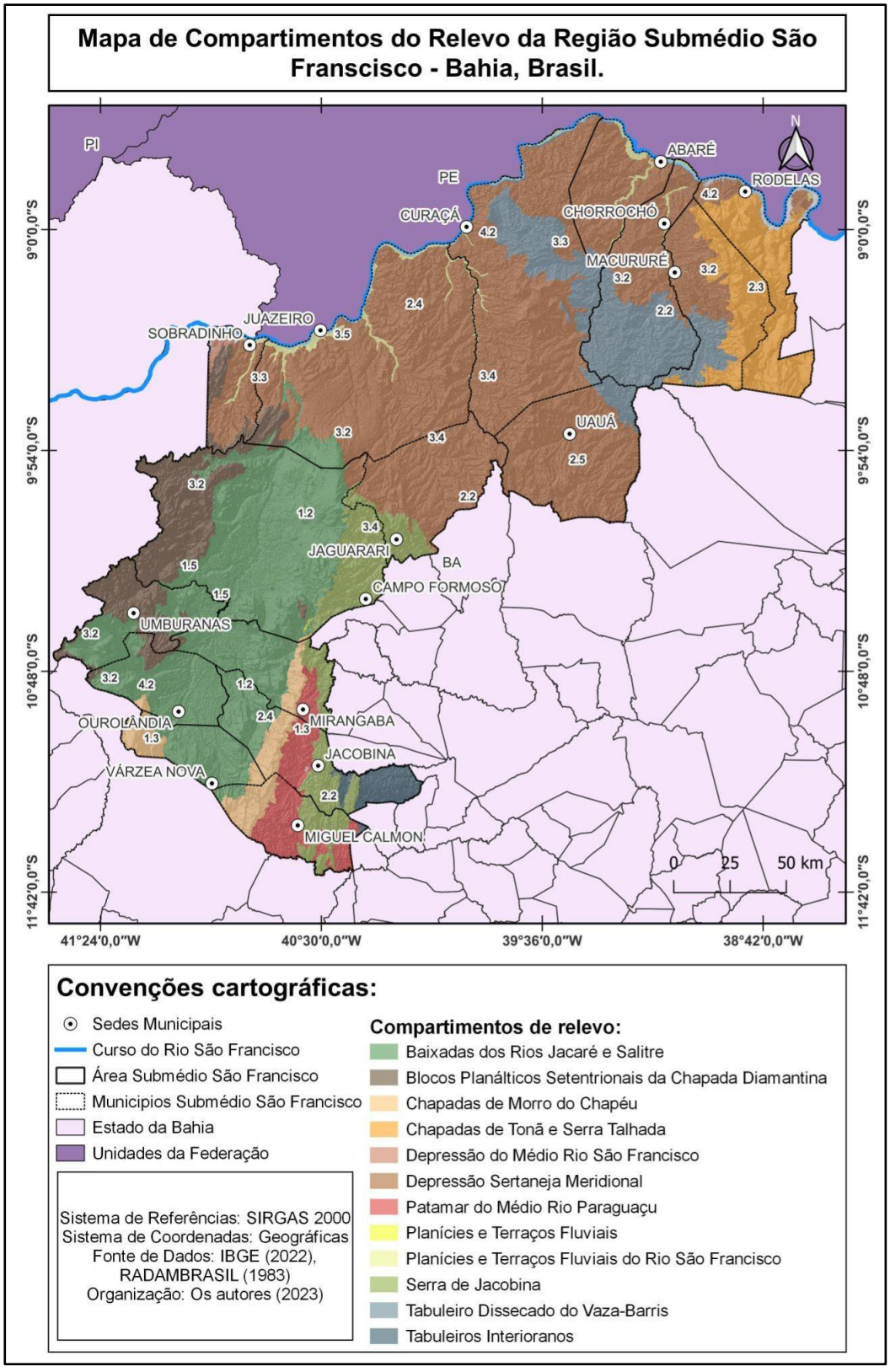
Os elementos viabilizados através do mapa geomorfológico em conjunto com a produção dos índices de dissecação, assim como os dados obtidos através do trabalho de campo, colaboram consideravelmente para a compreensão da distribuição espacial das formas de relevo no espaço geográfico. Além do mais, cabe enfatizar que por meio dos expostos, diversos debates sobre os aspectos morfológicos encontrados no Submédio do São Francisco foram realizados, contribuindo significativamente com esta pesquisa (RADAMBRASIL,1983; IBGE, 2009; LIMA e LUPINACCI, 2019). Apresenta-se a seguir, a tabela de área ocupada pelas classes de relevo e o mapa de relevo da área de estudo em foco.

Tabela 2 – Tabela de ocupação de área pelas classes de relevo.

Classes de relevo	Área ocupada km²	Área ocupada %
Depressão Sertaneja Meridional	20.054,44	43,82%
Baixadas do Rio Jacaré e Salitre	9.720,742	21,24 %
Tabuleiro Dissecado do Vaza-Barris	3.671,06	8,02%
Blocos Planálticos Setentrionais da Chapada Diamantina	3.107,37	6,79%
Chapadas de Tonã e Serra Talhada	2.994,80	6,54%
Serra de Jacobina	2.539,64	5,55%
Patamar do Médio Rio Paraguaçu	1.337,48	2,92%
Chapadas de Morro do Chapéu	1.184,15	2,59%
Planícies e Terraços Fluviais do Rio São Francisco	591,37	1,29%
Tabuleiros Interioranos	487,09	1,06%
Depressão do Médio São Francisco	67,47	0,15%
Planícies e Terraços Fluviais	5,98	0,01%
ÁREA TOTAL	45.761,58	100,00%

Fonte: Os autores (2023).

Figura 2 – Mapa de relevo dos municípios no Submédio São Francisco - Bahia, Brasil.



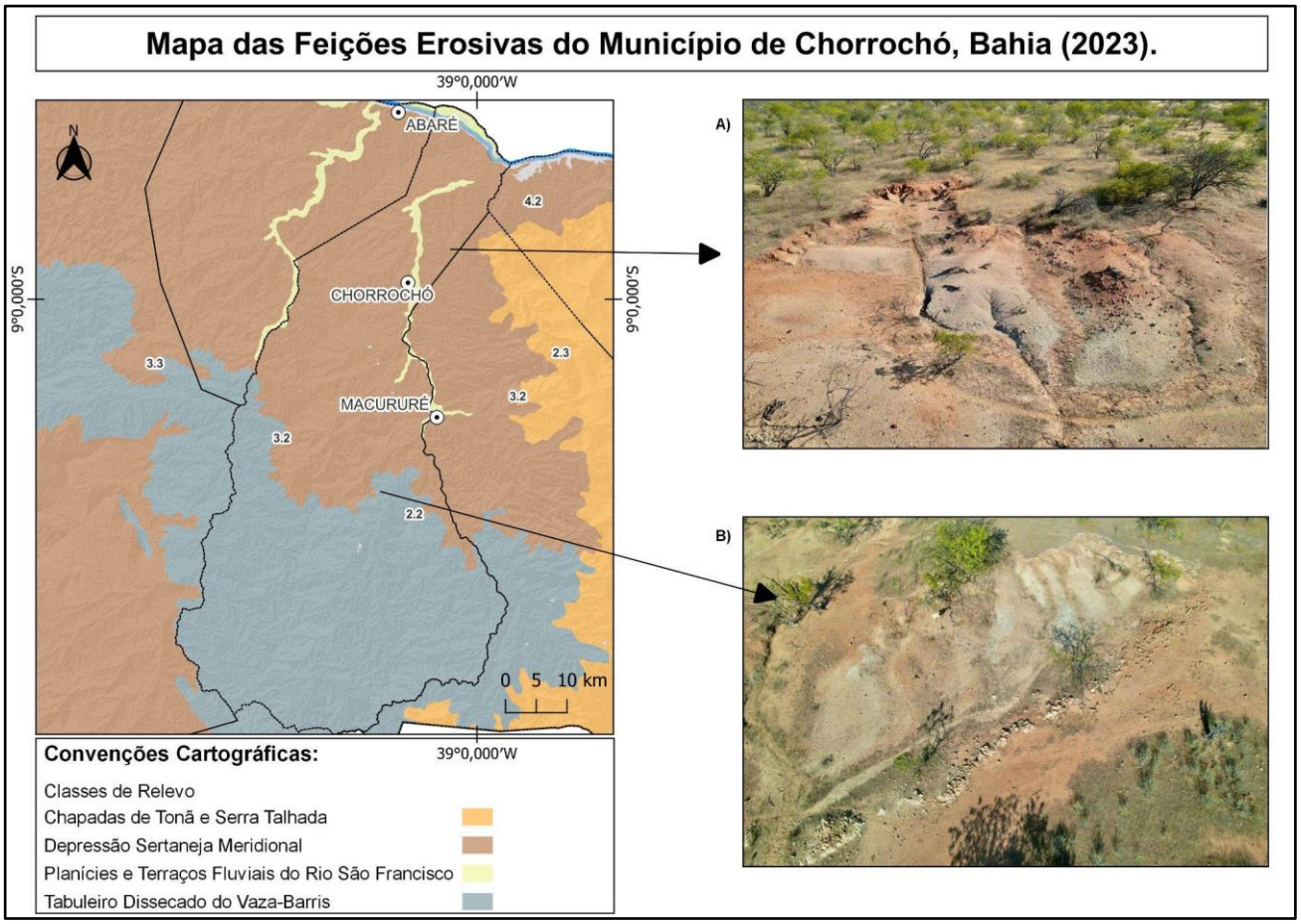
Fonte: Os autores (2023).

É importante destacar que no mapa anunciado, 14 unidades de relevo são apresentadas, no entanto, somente as classes de relevos denominadas por Depressão Sertaneja Meridional, Baixadas dos Rios Jacaré e Salitre, Tabuleiro Dissecado do Vaza-Barris e Planícies e Terraços Fluviais serão discutidas. Visto que essas 4 unidades são consideradas de grande importância para a abordagem do processo susceptibilidade à desertificação no semiárido baiano.

A partir da tabela exposta, compreende-se a predominância da classe de relevo denominada por Depressão Sertaneja Meridional, ocupando 20.054,44 km² da área de estudo em questão, que é caracterizada por ser uma superfície de aplainamento que comporta mais de três bacias hidrográficas, entre elas, a bacia do rio São Francisco. Além disso, essa face expõe suas formas distintas formas geomorfológicas, que abrangem relevos planos, como também plano-ondulados, originados pelo processo de pediplanação em concordância com o modelo exposto em 1956 por Lester King (VALE e RIOS, 2016). Também, é imprescindível ressaltar que essa forma de relevo está disposta em parte significativa do Nordeste do Brasil, limitada ao segmento meridional na Bahia (VELLOSO, SAMPAIO e PAREYN, 2002).

Ademais, essa classe de relevo está distribuída nos municípios de Abaré, Chorrochó, Curaçá, Jaguarari, Juazeiro, Macururé, Rodelas, Sobradinho e Uauá. E, através do trabalho de campo foram encontradas diversas feições erosivas que estimulam de forma intensa o processo de desertificação nessa área, a exemplo da perda da cobertura vegetal, da presença de processos de ravinamento, além da presença de solos em processo de salinização, visto que o processo de salinização do solo é um processo que reduz os nutrientes do solo pela grande quantidade de sais minerais retidos no solo em forma de íons, intensificando os processos de degradação do solo (HOLANDA *et al*., 2007). Conforme ilustrado na Figura 3 que expõe feições erosivas encontradas durante o trabalho de campo.

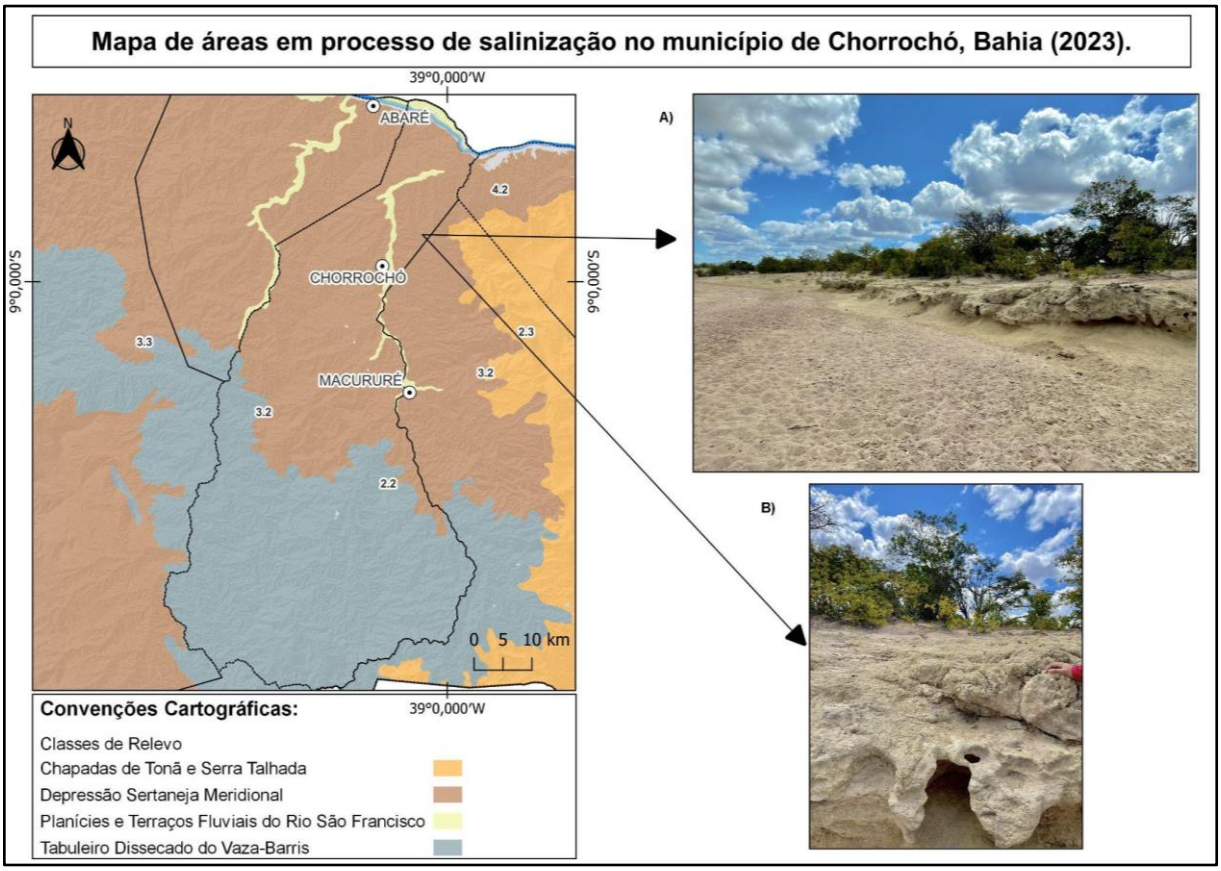
Figura 3 – Mapa das feições erosivas do município de Chorrochó - Bahia.



Fonte: Os autores (2023).

Tendo em vista a Figura 3, percebe-se o alto nível de erosão, decorrente da condição climática do semiárido e da baixa pluviosidade dessa localidade, influenciando na perda de cobertura vegetal do solo, tornando-o cada vez mais exposto. Esses fatores intensificam o processo de degradação do solo, aumentando a susceptibilidade de desertificação nessa área, tornando cada vez mais complexo o processo de restauração do solo. Além disso, foram encontradas áreas com processo de salinização dos solos, expostos no mapa a seguir (Figura 4).

Figura 4 – Mapa de áreas em processo de salinização do solo no município de Chorrochó - Bahia.



Fonte: Os autores (2023).

Diante do mapa acima, é possível visualizar o intenso processo de salinização do solo no município de Chorrochó (Bahia), visto que o processo de salinização compreende a um processo predominante em regiões áridas e semiáridas, que sofre influência da baixa pluviosidade e da alta concentração de sais minerais no solo, impulsionando a perda da cobertura vegetal e aumentando gradativamente com esse processo, a aceleração do processo de desertificação (HOLANDA *et al*., 2007).

Além disso, o processo de salinização dos solos, tem como efeito, a intoxicação das plantas encontradas em solos que passam por esse processo (PEDROTTI, 2015; GKIOUGKIS, *et al*., 2015), assim como, o transporte de sedimentos salinizados para locais não salinizados e o aumento de taxas de evapotranspiração (RIBEIRO, 2010; BRADY e WEIL, 2012; PEDROTTI, 2015; WALTER *et al*., 2018), impactando na dinâmica organizacional da população em determinado espaço, reduzindo gradativamente a produção agrícola, assim como a segurança econômica e alimentícia da sociedade (CASTRO e SANTOS, 2020).

Além do mais, a classe das Baixadas dos Rios Jacaré e Salitre, ocupa 21,24% da área de estudo em questão, compreendendo os limites municipais de Campo Formoso, Jacobina,

Juazeiro, Miguel Calmon, Mirangaba, Ourolândia, Umburanas e Várzea Nova (RADAMBRASIL, 1983).

Adicionalmente, essa classe, é caracterizada por formas de relevo com declividade fraca, além disso, é uma área que sofre muitas intervenções em função das atividades agropecuárias presentes nessas localidades, a exemplo da monocultura do *Sisal* (Agave sisalana), a pecuária de animais de médio porte, assim como a agricultura irrigada, influenciando diretamente na susceptibilidade à desertificação no solo, através da modificação da paisagem, impactando na biodiversidade e no aumento da exposição dos solos (BAHIA, 2017; RIOS, CARVALHO e OLIVEIRA, 2020).

Ademais, a unidade do Tabuleiro Dissecado e Vaza-Barris comporta 8,02% da área do Submédio Vale do São Francisco, com o índice de dissecação dominante de 3.3, sendo esse índice de dissecação considerado como mediano de acordo com a Tabela 1, essa classe de relevo abrange trechos dos municípios de Abaré, Chorrochó, Curaçá, Macururé, Rodelas e Uauá. Além disso, essa unidade é caracterizada principalmente pela erosão de rochas sedimentares, com dissecações resultantes da atuação de canais de drenagem de alta densidade (TEXEIRA, 2014).

No que diz respeito ao processo de desertificação, a classe de relevo Planícies e Terraços Fluviais é bastante influente para a ocorrência desse processo. Sem contar que essa unidade caracteriza-se por não se agregar ao rio atual, ou seja, esses terraços são antigos e independentes, resultantes de indundações antigas (LEOPOLD *et al*., 1964). Ademais, essas surpefícies são bastante aplainadas e contribuem para a susceptibilidade à desertificação, pela intensa atividade erosiva decorrente da ação fluvial.

Além do mais, de modo natural as planícies e os terraços fluviais já são bastante susceptíveis à ações da gravidade, sendo uma problemática delicada, dado que essas áreas são ocupadas de forma inadequada, em função do crescimento desordenado das cidades (CEDAMEN, 2021), mas, pelo fato de serem consideradas como áreas de alto risco de eventos ambientais, como enchentes e inundações, esses locais devem ser planejados, seguindo as indicações expostas na Lei nº 12.608 de 10 de Abril de 2012 (BRASIL, 2012), que objetiva prevenir, como também, reduzir os riscos de desastres ambientais, e também, promover assistência e a recuperação das áreas afetadas.

Considerações finais

Esse trabalho foi elaborado com a finalidade de subsidiar com o desenvolvimento de pesquisas geomorfológicas no Submédio do Vale do São Francisco, partindo do pressuposto da carência de estudos e mapeamento de maior detalhe voltados à desertificação no semiárido baiano. Nesse sentido, entende-se que a metodologia utilizada supriu as demandas

preestabelecidas foi capaz de esclarecer o tema proposto, junto ao software QGIS versão 3.22.8, que se apresentou de modo eficaz.

Nessa perspectiva, torna-se necessário a execução de mapeamentos geomorfológicos em conjunto de revisões bibliográficas voltadas ao Submédio São Francisco, que está inserido no semiárido baiano, que aspirem colaborar com o planejamento das Áreas Susceptíveis à Desertificação, no sentido de contribuir com a melhoria da qualidade de vida da população.

Pertecente ao trabalho, identificou-se na área de estudo em questão o domínio de unidades de relevo alusivas à intensificação do processo de desertificação, sendo elas: Depressão Sertaneja Meridional, Baixadas dos Rios Jacaré e Salitre, Tabuleiros Dissecados e Vaza-Barris e também, Planícies e Terraços Fluviais. Dentre as unidades de relevo dominantes, predomia a classe de relevo Depressão Sertaneja Meridional, que ocupa 20.054,44 Km², ou seja, 43,82% da área de estudo.

E, através da análise do índice de dissecação já exposto e do trabalho de campo, diversas feições erosivas que intensificam o processo de desertificação foram encontradas nessas quatro unidades expostas, presentes princiaplemnte no semiárido baiano, com predominância desses fatores na Depressão Sertaneja Meridional, assim como diversas áreas com solos em processo de salinização, como também, diversas áreas com alta perda de cobertura vegetal e atividade antrópica.

Desse modo, compreende-se a necessidade de pesquisas da área de estudo, assim como a urgência de elaboração de mapeamentos geomorfológicos em maior detalhe, que visem contribuir com o planejamento dessas áreas susceptíveis à desertificação. Assim, espera-se que esse trabalho seja ponto de partida para outras pesquisas, e que forneça uma premissa para distintas propostas cartográficas em Áreas Susceptíveis à Desertificação, que se sugestionem a diagnosticar, monitorar, planejar a dinâmica desses ambientes.

Referências

ANJOS, R. M. **As Rochas Alcalinas da Região de Jaguaquara – Petrografia e Litogeoquímica, Bloco Jequié – Bahia, Brasil**. 2019. 80 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geociências, Programa de Pesquisa e Pós-Graduação em Geologia, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

BAHIA. Decreto nº 11.573 de 04 de junho de 2009. Institui, no âmbito do Estado da Bahia, o Programa de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca, e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado da Bahia**. 04 de junho de 2009.

BAHIA. Secretaria do Meio Ambiente. **Plano de recursos hídricos e proposta de enquadramento dos corpos de água da bacia hidrográfica do rio Salitre: síntese executiva/PF03**. Salvador: CBHS/SEMA/INEMA, 2017. 242p

BOCCO, G.; MENDOZA, M.; VELÁZQUEZ, A. Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping - a toll for land use planning in developing countries. **Geomorphology**. v. 39, n. 3-4, p. 211-219, 2001.

BRASIL. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Topodata: **Banco de dados geomorfométricos do Brasil**, 2008.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Dispõe sobre a proteção e a defesa civil. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 de abril de 2012.

CASTRO, F. C.; SANTOS, A. M. **Salinidade do Solo e Risco de Desertificação na Região Semiárida**. Fortaleza, v. 19, 2020.

CBHSF. **A bacia**. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/#regiões-hidrográficas>. Acesso em 08 de março de 2023.

CBHSF. **Lista de municípios CBHSF**. Disponível em: <https://issuu.com/cbhsaofrancisco/docs/lista_de_munic_pios_bhsf_-_2018.xls>. Acesso em 28 de fevereiro de 2023.

CBHSF. **Rios Perenes e Intermitentes**. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/noticias/natureza_blog/rios-perenes-e-intermitentes/>. Acesso em 08 de março de 2023.

CEMADEN. **Inundação**. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/paginas/ameacas-naturais/inundacao>. Acesso em 23 de setembro de 2023.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

CPRM. **Geologia e Recursos Minerais da Parte Norte do Corredor de Deformação do Paramirim (Projeto Barra-Oliveira dos Brejinhos)**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/303074443_Geologia_e_Recursos_Mineris_da_Parte_norte_do_Corredor_de_Deformacao_do_Paramirim_Projeto_Barra-Oliveira_dos_Brejinhos>. Acesso em 30 de março de 2023.

EMBRAPA. **Classificações climáticas**. Disponível em: <https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/efb/clima.htm>. Acesso em 06 de março de 2023.

EMBRAPA. **Solos do Submédio do Vale do São Francisco: potencialidades e limitações para uso agrícola**. Petrolina, Pernambuco, 2008. Acesso em 06 de março de 2023.

FRANKL, A.; POESEN, J.; DE DAPPER, M.; DECKERS, J.; MITIKU H.; NYSSEN, J., 2012. Gully head retreat rates in the semiarid Highlands of North Ethiopia. **Geomorphology**. 173-174, 185-195.2013

GUERRA, A.T. **Dicionário Geológico-Geomorfológico**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

GKIOUGKIS, I.; KALLIORAS, A.; PLIAKAS, F.; PECHTELIDIS, A.; DIAMANTIS, V.; DIAMANTIS, I.; ZIOGAS, A.; DAFNIS, I. **Assessment of soil salinization at the eastern Nestos River Delta, N.E**. Greece. Catena, v.128, p.238-251, 2015.

HOLANDA, A. C.; SANTOS, R. V.; SOUTO, J. S.; ALVES, A. R. 2007. Desenvolvimento inicial de espécies arbóreas em ambientes degradados por sais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.7, n.1, p.39-50.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; Diretoria de Pesquisas; Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Estimativas da população residente**. 2022.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Manual técnico de geomorfologia**. Coordenação de Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 2009.

IBGE. **Lista de municípios integrantes da região do Semiárido (2017)**. Disponível em: <http://www.cca.ufpb.br/cca/contents/noticias/ibge-divulga-lista-de-municipios-localizados-

na-regiao-semiarida-do-brasil/lista-1262municipios-semiarido-2017.pdf>. Acesso em 08 de março de 2023.

IBGE. **Produto interno bruto dos municípios**. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em 13 de março de 2023.

INDE. **Visualizador de mapas**. Disponível em: <https://visualizador.inde.gov.br/>. Acesso em 13 de março de 2023.

INPE- Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. Terra Brasilis. **Plataforma de dados**. São Paulo: INPE, 2022. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>. Acesso em 07 de março de 2023.

INPE - Instituto Nacional De Pesquisas Espaciais. **Projeto Topodata**. 2008. Disponível em: < http://www.dsr.inpe.br/topodata/>. Acesso em 07 de março de 2023.

JUNIOR, I.O. **Da Mata Branca ao Estado de Degradação: A desertificação em Canudos-BA**. 2019. Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Geografia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2019.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. **Klimate der Erde**. Gotha: Verlag Justus Perthes. 1928.

LEOPOLD, L.B.; WOLMAN, M, G. & MILLER, J.P. **Fluvial processes in Geomorphology**. San Francisco: Freeman, 1964. 522p.

LIMA, K. C.; LUPINACCI, C. M. Fragilidades e potencialidades dos compartimentos geomorfológicos da bacia hidrográfica do Rio Bom Sucesso–semiárido da Bahia/Brasil. **Revista Equador**, v. 8, n. 2, p. 503-520, 2019.

LIMA, K.C.; LUPINACCI, C.M. Geomorfologia do semiárido: proposta metodológica de representação cartográfica e interpretação do relevo em escala de detalhe. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 22, n.2, p. 217-234, 2021.

MMA, Secretaria de Recursos Hídricos, Universidade Federal da Paraíba; SANTANA, M.O. **Atlas das áreas susceptíveis à desertificação do Brasil**. Brasília: MMA, 2007.

NASCIMENTO, F. R. **O fenômeno da desertificação**. Goiânia: UFG, 2013.

NETO, R. M. **Cartografia geomorfológica**: revisões, aplicações e proposições. Curitiba: CRV, 2020.

PAN BRASIL. **Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, 2004.

PEDROTTI, A.; CHAGAS, R. M.; RAMOS, V. C.; PRATA, A. P. N.; LUCAS, A. A.T.; SANTOS, P.B.; Causas e consequências do processo de salinização dos solos. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1308-1324, 2015.

RADAMBRASIL, PROJETO. **Folha SC. 24/25 Aracajú/Recife**. Rio de Janeiro: Departamento Nacional da Produção Mineral, 1983.

REIS, F. S.; SOUZA, S. O. Contribuições da Cartografia Geomorfológica ao Planejamento do Uso e Ocupação da Terra: Aplicações no Município de Antônio Gonçalves - BA. **Caminhos de Geografia**. Uberlândia, v. 24, n. 92, p. 304–322, 2023. DOI: 10.14393/RCG249264011.

RIBEIRO, M. R. **Origem e classificação dos solos afetados por sais**. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. (Orgs.) Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2010, p.12-19.

RIOS, M. L.; CARVALHO, V. L. M.; OLIVEIRA, F. S. **Solos Carbonáticos e a Desertificação no Médio Curso da Bacia do Rio Salitre, Bahia**. Revista Brasileira de Geomorfologia, [S. l.], v. 21, n. 4, 2020. DOI: 10.20502/rbg.v21i4.1940.

ROSS, J. L.S. **Ecogeografia do Brasil**: Subsídios para planejamento ambiental. 1ª ed. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2006.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**.-4ª. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003.

SÁ, I. B.; ANGELOTTI, F. Degradação ambiental e desertificação no Semiárido brasileiro.In: ANGELOTTI, F.; SÁ, 1.B.; MENEZES, E. A.; PELLEGRINO, G. Q. (Ed.). **Mudanças Climáticas e desertificação no Semiárido brasileiro**. Petrolina: Embrapa Semiárido, Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2009. cap. 4, p. 53-76.

SA, I. B.; SILVA, P. C. G. **Semiárido brasileiro**: pesquisa, desenvolvimento e inovação. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAÚJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de solos**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2018.

SILVA, A. J.C.L.P. **O Supergrupo Espinhaço na Chapada Diamantina Centro - Oriental, Bahia: Sedimentologia, Estratigrafia e Tectônica**. 1994. 186 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geociências, Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

SIMON, A.H; LUPINACCI, C.M. (Org.). **A Cartografia geomorfológica como instrumento para o planejamento**. Pelotas: Ed. UFPEL, v. 01, 2019.

SOUZA, T. A.; OLIVEIRA, R. C. **Avaliação da potencialidade de imagens tridimensionais em meio digital para o mapeamento geomorfológico**. Revista Geonorte, edição especial, v. 2, n. 4, 2012, p. 1348 – 1355.

TEIXEIRA, A. C. O. **Efeito das Mudanças nos Padrões de Uso da Terra nos Processos Hidrológicos da Bacia Hidrográfica do Rio Subaúma - Bahia**. 2014. 236 f. Tese (Doutorado) - Curso de Curso de Pós-Graduação em Geografia, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

VALE, R.M.C.; RIOS, I.Q. Relevo e Produção do Espaço na Depressão Sertaneja Meridional-Bahia. **Geosaberes**, v. 6, n. 3 fev. Fortaleza-CE, p. 203-216, 2016.

VELLOSO, A. L., SAMPAIO, E. V. S. B., e PAREYN, F. G. C. **Propostas para o Bioma Recife: Associação Plantas do Nordeste**; Instituto de Conservação Ambiental, The Nature Conservancy do Brasil, 2002.

WALTER, J.; LÜCK, E.; BAURIEGEL, A.; FACKLAM, M.; ZEITZ, J. Seasonal dynamics of soil salinity in peatlands: A geophysical approach. **Geoderma**, v.310, p.1-11, 2018.

Caracterização de sistemas erosivos a partir de tecnologia LIDAR no município de Belém de são Francisco, semiárido de Pernambuco

Erosion systems characterization from LIDAR technology in the municipality of Belém de São Francisco, semi-arid region of Pernambuco

Maria Eduarda Godoi Pinto
Licenciatura em Geografia, UPE - Universidade de Pernambuco, *Campus* de Garanhuns
Orcid 0009-0004-7565-7864
mariaeduarda.pinto@upe.br

Ilamar Antonio da Silva
Licenciatura em Geografia, UPE - Universidade de Pernambuco, *Campus* de Garanhuns
Orcid 0000-0001-6778-7440
Ilamar.silva@upe.br

Janaína Santos Deodato da Silva
Licenciatura em Geografia, UPE - Universidade de Pernambuco, *Campus* de Garanhuns
Orcid 0009-0006-8037-2737
janaina.deodato@upe.br

Maria Rita Monteiro de Lima
Licenciada em Geografia, UPE - Universidade de Pernambuco, Campus de Garanhuns
Orcid 0009-0007-4915-3306
mariarita.08lima@gmail.com

Kleber Carvalho Lima
Departamento de Geografia, UPE - Universidade de Pernambuco, *Campus* de Garanhuns
Orcid 0000-0002-9468-2473
kleber.carvalho@upe.br

Resumo: Os processos que causam a erosão são complexos, variando no espaço, no tempo e na diversidade de formas de relevo. No semiárido, os terrenos são naturalmente suscetíveis à erosão, intensificados por fatores antrópicos. Desse modo, o objetivo desse trabalho é analisar um sistema erosivo no município de Belém do São Francisco - PE. A partir de imagens obtidas com LiDAR e trabalhos de campo, foi confeccionada a Carta de Morfoconservação em escala 1:5000. Os elementos identificados consistiram nas curvas de nível, rede de drenagem efêmera, cobertura vegetal, solo exposto e formas e processos erosivos. As formas erosivas presentes incluíram sulcos, ravinas e voçorocas e cabeceiras, todos conectados em rede ao canal fluvial. Também, foram identificados terrenos dissecados por erosão linear com remoção dos horizontes superficiais. Com base nos dados, aponta-se que a área se encontra em avanço estagio de degradação, refletindo a tendencia regional de erosão associada a desertificação.

Palavras-chave: Erosão, Sensoriamento Remoto, Morfoconservação dos terrenos, Desertificação.

Abstract: The processes that cause erosion are complex varying in space, time and in the diversity of landforms. In semiarid region the land is naturally susceptible to erosion, intensified by anthropic factors. Thus, the objective of this work is to analyze an erosion system in the Belém do São Francisco municipality - PE. Based on images obtained with LiDAR and field work, a Morphoconservation Chart was created at a scale of 1:5000. The identified elements consisted of contour lines, ephemeral drainage network, vegetation cover, exposed soil and forms and erosion processes. The erosive forms present included grooves, ravines and gullies and headwaters, all connected in a network to the river channel. Also, terrains dissected by linear erosion with removal of surface horizons were identified. Based on the data, it is pointed out that the area is in an advanced stage of degradation, reflecting the regional trend of erosion associated with desertification.

Keywords: Soil erosion, Remote Sensing, Morphoconservation Chart, Desertification.

Introdução

No semiárido brasileiro, a erosão hídrica é uma das principais questões ambientais a serem discutidas atualmente, já que é responsável por volumes significativos de solos perdidos por ano, principalmente nas áreas que atualmente estão degradadas. Nesse ambiente, os terrenos são naturalmente suscetíveis à erosão por fatores naturais como regime climático, especialmente quando ocorre chuvas torrenciais, solos rasos, pobres em matéria orgânica e elevada deficiência hídrica e cobertura vegetal esparsa. Além dos condicionantes naturais, fatores antrópicos são responsáveis por acelerar os processos e desenvolver formas erosivas. Goudie (2013), salientou que, dentre os diversos processos de degradação dos solos, a erosão acelerada é o que traz os maiores prejuízos econômicos, sociais e ambientais.

Os processos que causam a erosão são complexos, variando não apenas no espaço e no tempo, mas também na diversidade de formas de relevo derivadas, elaboradas à medida em que se desenvolvem (SIDLE et al., 2018). Formas de relevo derivadas de processos erosivos são diversas, sendo que as feições erosivas lineares apresentam diferentes definições teóricas.

De acordo com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT, 1991; CANIL et al., 1995), as feições lineares ocorrem nas modalidades de sulcos, ravinas e voçorocas. Adotando critérios processuais, os sulcos foram definidos como pequenas incisões em forma de filetes muito rasos que ocorrem nas linhas de maior concentração das águas do escoamento superficial. Ravinas foram definidas como feições lineares com forma alongada, tendo, no mínimo, 30 cm de profundidade. As voçorocas, por sua vez, foram definidas como incisões mais complexas com atuação do escoamento superficial e subsuperficial pelo afloramento do lençol freático no fundo da feição.

Na literatura internacional, a Soil Science Society of America (SSSA, 2008) definiu ravinas (rill) como um pequeno canal de escoamento de água intermitente com margens íngremes, geralmente com apenas alguns centímetros de profundidade. Já as voçorocas (gully) foram definidas como um canal resultante da erosão, causado pelo fluxo de água concentrado e intermitente, geralmente, durante e imediatamente após chuvas fortes, com largura e profundidades > 0,5 m.

Embora a temática seja relevante e, atualmente, amplamente discutida na literatura geomorfológica nacional (OLIVEIRA; SELVA, 2019; RIOS; SILVA; CARVALHO-SANTOS, 2020; SIMPLICIO, 2020; LIMA et al., 2023; BORGES NETO et al., 2023), faz-se necessário que análises detalhadas, embasadas por diferentes métodos e técnicas, sejam desenvolvidas em diferentes contextos do semiárido do Brasil. Assim, a modelagem desses processos em

escalas de detalhe pode contribuir com a gestão de áreas degradadas e com a prevenção de degradações futuras.

Nesse sentido, a utilização de produtos de sensoriamento remoto obtidos com tecnologias avançadas, como o LiDAR (Light Detection and Ranging), tem se mostrado uma ferramenta importante para a análise de informações detalhadas sobre a superfície terrestre. Pinho et al. (2007) destacou que a utilização desses produtos pode ser primordial na análise de uma área, pois permite a identificação de objetos de modo eficaz e com nível de detalhamento que favorece a analise acurada de fenômenos, como a erosão.

No município de Belém do São Francisco, a erosão ocorre em diversos setores, principalmente naqueles onde a ação antrópica é mais frequente. Trabalhos anteriores apontaram a problemática da erosão no município sob diferentes abordagens metodológicas (MENEZES et al., 2007; XAVIER et al., 2020). Desse modo, o objetivo desse trabalho é analisar um sistema em escala de detalhe, como forma de compreensão dos processos dinâmicos com participação antrópica no município de Belém do São Francisco, semiárido pernambucano.

Materiais e métodos

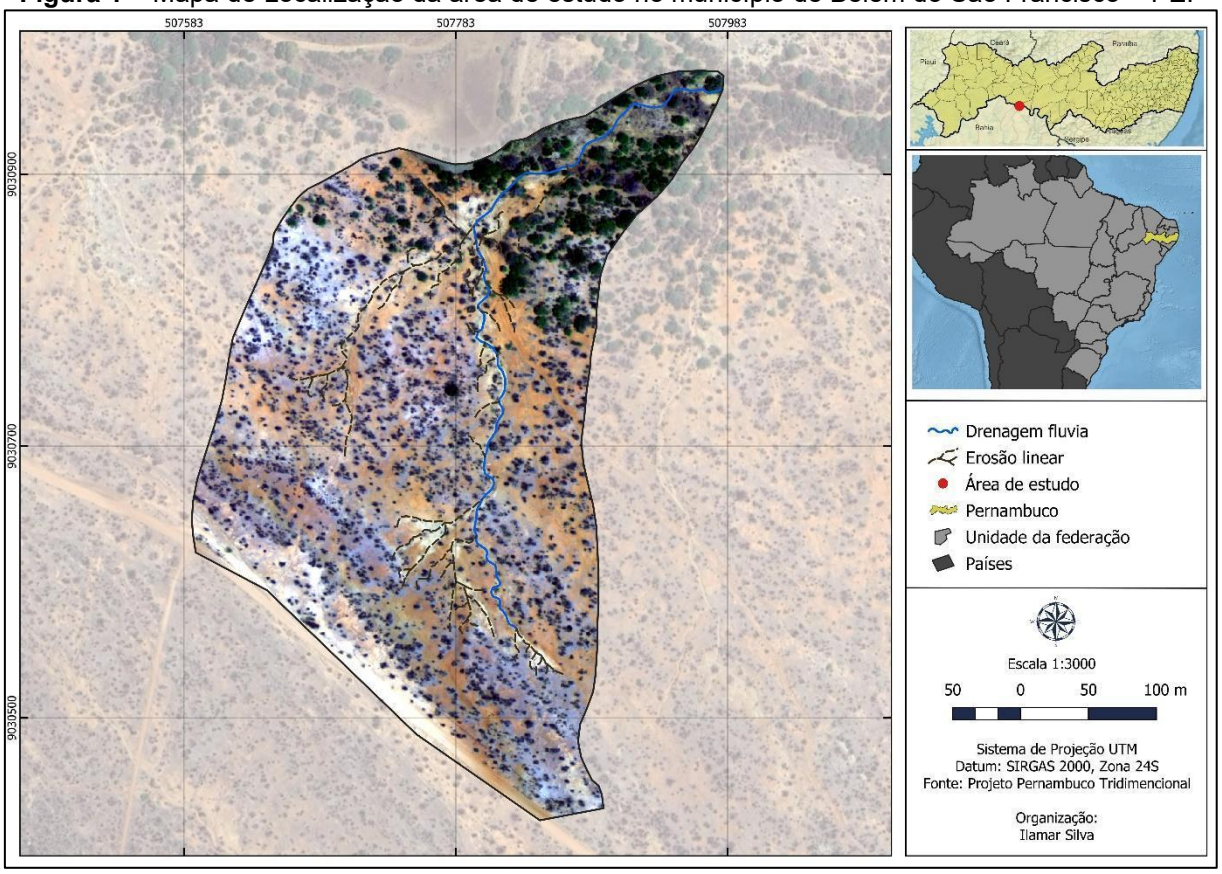
Para o desenvolvimento da pesquisa, foi selecionado um sistema erosivo localizado próximo a área urbana, há cerca de 4,3 km a sudeste do centro da cidade, cujo canal de drenagem fluvial ao qual esse sistema está conectado é afluente do riacho Guarida, afluente do Rio São Francisco (Figura 1).

Neste setor, o embasamento é composto por migmatitos de composição variando entre sienogranito a granodiorito com intercalação de rochas metamáficas e metaultramáficas de idade Neoproterozóica, pertencentes ao Complexo Belém do São Francisco (CPRM, 2018). Ocorrem lineamentos estruturais com sentido preferencial NO-SE e falha transcorrente sinistral com sentido E/NE – SO/O. Sobre a superfície atua o clima Semiárido com pluviosidade média anual de 432 mm, concentrada entre os meses de janeiro e abril. A distribuição das chuvas é irregular, com ocorrência de longos períodos de estiagem e chuvas torrenciais.

A torrencialidade das chuvas contribui para a elevada remoção dos sedimentos dispostos nas superfícies de aplainamento regionais, que fazem parte da Depressão Sertaneja (RADAMBRASIL, 1983). No setor analisado, as superfícies planas apresentam altitudes entre 309 e 317 m e são recobertas por Luvissolos Cromicos. São solos rasos e apresentam usualmente mudança textural abrupta entre os horizontes A e B, suscetíveis à erosão, com limitações ao uso devido a elevada pedregosidade superficial. Este solo dá

suporte a vegetação de Caatinga Parque, regionalmente hiperxerófila, com arbustos intercalados por herbáceas e gramíneas e distribuição espaçada (IBGE, 2012).

Figura 1 – Mapa de Localização da área de estudo no município de Belém do São Francisco – PE.



Fonte: Os autores (2023).

Para o mapeamento do sistema erosivo foram utilizados produtos derivados de tecnologia LiDAR, disponibilizados pela Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), sendo utilizados ortofotos e modelos digitais do terreno (MDT) do Projeto Pernambuco Tridimensional – PE3D, datados do ano de 2016 e resolução de 0,5m. O mapeamento foi realizado no software Qgis Desktop 3.16.15, cuja escala adotada foi de 1:5000.

Com base no MDT, foram extraídas curvas de nível com equidistância de 5 e 1 metro, além de serem gerados mapas de relevo sombreado, como forma de auxiliar a identificação das feições erosivas. As erosões lineares foram identificadas a partir do método de interpretação visual por composição de informações (ZHANG; LIU, 2019).

No sistema erosivo foram mapeadas as feições erosivas, a fim de se inferir os diferentes tipos de processos que atuam na área de estudo. Além das feições erosivas lineares, que foram classificadas em incisão conectada ao canal de drenagem e incisão conectada a outras incisões, os elementos representados também incluíram a rede de

drenagem, solo exposto, cobertura vegetal, as erosões em cabeceira (Headcut), terrenos erodidos dissecados por incisões lineares.

Para o mapeamento do sistema erosivo, foram adaptadas as propostas de Verstappen e Zuidam (1975) para a Carta de Morfoconservação dos Terrenos, além da proposta de Lima et al. (2023) par a Carta de Morfoconservação de Terrenos Erodidos. As simbologias também foram adaptadas dos referidos autores, onde alguns símbolos foram tomados da biblioteca desenvolvida pelo Departamento de Geografia e Planejamento Ambiental (DGPA) – UNESP/Rio Claro (SILVA; SOUZA; LUPINACCI, 2022). Para o mapeamento, foi utilizado o software QGIS Desktop 3.16.1.

Trabalhos de campo foram realizados em outubro de 2022 com o objetivo de verificar e atualizar informações obtidas no mapeamento, por meio da medição das feições erosivas com auxílio de trena, além de aerolevantamento realizado com o auxílio de aeronave remotamente pilotada (ARP), modelo Air 2S, da fabricante DJI.

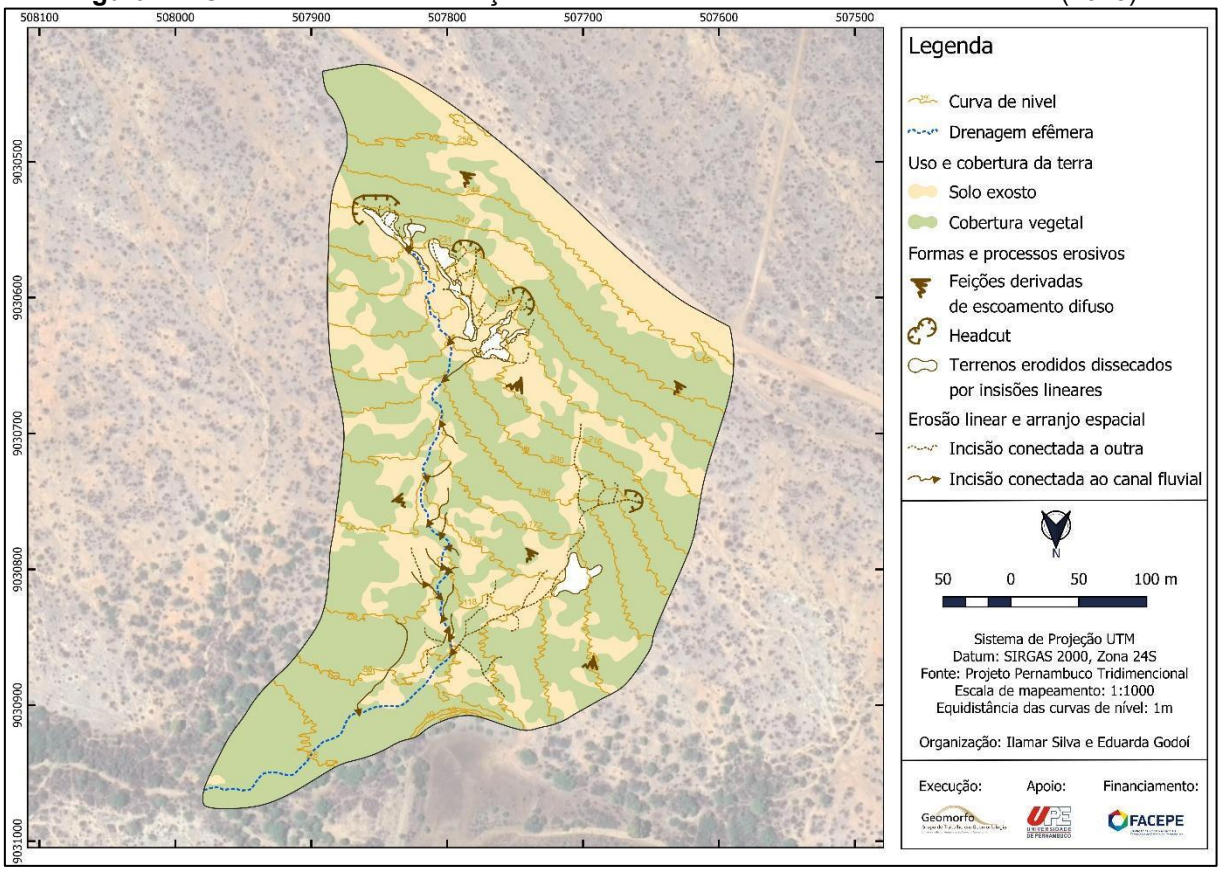
Resultado e discussão

O sistema erosivo apresentou área de 116.543,80 m², cujos elementos mapeados consistiram nas curvas de nível, rede de drenagem efêmera, cobertura vegetal, solo exposto e formas e processos erosivos (Figura 2). Observa-se que os processos foram indicados com simbologias, a partir de inferências realizadas com base em feições encontradas no terreno.

Das feições erosivas, foram identificadas aquelas derivadas de escoamento difuso, ou sulcos (IPT, 1991) cujas profundidades não ultrapassaram 0,5 cm; cabeceiras em formato semicircular; terrenos erodidos (com remoção dos horizontes superficiais do solo) dissecados por incisões lineares; e erosão linear.

Com relação a distribuição espacial da erosão linear, foi identificado a partir do mapeamento que a maior ocorrência de feições está no setor superior do sistema erosivo (mas com menor extensão), seguido do setor central, cujas incisões apresentaram as maiores extensões. Por sua vez, as incisões encontradas no terço médio da vertente são aquelas conectadas diretamente ao canal de drenagem (Figura 2). As vertentes apresentaram declividade média de 8%, assim o escoamento começa a se concentrar na transição do terço superior com o terço médio da vertente, favorecendo assim o surgimento de erosão linear.

Figura 2 – Carta de Morfoconservação dos Terrenos do sistema erosivo em estudo (2023).



Fonte: Os autores (2023).

A área com cobertura vegetal correspondeu a 74.902,96^2 do sistema erosivo, porém, trata-se de vegetação constituída por Caatinga arbustiva e espaçada, apresentando pouca eficiência para proteger o solo do impacto das chuvas torrenciais que ocorrem na região (Figura 3). Ainda assim, aponta-se que a vegetação apresenta importância para a retenção das partículas de solo através do sistema radicular das espécies arbustivas.

Intercalados aos arbustos, ocorrem amplas áreas de capim e biocrostas (Figura 3), sendo necessárias maiores investigações a respeito dessa associação. Isso se deve ao fato de que o capim não apresenta sistema radicular favorável à retenção das partículas. Porém, notou-se que onde havia biocrostas os processos erosivos em microescala são retardados, já que a mesma pode contribuir para a retenção de umidade na cama mais superficial do solo.

As áreas com solo exposto ocuparam 39.561,15 m² do sistema erosivo (Figura 3), e foram caracterizadas como terrenos recobertos por pavimento detrítico, cujo material arenoso é facilmente removido pelo escoamento superficial difuso, permanecendo os finos e o cascalho. O material fino constantemente apresenta-se com gretas de contração, em razão das altas taxas de evaporação que contrai as argilas expansivas, o que contribui para a formação de erosão linear nos períodos chuvoso, já que formam caminhos preferenciais de escoamento concentrados.

Figura 3 – Mosaico de fotos da área de estudo: Caatinga com arbustos secos espaçados, entremeados por capim e biocrostas (superior esquerda); setor com formação de ravinas (superior direita); ravina com formação de cabeceira (inferior esquerda); solo exposto e áreas com remoção de horizontes superficiais (inferior direita).

Fonte: Os autores (2022).

Em setores situados a montante do sistema erosivo, 2.081,58 m² corresponderam aos terrenos erodidos dissecados por incisões lineares do tipo sulcos. São terrenos com processos severos de erosão onde houve a remoção do horizonte A, ou mesmo do horizonte B (Figura 3), expondo o regolito. Estes ocorrem às margens das feições erosivas lineares, onde a erosão lateral indica que há a retirada do material no sentido da base para o topo, potencializada pela mudança textural abrupta entre os horizontes do solo.

As feições erosivas lineares do tipo ravinas e voçorocas apresentaram um total de 68 incisões. Dessas, 1 feição foi caracterizada como voçoroca e as demais como ravinas, segundo SSSA (2008). Dessas, 50 feições estavam conectadas diretamente com outra feição e 18 conectadas a rede de drenagem. O padrão de conectividade espacial das incisões permite inferir que a transferência de sedimentos na vertente do sistema erosivo é eficiente, já que não há impedimentos para a transmissão dos fluxos de água e material.

Silva et al. (2019), apontou que a erosão hídrica é um dos principais problemas ambientais, pois pode provocar danos irreversíveis ao solo ao remover a camada superficial, reduzir a camada arável e a diversidade e atividade microbiológica do solo. No contexto da

área de estudo, a remoção de partículas é elevada, considerando-se as formas de relevo erosivas encontradas, assemelhando-se a outras áreas em avançado estagio de degradação dos terrenos na região, como no município de Floresta (LIMA et al., 2023), Itacuruba (SILVA et al., 2022) e Petrolândia (LIMA et al., 2022).

Dessa forma, o sistema erosivo em análise contribui de modo direto para o assoreamento do riacho Guarida, assim como outros sistemas erosivos presentes de maneira generalizada na bacia hidrográfica. De modo indireto, o transporte de sedimentos em volumes significativos contribui também para a degradação do Rio São Francisco (MENEZES et al., 2007), já que a bacia do riacho Guaridas constitui-se em uma área amostral das condições de produção de sedimentos em terrenos degradados às suas margens e em suas sub-bacias.

A respeito da formação do sistema erosivo, acredita-se que está associada a fatores naturais, como os solos e as chuvas torrenciais. A torrencialidade tem um papel importante na região (XAVIER et al., 2020), já que ocorrem com frequência nos meses de chuva, e estão diretamente ligadas a desagregação de partícula do solo e a erosão.

Por sua vez, os processos erosivos são potencializados por fatores antrópicos como a remoção da cobertura vegetal, e a oscilação do nível das águas do Lago de Itaparica, no Rio São Francisco. Devido à sua localização próxima ao reservatório, é possível que a geração de processos e formas erosivas lineares resultaram da alteração no nível de base original das drenagens, sendo um ponto a ser melhor investigado em pesquisas futuras.

Conclusão

No contexto da área de estudo, considera-se que a erosão se encontra em estágio avançado, contando com trechos onde o horizonte superficial do solo já foi erodido, e assim pode ser correlacionado com fatores naturais e antrópicos. A erosão está presente localmente, mas também no entorno do Lago de Itaparica e indicam o estado ambiental ao qual os municípios da região como um todo se encontram. Além disso, os terrenos degradados por erosão, associados a desertificação interferem na qualidade de vida das populações que necessitam das terras para o desenvolvimento da agricultura, que é um dos principais meios de subsistência do município.

Portanto, é necessário que ações de planejamento ambiental dessas áreas contenham medidas que abordem a recuperação dos setores atualmente degradados, de forma a conter o avanço dos processos erosivos que ali ocorrem. Ainda, aponta-se para as necessidades de: (i) preservar as áreas com remanescentes de vegetação, como modo de se evitar o surgimento de novas áreas erodidas e garantir o equilíbrio ambiental de flora e fauna; (ii) orientar a população para o uso adequado dos recursos naturais como foco na vegetação, solo e recursos hídricos, garantindo o uso sustentável dos mesmos.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão de bolsa de Iniciação Cientifica a primeira autora (PIBIC, processo nº 146253/2022-1); À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco – FACEPE, pela concessão de bolsa de Iniciação Cientifica ao segundo autor (BIC, processo n° 0221-1.07/21).

Referências

BORGES NETO, I. D. O.; XAVIER, R. A.; SOUZA, B. I.; SANTOS, L. J. C.; SOARES, D. A.; SOUZA, J. J. L. L. Preliminary experimental data on surface runoff and soil loss in the Caatinga. Earth Surface Processes and Landforms, 2023.

CANIL, K.; IWASA, O. Y.; SILVA, W. S.; ALMEIDA, L. E. G. Mapa de feições erosivas lineares do estado de São Paulo: uma análise qualitativa e quantitativa. Simpósio Nacional de Controle de Erosão, 5, 1995, p. 249-251.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Mapa Geológico, Folha Floresta (SC.24-X-A-IV), escala 1:100.000. CPRM, 2018.

GOUDIE, A. S. The Human Impact on the Natural Enviorment: Past, Present and future. 7. ed. Oxford: John Wiley & Sons, 2013. 410 p.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual técnico da vegetação brasileira. Rio de Janeiro: IBGE. 2012. 272 p.

IPT - INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Ocupação de encostas. Coord. Cunha, M. A. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1991.

LIMA, K. C.; LUPINACCI, C. M.; GOMES, D. D. M.; SOUZA, S. O.; ALEXANDRE, F. S. Erosão em áreas suscetíveis a desertificação no Semiárido: possibilidades de análise por meio da cartografia geomorfológica baseada em imagens de altíssima resolução. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 24, n. 2, 2023, p. 1-14.

MENEZES, J. B.; ARAÚJO, M. D. S. B.; GALVÍNCIO, J. D.; SAMPAIO, E. V. D. S. B.; CORRÊA, A. C. B. Índice de Vulnerabilidade à Erosão para Uma Bacia na Mesorregião do São Francisco Pernambucano, d Partir das Relações entre Morfogênese e Pedogênese. Revista Brasileira de Geomorfologia, v. 8, n. 2, 2007, p. 45-56.

OLIVEIRA, E. M; SELVA, V. S. F. Estudo da erosão no Seridó paraibano como indicador do processo de desertificação: Juazeirinho, Paraíba. Revista brasileira de geografia física, v. 12, n. 3, p. 876-894, 2019.

PINHO, C. M. D.; ALMEIDA, C. M.; KUX, H. J. H.; RENNÓ, C. D.; FONSECA, L. M. G. Classificação de cobertura do solo de ambientes intra-urbanos utilizando imagens de alta resolução espacial e classificação orientada a objetos. In: ALMEIDA, C. M.; CÂMARA, G.;

RIOS, M. L.; SILVA, A. J. P. D.; CARVALHO-SANTOS, V. L. Soil loss as a desertification risk indicator: mapping and simulation in the Salitre River Sub-Basin, Northeast Brazil. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 44, 2020: e0190159

SIDLE, R.C.; JARIHANI, B.; KAKA, S.I.; KOCI, J.; AL-SHAIBANI, A. Hydrogeomorphic processes affecting dryland gully erosion: Implications for modelling. Progress in Physical Geography, v. 43, n. 1, p. 46–64, 2019.

SILVA, J.R.I.; SOUZA, E.S.; SOUZA, R.; SANTOS, E.S.; ANTONINO, A.C.D. Efeito de diferentes usos do solo na erosão hídrica em região semiárida. Revista Engenharia na Agricultura, v.27, n.3, p. 272-283, 2019.

SILVA, I. M.; SOUZA, G. F.; LUPINACCI, C. M. Construção dos símbolos geomorfológicos para cartografia de detalhe em SIG. Revista Brasileira de Geomorfologia, v.23, n.4, 2022, p. 2010-2021.

SILVA, I.A.; LIMA, K.C.; GOMES, D.D.M.; SOUZA, S.O. Mapeamento geomorfológico de detalhe como subsídio a instrumentos legais: estudo de caso no município de Itacuruba – semiárido de Pernambuco. Anais... XIX Simpósio de Geografia Física Aplicada. Rio de Janeiro, v. 1, n. XIX, 2022, p. 459-463.

SILVA, S.W.S.; LIMA, M.R.M.; LIMA, K.C. Uso da terra e processos erosivos em perímetros irrigados: estudo de caso em Icó-Mandantes, submédio São Francisco (Pernambuco). Anais... XIX Simpósio de Geografia Física Aplicada. Rio de Janeiro, v. 1, n. XIX, 2022, p. 325-329.

SIMPLÍCIO, A. A. F. Avaliação de processos erosivos intensos no núcleo de desertificação de Gilbués-PI. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrarias, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2020, 86 p.

SSSA - SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA. Glossary of Soil Science Terms 2008. John Wiley & Sons, 2008. 84 p.

VERSTAPPEN, H.T.; ZUIDAM, R.A.V. ITC System of geomorphological survey. 3. ed., Enschede: ITC, 1975. 52 p.

XAVIER, J.P.S.; COUTINHO, E.A.T.; TAVARES, K.C.O.; LISTO, D.G.S.; LISTO, F.L.R. Erosões lineares no semiárido pernambucano: avaliação de uma parcela erosiva em microescala na Depressão São Franciscana. Revista de Geociências do Nordeste, v. 6, n. 2, p. 106-111, 2020.

ZHANG, W.; LIU, Y. Research on visual interpretation and spatial distribution pattern of the erosion gully in Luoyugou Watershed of China. Environment and Natural Resources Research, v. 9, n. 3, p. 23-31, 2019.

Geotecnologia Aplicada no Monitoramento de Sítios Arqueológicos na Bacia Hidrográfica Riacho Talhada/AL

Geotechnology Applied in the Monitoring Of Archaeological Sites in the Watershed Riacho Talhada/AL

Mayara Marinho de Santana
Universidade Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0008-9596-7156
mayara.santana@igdema.ufal.br

Rute Barbosa Ferreira
Universidade Federal de Pernambuco
rute.ferreira@ufpe.br

Alícia Thauane da Silva Santos
Universidade Federal de Alagoas-UFAL
https://orcid.org/0000-0001-9807-6924
alicia.thauane98@gmail.com

Sthefany Vitória de Carvalho Venâncio
Universidade Federal de Alagoas – UFAL
https://orcid.org/0009-4882-3671
vitoriasthefany57@gmail.com

Resumo: O presente trabalho visa fazer a análise preliminar sobre a perspectiva espacial dos sítios arqueológicos na Bacia Hidrográfica Riacho Talhada (BHRT), localizada no Sertão do estado de Alagoas, a fim de contribuir com o monitoramento e a preservação do bem arqueológico na área. Assim, a pesquisa é formada a partir das camadas: pesquisa documental, identificação da densidade dos sítios arqueológicos no estado de Alagoas, ida a campo e o mapeamento da cobertura superficial da BHRT. Desse modo, foi utilizado a base de dados e de informações fornecidas pelo IPHAN/AL, imagens do Sentinel 2A e os softwares Qgis e google Earth. Com base nos produtos gerado constatou-se a maior concentração de sítios arqueológicos está na porção do Sertão alagoano, mais precisamente, na parte sul da BHRT que possui remanescentes de vegetação e poucas alterações no solo, ou seja, em áreas preservadas.

Palavras-chave: Arqueologia. Sertão Alagoano. Artes rupestres.

Abstract: The aim of this study was to make a preliminary analysis of the spatial perspective of archaeological sites in the Riacho Talhada Hydrographic Basin (BHRT), located in the Sertão region of the state of Alagoas, in order to contribute to the monitoring and preservation of archaeological assets in the area. Thus, the research is made up of layers: documentary research, identification of the density of archaeological sites in the state of Alagoas, going into the field and mapping the surface cover of the BHRT. In this way, the database and information provided by IPHAN/AL, Sentinel 2A images and the Qgis and google earth software were used. Based on the products generated, it was found that the highest concentration of archaeological sites is in the Sertão region of Alagoas, more precisely in the southern part of the BHRT, which has remnants of vegetation and few changes to the soil, i.e. in preserved areas.

Keywords: Archeology. Sertão Alagoano. Rock art.

Introdução

No estado de Alagoas os estudos arqueológicos ainda são incipientes, especificamente na região do sertão os estudos ainda são bastante exploratórios. Sendo assim, através da interface entre conhecimentos dos campos da arqueologia e geografia, utilizando as ferramentas das geotecnologias, se faz possível o monitoramento e mapeamento preliminar de possíveis áreas para realização de prospecção arqueológica em determinados ambientes. Além disso, com base em características geográficas, se faz possível predizer áreas com maior potencial de ocorrências arqueológicas.

Conforme Nazareno (2005) os avanços das geotecnologias, que consiste no processamento de dados do Sistema de Informação Geográfica (SIGs), subsidiaram suporte para ampliação e agilidade nas pesquisas arqueológicas em diversas escalas temporal e espacial, principalmente por meio de diagnósticos sobre dinâmica da paisagem de diversos ambientes, elaboração de modelos preditivos, os quais contribuem para identificação de artefatos arqueológicos.

Os bens arqueológicos são como quebra-cabeça formado por registros que perpassam por processos complexos, sejam estes físicos, naturais e/ou antrópicos, que marcam a passagem do tempo e permitem, mesmo que dedutivamente, conhecer as vivências de contextos passados. Ainda, conforme o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico (IPHAN), são patrimônios protegidos pela Lei Federal nº 3924 de 1961 e Decreto Lei nº 25 de 1937, sendo considerados locais onde se encontram vestígios de ocupações humanas, classificados como: pré-históricos, históricos/coloniais e de contato, entre outros.

Como recorte espacial da pesquisa a área escolhida para ser analisada foi a Bacia Hidrográfica do Riacho Talhada (BHRT), inserida no Sertão estado de Alagoas, onde atualmente concentra 68 sítios arqueológicos, caracterizando-se como uma zona de alto potencial arqueológico do território alagoano.

Diante do exposto, o presente estudo é uma análise preliminar, a partir da perspectiva espacial, acerca do potencial arqueológico da BHRT. O principal objetivo da pesquisa está pautado em demonstrar o suporte que as geotecnologias podem oferecer na elaboração de estudos e planos de conservação de bens arqueológicos em diferentes ambientes.

Metodologia

Para construção da pesquisa, primeiramente, buscou-se por referências bibliográficas para definição das metodologias, das fontes de dados e dos trabalhos. Assim, a pesquisa é formada a partir das camadas de pesquisa documental; mapeamento da cobertura superficial da BHRT; e, a identificação da localização dos sítios arqueológicos ao longo da área de estudo.

Realizou-se a pesquisa documental no Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional de Alagoas (IPHAN/AL) presencialmente, onde foram coletados dados, quantitativos e qualitativos, sobre a arqueologia do Estado de Alagoas.

O mapeamento de cobertura de superfície preliminar, foi realizado digitalmente, na escala de 1:350.000 com auxílio do Google Earth, Manual de Cobertura do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012), base de dados do Instituto de Meio Ambiente e imagens de satélite do CBERS 04ª da Câmera Multiespectral (resolução espacial de 8m) e pancromática (resolução espacial de 2m) de ampla varredura (WPM).

Os referidos dados foram processados no Software Qgis versão 3.22 para visualizar as classes, as imagens foram fornecidas pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE) com data de registro do dia 22 de outubro de 2022. Ainda se utilizou como suporte a ferramenta Semi-Automatic Classification Plugin do Qgis. Através no mapeamento de cobertura de superfície da BHRT tem as seguintes classes: remanescentes de vegetação, zona urbana, áreas descobertas e áreas agricultáveis.

Com base nos dados obtidos do banco de informações do IPHAN/AL, realizou-se a espacialização das informações sobre os sítios arqueológicos do estado de Alagoas. Desse modo, foi possível fazer a identificação dos sítios ao longo da BHRT e observar a densidade dos sítios em todo o território alagoano com intuito de verificar em qual zona de Alagoas tem o maior quantitativos de sítios arqueológicos.

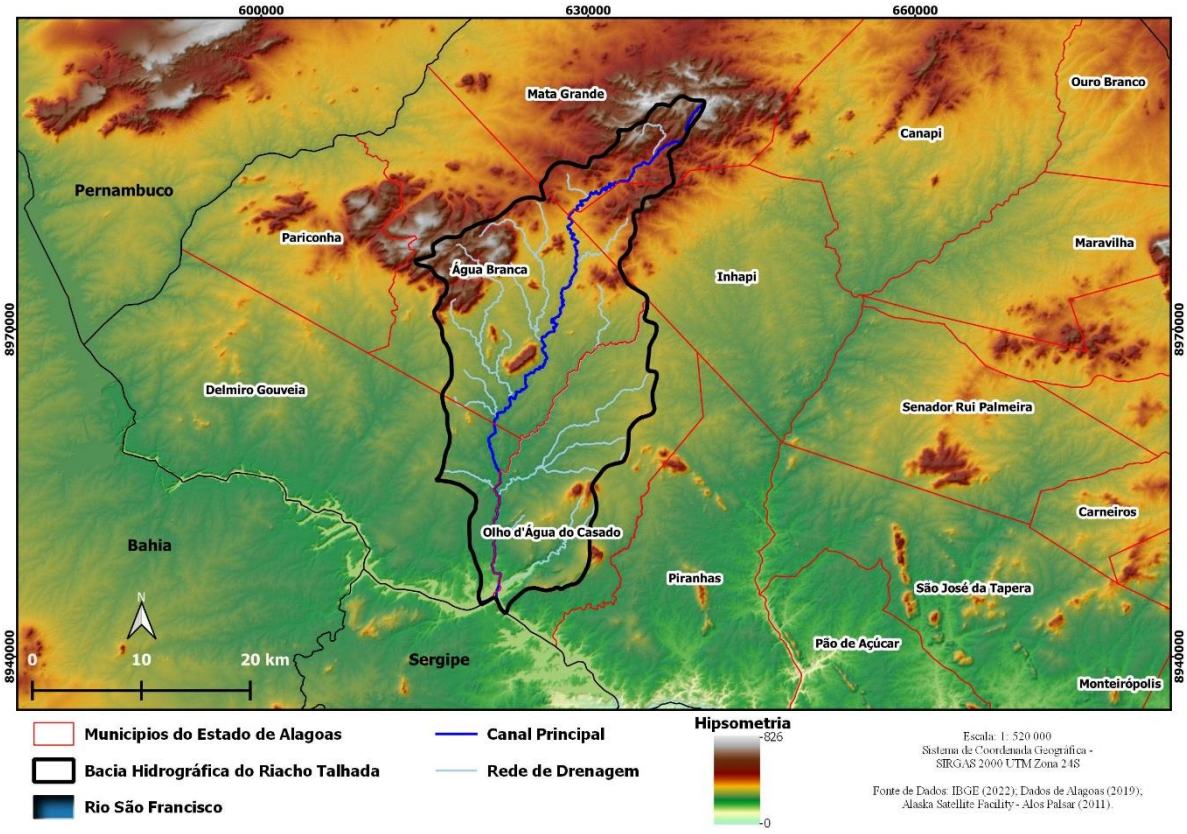
Ainda, ressalta-se que entre 2021 e 2022 foram realizados campos na área de estudos, principalmente no município de Olho D'Água do Casado, com objetivo de análise do ambiente, registro fotográficos e captura de coordenadas geográficos com o GPS dos bens arqueológicos.

Caracterização da Área de Estudo

A área estudo, Bacia Hidrográfica do Riacho Talhada (BHRT), está inserida no estado de Alagoas, o qual está localizado na região Nordeste do Brasil, fazendo fronteira com os estados de Pernambuco, Sergipe e Bahia, além de ser banhado pelo Oceano Atlântico. Sua capital é o município de Maceió e possui uma área territorial de aproximadamente 27.830,656 km².

Em relação a BHRT, mais precisamente, está situada na porção do Sertão alagoano com cerca de 63.024km² de área total, sob as coordenadas geográficas 9º12'00'' e 9º24'00'' de latitudes Sul e 38º00'00'' e 37º48'00'' de longitudes Oeste. A área abrange 5 municípios alagoanos, os quais são: Água Branca, Delmiro Gouveia, Inhapi, Olho d'Água do Casado e Mata Grande (Figura 1).

Figura 1: Mapa Localização da área de estudo



Elaborado por: Mayara Marinho de Santana

O recorte espacial estudado, conforme a Köppen (1948) o clima atual da região é Bsh (semiárido quente), ao longo de sua extensão apresenta variações de precipitação pluvial entre 400mm/ano a 600mm/ano, implicando em pouco rios perenes e deficiência hídrica. Conforme Santos (2021), a BHRT compreende aspectos geológicos do Granitoide Curralinho, Plútons, Suite Intrusiva Chorrochó, Complexo Belém do São Francisco e a Formação Tacaratu, com pedologia, predominante, formada pelos Planossolos Háplico.

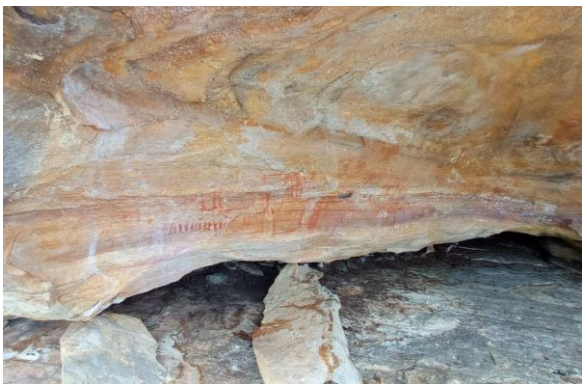
Em relação aos aspectos vegetacionais, estão relacionados com a condição climática da região classificada como semiárida, sendo o bioma da Caatinga é predominante na área da BHRT com vegetação do tipo Caducifólia (figura 2). Ainda, a BHRT possui diversidade paisagística composta por: Brejos de Altitude, revelo homoclinal (cuesta), Pedimentos e maciços residuais (CAVALCANTI, 2010) e afloramentos rochosos (figura 3).

Figuras 2 e 3: Vegetação da Caatinga e afloramentos rochosos presentes na área de estudo

Fotos: Mayara M. Santana, 2021

No entanto, o ponto de destaque da área está na parte sul que prevalece a Formação Tacaratu com presença dos Neossolos Regolitos, Latossolos Amarelo e Planossolos Háplico, e tem a formação de arenitos, rochas sedimentares, que guardam registros arqueológicos (artes rupestres) relevantes para cultura e tradição da região (figura 4, 5, 6 e 7). Ainda se ressalta ser no referido local que há maior concentração de sítios arqueológicos.

Figuras 4, 5, 6 e 7: Sítios Arqueológicos de Pintura Rupestres, localizados na parte sul da BHRT



Fotos: Mayara M. Santana, 2021

Resultados e Discussões

Contextualização Arqueológica do Estado de Alagoas

Primeiramente cabe pontuar que as pesquisas arqueológicas no Nordeste brasileiro começaram a ter expressividade na década de 60 e se intensificaram na década de 80, sobretudo, em temáticas relacionadas ao registro rupestre: pinturas e gravuras. De modo que, as artes rupestres (grafismo) estão além de simples símbolos, são testemunhos de modos de fazer e viver de ancestrais, localizadas, geralmente, em locais utilizados como habitação, tendo como principal tela as rochas sedimentares arenitos.

Assim, o processo de identificação, análise e compreensão dos conjuntos gráficos expostos nas artes rupestre surge da associação entre o entendimento dos acontecimentos históricos e da dinâmica física-natural do local de inserção destes registros, ou seja, buscam-se interpretações acerca da transmissão e perpetuação de saberes. Além disso, estudam-se as técnicas, os motivos e os suportes nos quais estas eram executadas (SANTOS, 2007; ETCHEVARNE, 2009).

Foi no início da década de 1990, em função da implantação da Hidrelétrica de Xingó, que a equipe do Museu de Arqueologia de Xingó (MAX) efetuou pesquisas arqueológicas nos terraços fluviais do rio São Francisco, onde foram localizadas uma grande densidade de artefatos arqueológicos, tais como cerâmicas, artefatos líticos e diversos sepultamentos. O sítio arqueológico “São José II”, localizado no município de Delmiro Gouveia, se destacou apontando datação mais antiga do estado, com cerca de 3.500±110B.P e 4.140±90 B.P, marcando, talvez, as primeiras ocupações do território do Estado de Alagoas. (CARVALHO e VERGNE 2001; SANTOS, 2007; MORAES et.al, 2019).

Assim, através das pesquisas arqueológicas executadas pelo MAX que apresentou uma grande diversidade de artefatos e densidades de locais habitados no passado, os paradigmas sobre a região do sertão, especificamente, em Alagoas, passaram a ser refletidos

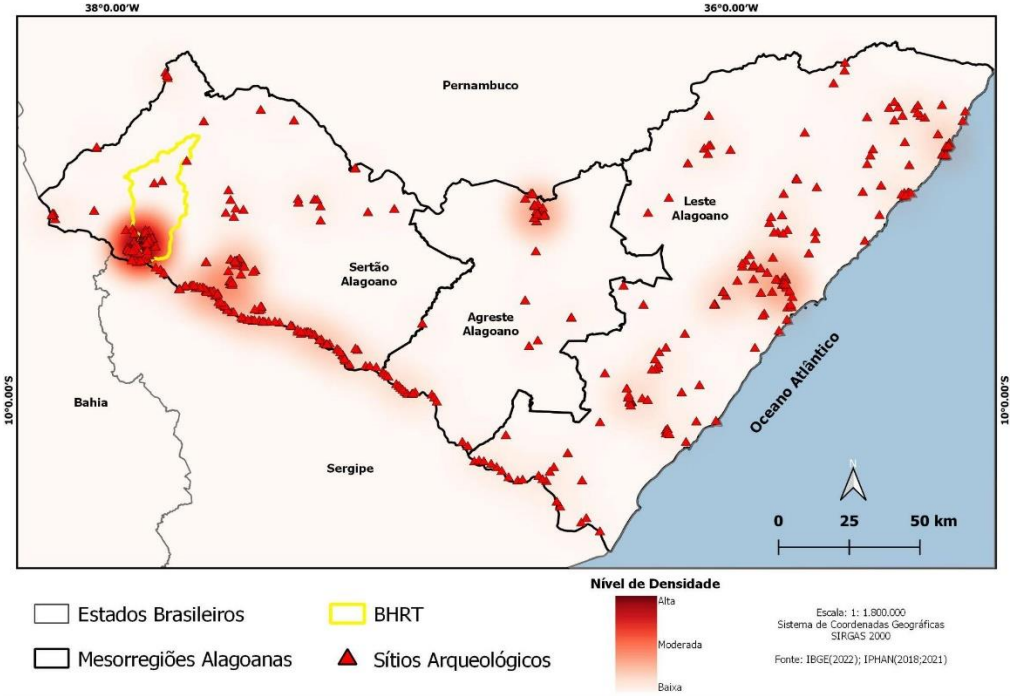
criticamente. Este território passou a ser considerado por pesquisadores enquanto uma "*área arqueológica*", a qual, segundo Martin pode ser considerada como:

> (...) uma unidade ecológica que participe das mesmas características geo-ambientais. Com o andamento das pesquisas e estudos sistemáticos dos sítios arqueológicos, podem se obter crono-estratigráficas factíveis de determinarem ocupações humanas espaço-temporais, demonstrativas da permanência humana em toda parte dessa área." (MARTIN, 2005: 89)

Nesse sentido, esta região se torna um território geográfico complexo para gestão e conservação desses bens, especialmente quando correlacionados a diversidade biogeografia, condicionada pelo bioma da Caatinga e pelo clima semiárido, que abrange extraordinária biodiversidade e paisagens cênicas como os cânions do São Francisco.

Ainda, no contexto do Região do Sertão alagoano, com base no mapa de calor (figura 9), é possível verificar a concentração dos sítios arqueológicos na região, principalmente nas proximidades a jusante da BHRT, que evidencia o alto potencial arqueológico da área objeto desse estudo.

Figura 8: Densidade de Sítios Arqueológicos no Estado de Alagoas



Elaborado por: Mayara Marinho de Santana (2023).

Ressalta-se que a alta densidade de sítios arqueológicos observada na Figura x está entre os municípios de Delmiro Gouveia e Olho d'Água do Casado, que concentram, até o momento, um total de 107 sítios arqueológicos.

Durante a pesquisa documental observou-se que o registro de sítios arqueológicos entre os anos de 2018 e 2021, nas áreas referidas, se amplificou de maneira significativa.

Esse fator se deve à atuação do IPHAN/AL, principalmente, à frente do licenciamento ambiental, bem como na realização de projetos junto às comunidades da BHRT que adotaram em suas atividades ferramentas ligadas às geotecnologias, como a instrumentalização por parte destas para utilização do GPS, visando capturar coordenadas geográficas de bens arqueológicos antes não cadastrados para espacialização das informações e organização de banco de dados georreferenciado em ambiente digital.

Além disso, o referido órgão mediante a projetos e realização de parcerias com outras instituições detentoras de conhecimento e/ou de recursos diversificados tem realizado excelentes trabalhos de educação patrimonial na área. Assim, as pesquisas visando o levantamento a partir de dados geográficos, arqueológicos e históricos, bem como a aplicação de novas tecnologias, como o geoprocessamento, contribuem na fomentação de planejamentos de gestão e conservação do patrimônio arqueológico.

Geotecnologia Aplicada nas Análises Arqueológicas

Dado aos volumes de dados coletados e registrado em campos nas prospecções arqueológicas, especializar as informações tem se tornando de extrema importância para obter dados quantitativos e qualitativos. No contexto do estado de Alagoas, as pesquisas arqueológicas integradas com o uso das geotecnologias, principalmente dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), são recentes, principalmente no ambiente de gestão pública, caso do licenciamento ambiental realizado pelo IPHAN.

Os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) estão além de produções de análises quantitativas e visuais, conseguem transformar dados vetoriais e matriciais em informações essenciais para a interpretação de fenômenos, processos, alterações, permitindo a elaboração de planejamentos de ação para diversas áreas dos conhecimentos.

Assim,

> o objetivo geral de um sistema de informação geográfica é, portanto, servir de instrumento eficiente para todas as áreas do conhecimento que fazem uso de mapas, possibilitando: integrar em uma única base de dados informações representando vários aspectos do estudo de urna região permitir a entrada de dados de diversas formas; combinar dados de diferentes fontes, gerando novos tipos de informações; gerar relatórios e documentos gráficos de diversos tipos, etc (ROSA, 2013. p. 60).

Ainda, vinculado com os softwares relevantes, como ArcGis e Qgis, as geotecnologias incluem o sensoriamento remoto, que usa imagens orbitais captadas por sensores, geralmente, de satélites no intuito de obtenção de informações sobre objetos, áreas ou fenômeno localizados na superfície terrestre, sem que haja o contato físico com superfície. Outras tecnologias mencionadas, que podem ser utilizadas em análise arqueológicas, é o imageamento por laser, conhecido como Light Detection and Ranging, que gera Modelo Digital

de Terreno (MDT) e Modelo Digital de Superfície (MDS), e o uso de drones com ortofotografias, ambos permitem mapeamentos e análise de áreas em escalas de detalhe.

Nesse contexto, essas tecnologias têm sido fundamentais para coleta e análise de dados geoarqueológico, principalmente no aprimoramento de gestão e conservação de bens arqueológicos em diversas áreas. Devido que, possibilitam o cruzamento de diversas informações e variáveis, formação de banco de dado georreferenciado e o aperfeiçoamento das análises arqueológicas, gerando resultados satisfatórios e positivos para as pesquisas.

Bens Arqueológicos na BHRT

Inicialmente destaca-se que, as prospecções arqueológicas que ocorrem no território alagoano são responsáveis por encontrar a maioria dos artefatos, sendo oriundas de das ações preventivas para salvaguardar os bens culturais acautelados e geridas pelo IPHAN por meio do licenciamento ambiental. Assim, é mediante atividades de educação patrimonial, projetos de pesquisa e licenciamento ambiental, que órgãos como o IPHAN conseguem garantir a proteção e conservação do patrimônio: arqueológico, cultural, natural, imaterial, material e/ou edificado.

Sendo assim, ao se observar as características físicas e naturais da BHRT, principalmente a formação geomorfológica e geológica, compreende-se o seu alto potencial arqueológico e paisagístico. Com cerca de 68 sítios arqueológicos, dos quais 30 possuem artes Rupestre (figura 10), área é considerada um complexo arqueológico. Ainda, no arcabouço paisagístico, patrimônio natural, encontram-se os Cânions do São Francisco (figura 11), região que carece de investimentos e estudos.

Figura 9: Sítio Arqueológico Maribondo, localizado em Olho D'Água do Casado

Figura 10: Cânions do São Francisco, localizado em Olho D'Água do Casado

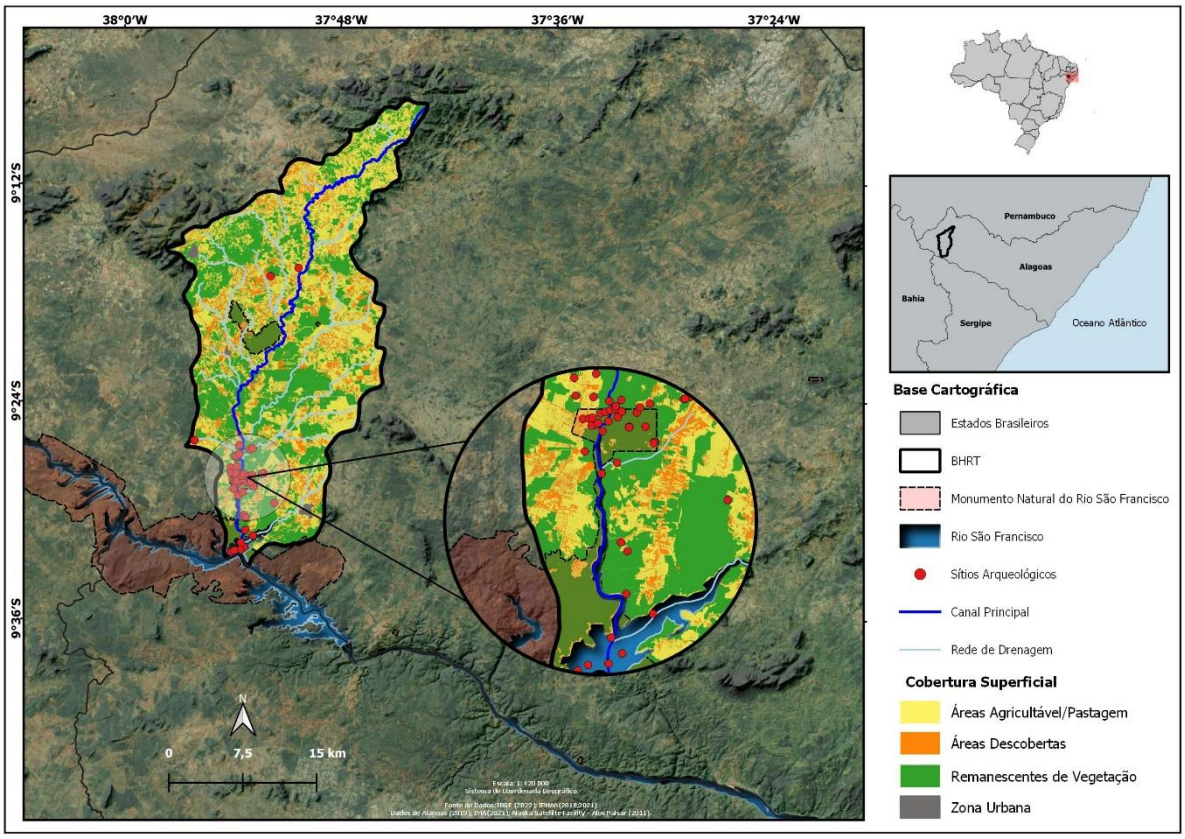
Fotos: Mayara M. Santana (2022)

Ressalta-se que,

> pinturas rupestres e vestígios de cerâmica achados recentemente na região às margens do rio São Francisco revelam uma riqueza arqueológica ainda pouco conhecida dos povos que habitam esse entorno há pelo menos 8.000 anos. As primeiras descobertas na área ocorreram durante a construção da hidrelétrica de Xingó, no final dos anos 1980, mas se estendem até hoje. (MADEIRO, 2022).

Desse modo, com base no mapeamento de superfície em escala de 1: 350 000, que identificou áreas de remanescentes de vegetação, zona urbana, áreas descobertas e áreas agricultáveis ao longo da BHRT, e a espacialização dos sítios arqueológicos, observou-se que os referidos estão concentrados na porção sul da bacia, inseridos em ambiente de vegetação preservada com poucas alterações no solo e próximos de cursos de água perenes. Ainda, destaca-se que, cerca 26 sítios estão localizados na Unidade de Conservação do Mona do São Francisco (Figura 12).

Figura 11: Mapeamento de Cobertura Superficial da BHRT



Elaborado por: Mayara Marinho de Santana (2023).

Considerações Finais

Assim, através das análises realizadas na Bacia Hidrográfica do Riacho Talhada (BHRT) observou-se que a área apresenta cerca de 68 sítios arqueológicos, dos quais 30

possuem artes Rupestres, é devido a isso área pode ser considerada um complexo arqueológico, evidenciando o alto potencial arqueológico da BHRT. Ainda, nesse parâmetro, destaca-se que cerca 26 sítios estão localizados na Unidade de Conservação do Mona do São Francisco.

No entanto, com base no mapeamento de superfície e idas a campo, notou-se que alguns sítios estão expostos a atividades antrópicas, principalmente relacionadas a agricultura, onde em muitos casos são realizadas de forma irregular e consequentemente resultam na intensificação de processos erosivos e degradação ambiental, tornando suscetível a destruição de bens arqueológicos.

Nesse contexto, o uso das geotecnologias se mostra uma excelente ferramenta para monitoramento dos sítios, além disso, podem servir como suporte para fiscalização, conservação e preservação dos bens arqueológicos, essencialmente no monitoramento periódico das áreas de alto potencial arqueológico, caso da BHRT.

Além disso, com base em dados geoarqueológicos e utilização das ferramentas de geotecnologia é possível construir modelos preditivos que identificam a ocorrência de possíveis sítios arqueológicos. Mediante a isso, aponta-se que é essencial a interação entre os órgãos públicos e sociedade para o desenvolvimento de projetos e planos que possibilitem a conservação e/ou proteção dos bens arqueológicos existentes na BHRT.

Referências

CAVALCANTI, L. C. S. **Geossistemas no estado de Alagoas: uma contribuição aos estudos da natureza em geografia**. 2010. 134 f. (Dissertação de Mestrado em Geografia). Universidade Federal de Pernambuco. 2010. Disponível em: https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/6581/1/arquivo674_1.pdf . Acesso em: 20 de ago. 2023.

CARVALHO, O. A. de; VERGNE C. - Estudo paleodemográfico e tafonômico na população pré-histórica da Necrópole de São José II (Delmiro Gouveia, Alagoas, Brasil). **Canindé: Revista do Museu de Arqueologia de Xingó**. nº 1. p. 101-116. 2001.

ETCHEVARNE, Carlos. As particularidades das expressões gráficas rupestres da Tradição Nordeste, em Morro do Chapéu, Bahia. **CLIO: Série Arqueológica**, v. 24, p. 41-60, 2009.

MADEIRO, C. **Sítios arqueológicos põem São Francisco como 'casa' do homem pré-colonial.** Disponível em: https://noticias.uol.com.br/colunas/carlos-madeiro/2022/12/11/sitios-arqueologicos-revelam-rio-sao-francisco-irradiador-de-ocupacao-do-ne.htm. Acesso em: 20 de ago. 2023.

MORAES, F. A. A. de; BRITO, J. A.M. de; FONTES, M. A. F. Potencialidades arqueológicas no alto sertão alagoano: identificação de sítios de pinturas rupestres no município de Inhapi–AL. **Revista de Ciências Humanas Caeté**, v. 1, n. 2, p. 143-160, 2019.

NAZARENO, N. R. X.. SIG Arqueologia: aplicação em pesquisa arqueológica. 2005. 124 f. Tese (Doutorado em Arqueologia) - Universidade de São Paulo. 2005. Disponível em:

https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/71/71131/tde-22082006-144612/en.php. Acesso em: 20 ago. 2023.

ROSA, R. **Apostila de Introdução ao Geoprocessamento.** 2013. 142 f. Universidade Federal de Uberlândia. Disponível me: < https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5595356/mod_resource/content/2/Apostila_Geop_rrosa.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

SANTOS, J. O. dos. **Estudos arqueométricos de sítios arqueológicos do baixo São Francisco**. 2007. 147 f. Tese (Dourado em Ciência na Área de Tecnologia Nuclear-Aplicações) - Universidade de São Paulo. 2007. Disponível em:<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/85/85131/tde-18052012-134947/publico/2007SantosEstudos.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2023.

Compartimentação Geomorfológica da paisagem dos Sítios Arqueológicos do Vale dos Mestres, no município de Canindé de São Francisco, Sergipe

Geomorphological Compartments of the Vale dos Mestres Archaeological Sites landscape, in the Municipality of Canindé de São Francisco, Sergipe

Cleiton Silva Nunes
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0009-0002-7552-985X
cleiton22@academico.ufs.br

Mailson Acacio dos Santos Melo
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0009-0003-3095-384
mailsonacacio@academico.ufs.br

Matheus Santos Lima
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0003-0862-281
santoslimamatheus@yahoo.com.br

Larissa Monteiro Rafael
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0001-9955-076
larissa.rafael@academico.ufs.br

Cristiano Aprígio dos Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0001-7502-939
aprigeo@academico.ufs.br

Resumo: Os processos morfogenéticos atuantes na superfície terrestre resultam em uma paisagemgeomorfológica. Ela pode ser modelada pela ação da ocupação humana pretérita e atual. O Semiárido do Nordeste do Brasil representa uma paisagem especialmente importante nesse contexto, uma vez que as primeiras ocupações humanas no Nordeste brasileiro estão nessa região político-climática, sendo objeto de estudo para a Geoarqueologia. O artigo apresenta a cartografia das feições morfoesculturais da paisagem do assentamento pré-colonial do Vale dos Mestres, no município de Canindé de São Francisco - SE. A partir de ferramentas do geoprocessamento executou o mapeamento geomorfológico, definindo unidades morfoesculturais, A trilha onde se encontram os sítios arqueológicos está inserida no contexto de plaino aluvial e encostas de relevos residuais uma região com tendência à dissecação e erosão. O resultado reforça a necessidade de políticas de conservação do patrimônio arqueológico, tendo em vista sua vulnerabilidade ao desgaste do suporte rochoso do registro gráfico.
Palavras-chave: Geomorfologia; Geoarqueologia; Vale dos Mestres; Geoprocessamento.

Abstract: The morphogenetic processes acting on the Earth's surface result in a geomorphological landscape. It can be shaped by the action of past and current human settlement. The Semiarid region of Northeast Brazil represents an especially important landscape this context, since the first human settlement in the Brazilian Northeast are in this political-climatic region, being the object of study for Geoarchaeology. The article presents the cartography of the morpho-sculptural features of the landscape of the pre-colonial settlement of Vale dos Mestres, in the municipality of Canindé de São Francisco - SE. Using geoprocessing tools, we carried out the geomorphological mapping, defining morpho-sculptural units. The path where the archaeological sites are located are inserted in the context of the alluvial plain and slopes of resudual reliefs a region with a tendency to dissection and erosion. The result reinforces the need for conservation policies for the archaeological heritage, in view of its vulnerability to the erosion of the rocky support of the graphic record.
Keywords: Geomorphology; Geoarchaeology; Vale dos Mestres; Geoprocessing

Introdução

O arcabouço metodológico da Geomorfologia demonstra grande importância na participação das pesquisas arqueológicas, sendo considerada fundamental para o estudo da gênese, morfologia e o desenvolvimento da paisagem abrangendo certas especialidades como, Sedimentologia, Estratigrafia, Aloestratigrafia e Morfoestratigrafia aplicadas na reconstrução paleoambiental de uma dada paisagem.

Partindo de tal aspecto, pode ser pontuado que quanto mais se recua no tempo, mais complexa se torna esta abordagem, recorrer ao uso de diferentes, múltiplas e integradas abordagens tornou-se essencial, corroboram assim os estudos geomorfológicos e arqueológicos sendo "[...] a Geoarqueologia é uma das disciplinas que pode ser utilizada nesta investigação do registro arqueológico. " (RUBIN, J. C. R. de; SILVA M. A. da; SILVA, R. T. da, 2014, p.89).

A Geomorfologia é útil para as sociedades e práticas humanas em geral, pois permite o estudo da superfície terrestre e a compreensão da produção e ocupação dessa base física do espaço geográfico. Ao ter como base está conceituação, a presença de sítios arqueológicos é um exemplar da consolidada união entre os segmentos de estudos de ambas as áreas, as quais estudam aspectos físicos e humanos, tendo em vista que achados arqueológicos (pinturas, cerâmicas pré-coloniais, restos mortais) remontam e demonstram os modos de vida de determinada população. E através de tais bens arqueológicos descobertos "[...] é possível identificar conhecimentos e tecnologias que indicam anos de adaptação humana ao ambiente, além da produção de saberes tradicionais brasileiros" (IPHAN, s/d).

Sendo assim, considerando um recorte espacial específico, salienta-se o contexto de uma classificação de sítios arqueológicos estabelecida pelo Instituto de Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), o qual pontua a presença da Geomorfologia como fundamental no auxílio de estudos de Sítios Pré-Coloniais (Vale dos Mestres I, II e III) permitindo "perceber as estratégias de ocupações, que levam em consideração as formas de relevo e a posição geográfica" (NETTO, ROSA, SOUZA, 2021, p.177).

Por exemplo, a disponibilidade de água é um fator crucial e extremamente determinante para o desenvolvimento da ocupação humana. Assim sendo, tendo como base tal aspecto, a ligação entre os dois ramos das geociências

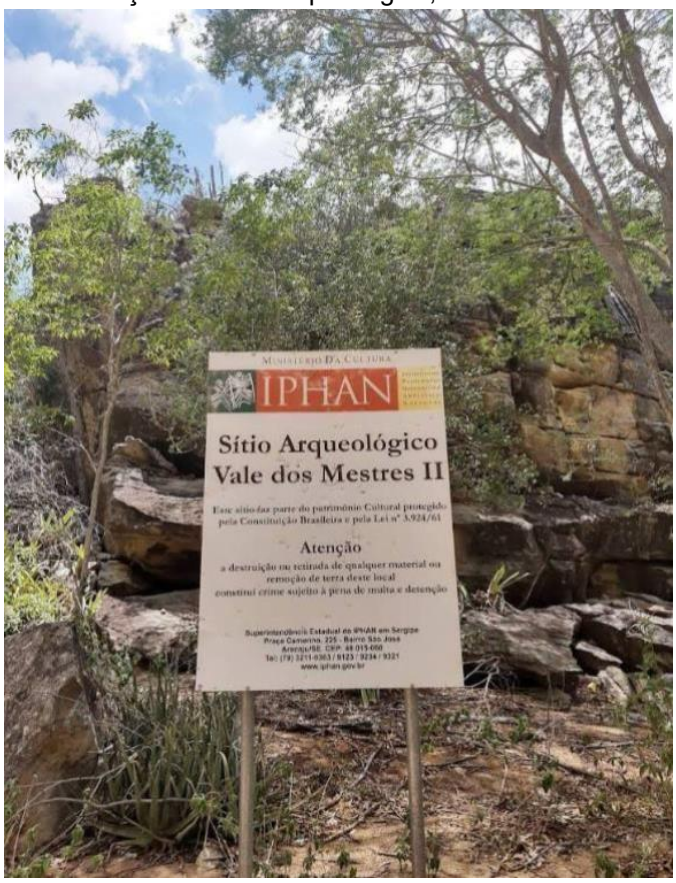
> [...] acentua-se uma das necessidades primárias da Geoarqueologia: entender a influência mútua entre meio ambiente, ser humano e suas práticas culturais na área de estudo. Sendo os componentes essenciais do ambiente não cultural: distância ou espaço, topografia ou formas de relevo, e recursos bióticos, minerais e atmosféricos (MEDEIROS, TAVARES E MUTZENBERG, p. 02).

Sendo assim, o presente artigo tem como finalidade abordar a compartimentação geomorfológicas da paisagem em que os Sítios Arqueológicos do Vale dos Mestres estão inseridos, localizados no município de Canindé de São Francisco, Sergipe. Considerando o ambiente físico como lócus de existência de grupos humanos, onde os vestígios são o resultado da ocupação pretérita, o município de Canindé de São Francisco se destaca pela presença de sítios arqueológicos, possuindo 41 unidades já descobertas, e devidamente cadastradas no IPHAN, incluindo três ocorrências no Vale dos Mestres (I, II e III).

Os sítios se enquadram em meio a atuação de ações naturais intempéricas, além de ações geomorfológicas e geológicas, e de ações antrópicas, como desmatamento, desvio/retenção de cursos d'água, poluição, entre outros. As ações naturais provocam constantes modificações das formações superficiais e paisagem, advindas do intemperismo físico, químico, biológico, processos de erosão do solo e desplacamentos da rocha matriz (arenitos finos), alterando o ambiente aluvial de maneira significativa.

Mapear os compartimentos geomorfológicos dessa paisagem pode servir de subsídio para o conhecimento, planejamento e tomada de decisão que busquem a conservação destes sítios. Observe a foto da placa de identificação do sítio arqueológico Vale dos Mestres II, indicando que ele está cadastrado pelo órgão gestor de sua proteção (Figura 1).

Figura 1: Placa de identificação do Sítio Arqueológico, acesso da trilha do Vale dos Mestres.



Fonte: Márcio Giovanni (IPHAN, 2023).

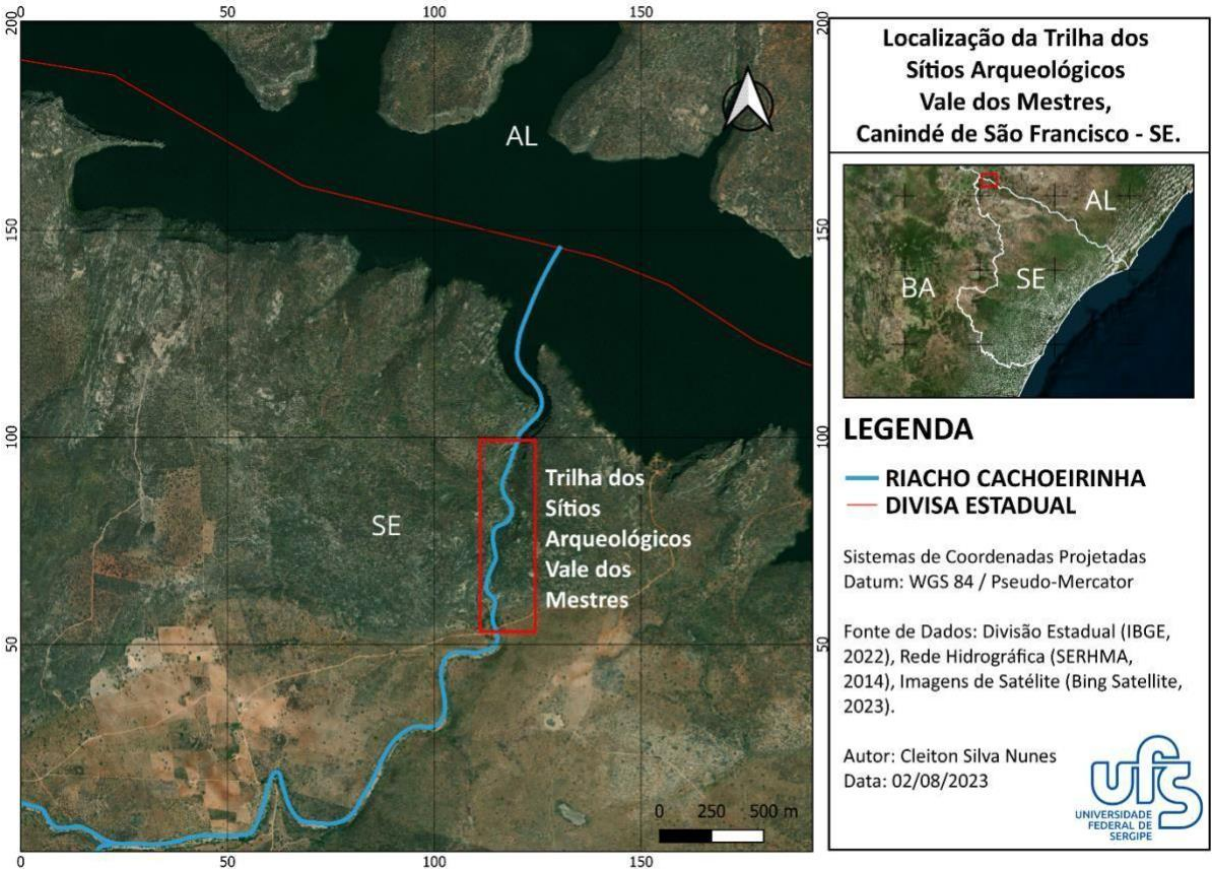
Estando inserida às margens do perímetro da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, a montante na margem direita da represa da hidrelétrica de Xingó, e a uma altitude de aproximadamente 172 metros acima do nível do mar, a paisagem possui marcante geodiversidade local. Sendo pertinente destacar em seu contexto geológico a ocorrência do complexo granitoide e Suíte intrusiva Canindé dispondo-se como embasamento para a bacia intracratônica do Tucano que tem nos arenitos paleozoicos da Formação Inajá os seus testemunhos sobre os quais foram modeladas as unidades geomorfológicas aqui identificadas, caracterizadas e mapeadas.

Além disso, a área também possui forte utilização turística por conta da sua localidade ser banhada pelas águas do “Velho Chico”. O que é um fator importante a ser citado já que o sítio recebe a visita de muitos turistas, devido estar na trilha de acesso da foz do Riacho Cachoeirinha, essa visitação intensa tem repercutido em situações que prejudicam a preservação dos vestígios da presença antrópica pretérita.

> “A destruição desses vestígios leva consigo parte da história do local e também informações de valor para compreender detalhes a respeito da sociedade que viveu nessas áreas há vários anos atrás, demonstrando com clareza a importância dos sítios arqueológicos” (PONTES, 2021, s/d).

Portanto, como já proposto, o foco da pesquisa foi criar o mapeamento geomorfológico e morfoescultural da paisagem dos inscritos rupestres do Vale dos Mestres, através das ferramentas de geoprocessamento, tratando-se de “diversas técnicas empregadas na coleta, armazenamento, processamento, análise e representação de dados com expressão espacial, isto é, possíveis de serem referenciados geograficamente” (VETTORAZZI, 1996, p.1), para assim, ser traçado as unidades de compartimentação características da localidade. Desse modo se vê uma grande relevância para as pesquisas de ocupação humana no Nordeste Brasileiro, em particular para o próprio patrimônio cultural sergipano a fim de proporcionar até mesmo um conhecimento a muito não disponibilizado à população do município de Canindé de São Francisco. Segue um mapa de localização da área (Figura 2).

Figura 2: Mapa de localização da trilha dos Sítios Arqueológicos Vale dos Mestres.



Fonte: Os autores (2023).

Metodologia

O referido estudo foi realizado com o intuito de análise da paisagem geomorfológica dos sítios arqueológicos do Vale dos Mestres, sendo encabeçado por pesquisas bibliográficas com base no arcabouço teórico e metodológico, oferecido pela Geografia Física, utilizando artigos, livros e publicações periódicas sobre a temática apresentada, com o intuito de formar um levantamento teórico para compreender a fundo, referente a autores da área, com destaque à área de Geoarqueologia, além da contribuição da Geomorfologia.

Dando continuidade, a pesquisa seguiu um caráter analítico de georreferenciamento a partir do uso das ferramentas de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Em específico para esse trabalho, se cruzou a utilização do software Qgis Pro 3.30.0, que contribuiu para a realização de boa parte do mapeamento geomorfológico a partir das orientações absorvidas da Ambgeo e Ambiental Pro no sensoriamento remoto, e, além disso, parte do processamento dos dados foi feito no ArcGIS Pro 3.1.1 sob a “Licença de Usuário Nomeado”, adquirida por um dos autores do trabalho, visto que o Qgis apresentou essa limitação baseada em uma “Classificação por Máxima Verossimilhança”.

Utilizaram-se as bases de dados fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), projeto TOPODATA do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) com modelos digitais de elevação (MDE), Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) com dados geológicos e geomorfológicos do Brasil, além de imagens de satélite exportadas ou analisadas do Google Earth, Maps e Windows (Bing Satellite), muitas vezes através do Sentinel-2 e uso da base de dados da Superintendência Especial de Recursos Hídricos e Meio Ambiente (SERHMA) de Sergipe.

O mapa de unidades e compartimentação geomorfológica foi gerado a partir do cruzamento das informações contidas no MDE, perfis topográficos, curvas de nível e rede hidrográfica, devidamente recortados para o município de Canindé. Para o MDE, foi utilizada imagem SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) do projeto TOPODATA/INPE. O “Tutorial De Cartografia Geomorfológica Arcgis 9.2 e Envi 4.0” foi utilizado como uma espécie de guia para se ter um “norte” na elaboração do mapa, passo a passo, no sombreamento, classificação automática, hipsometria, e até o layout do resultado do mapa. Vale destacar que após a classificação por máxima verossimilhança, foi necessário realizar uma classificação supervisionada das respectivas unidades predominantes do município para assim chegar-se a um resultado mais refinado e compatível com a localidade estudada.

Resultados e Discussões

O município de Canindé de São Francisco caracteriza-se pela diversidade de feições, representadas por vastos planos, variados modelados de dissecação com entalhes fracos a medianos e por elevações residuais, formando uma depressão limitada por rebordos escarpados, característica da Depressão Sertaneja.

Do pediplano em Canindé de São Francisco foi reconhecido três níveis de pedimentação conforme a classificação obtida pós-processamento digital supervisionamento e refinamento dela. Esses pedimentos retocados localizados nos sopés das elevações são dissecados em lombadas amplas e são alterados. O nível inferior é caracterizado por um plano irregular que converge em direção à calha do rio São Francisco. Nas margens do rio, podem ser observados pedimentos pouco erodidos, que revelam uma superfície rochosa exposta, onde formações rochosas planas e vales são evidentes.

O rio São Francisco apresenta margens escarpadas, formando canyons de cerca de 80 m de altitude, fraturado transversalmente. Os afluentes desembocam também entalhando canyons no baixo curso. A montante, seus vales, como o dos mestres, são fracamente entalhados na superfície de aplanamento, possuindo trechos arenosos e pedregosos (Figura 3).

Figura 3: Trecho da trilha do Vale dos Mestres.

Fonte: IPHAN (2023).

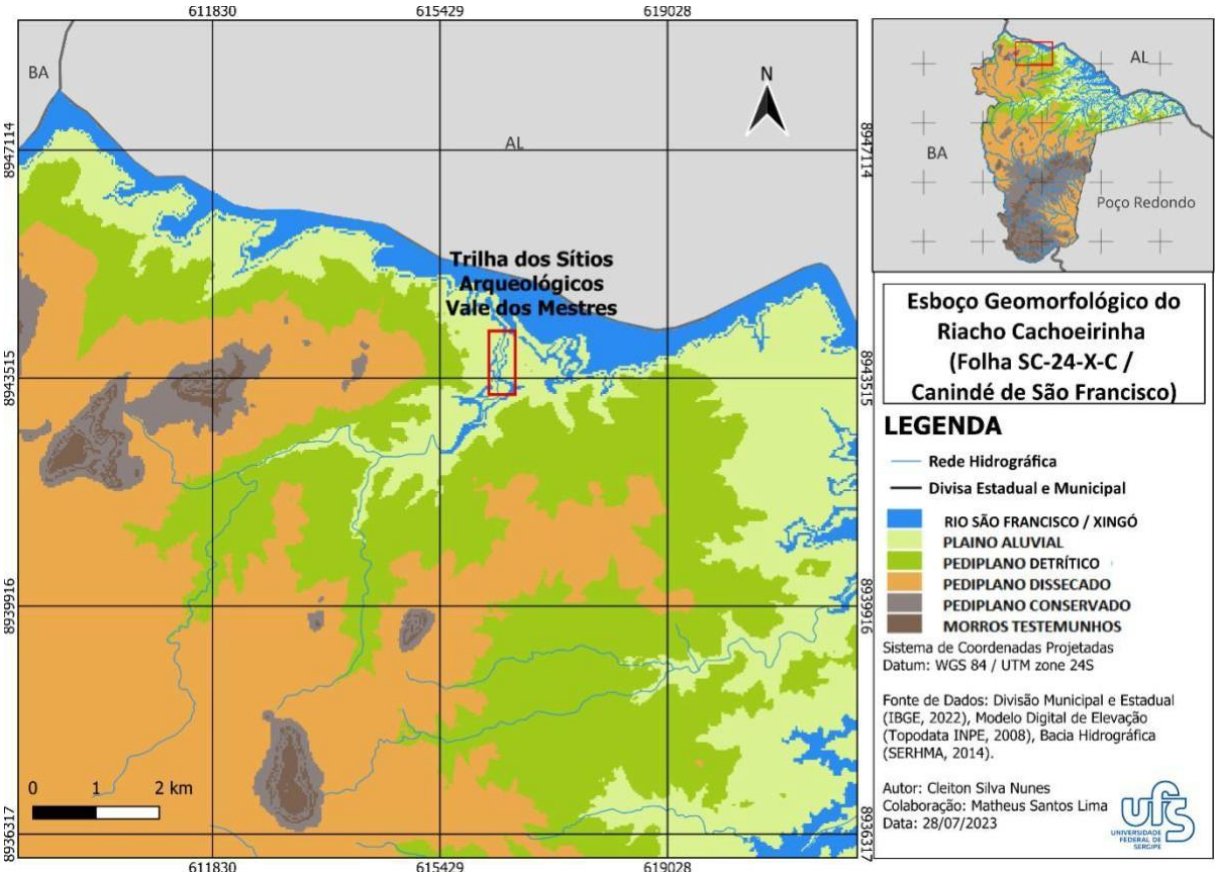
No contato ocidental, o pediplano penetra sob a forma de amplos anfiteatros, cabeceiras de drenagens onde se observam cornijas nos arenitos paleozoicos da Bacia do Tucano. Nessa área em particular, a unidade apresenta características de uma depressão periférica, onde a remoção das camadas sedimentares é evidente pela exposição do plano composto por rochas do embasamento cristalino do período Proterozóico, sobre o qual destacam-se relevos residuais cujos topos tabulares são encontrados restos de camadas sedimentares, aproveitando uma zona de falhas, com drenagem encaixada no pediplano onde apresenta estruturalmente traçado retilíneo.

Ao ter como foco a área de estudo do Vale dos Mestres, há vários vestígios classificados como pré-coloniais, pinturas rupestres e gravuras datadas de mais de 3.000 anos, o vale está inserido em uma trilha no leito do riacho Cachoeirinha, tendo ao final do percurso um braço estreito dos canyons do rio São Francisco na represa da hidrelétrica de Xingó. O contexto da compartimentação geomorfológica de sua paisagem, apresentam-se aqui três unidades: Plaino-Aluvial (maior destaque), Pediplano Detrítico e os Morros Testemunhos.

> “As feições geomorfológicas que abrigam os sítios estão geralmente relacionadas a um processo de queda de blocos e formação de depósitos coluviais e tálus que permitiram a conservação de sedimentos em loci de acumulação” (MUTZENBERG, 2010, p. 120).

Para o município de Canindé de São Francisco foram identificadas cinco feições, além das já citadas incluem-se, o Pediplano Dissecado que abrange grande porção do município e o Pediplano Conservado com uma concentração mais ao sul e sudeste do território municipal. Tais unidades de características morfoesculturais, estão esquematizadas com detalhamento no mapa geomorfológico da área de estudo (Figura 4).

Figura 4: Mapa da compartimentação geomorfológica da paisagem dos Sítios Arqueológicos Vale dos Mestres.



Fonte: Os autores (2023).

Já às três unidades restantes que foram identificadas na localidade do Vale dos Mestres podem ser caracterizadas da seguinte maneira:

Plaino Aluvial:

Ou planície aluvial é uma área relativamente plana, ou ligeiramente inclinada margeando ao longo do rio, ou corpo d'água, formada pelos sedimentos que foram depositados temporalmente por processos de aluvião. Sua sequência estratigráfica ocorre seguindo conforme o ritmo quando o fluxo fluvial diminui, a velocidade da corrente diminui, permitindo que os sedimentos se depositem nas margens e no leito do rio formando uma carga em suspensão. Com o tempo, esses sedimentos morfoestratigraficamente se acumulam e formam uma superfície plana ou suavemente inclinada ao longo do curso do rio. Altimetricamente as planícies aluviais são geralmente áreas de cotas menores e apresentam solos férteis e ricos em nutrientes, devido aos sedimentos depositados pelo sistema fluvial. Elas podem variar em extensão e largura, desde pequenas faixas ao longo das margens dos rios até grandes áreas que se estendem por quilômetros, como é o caso de Canindé no Alto Sertão Sergipano e todo Baixo São Francisco.

Os plainos aluviais são altamente valorizados devido à disponibilidade de água e nutrientes. Além disso, essas áreas também são propícias para a instalação de assentamentos humanos devido à sua localização próxima essas fontes hídricas, o que justificaria potencialmente a presença de sítios no Vale dos Mestres às margens do rio São Francisco e riacho Cachoeirinha. Observe a imagem em 3D da área (Figura 5).

Figura 5: Esquema 3D, realizado com base em imagens de satélite da área.

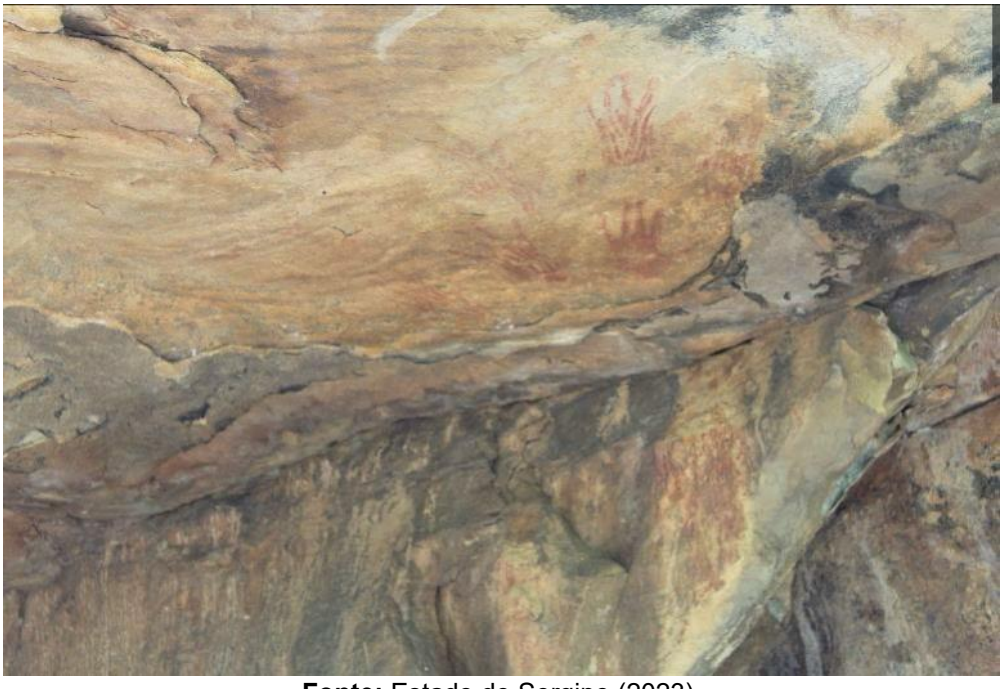
Fonte: Os autores (2023).

No Vale dos Mestres, este plaino se apresenta como um compartimento geomorfológico com elevações variando de 100 a 200 metros de altitude em relação ao nível do mar atual, segundo os perfis topográficos traçados para a definição da compartimentação aqui apresentada, e tal elevação pode se dar em decorrência de sua geologia típica característica da Formação Inajá, sendo assim:

> "[...] representada por arenitos fluviais finos e grossos. Apresenta comportamento laminado, com estratificação cruzada. São ferruginosos com intercalações arenosas e níveis de matéria orgânica, com estratificações cruzadas acanaladas e onduladas." (SANTOS, 2012, p. 36).

O tal relevo desenvolvido dessa formação datada do Paleozóico, do período Devoniano é geralmente caracterizado por sua topografia plana ou suavemente inclinada, como já conceituado, e sendo de grande importância tanto do ponto de vista geológico quanto arqueológico. Contudo, possa haver variações morfológicas que resultam na formação de incisões, ravinas profundas no plaino, formados por processos erosivos, como a ação do fluxo de água, que cria canais secundários na própria superfície ou remanescentes de antigos canais fluviais abandonados, sendo preenchidos com sedimentos ao longo do tempo (riacho Cachoeirinha), pois abriga sítios arqueológicos relevantes, como no caso dos Sítios Arqueológicos do Vale dos Mestres (Figura 6).

Figura 6: Evidências de marcas rupestres gravadas em encosta arenítica da Formação Inajá presente nos Sítios.



Fonte: Estado de Sergipe (2023).

Pediplano Detrítico:

Tendo uma altitude média de 200 a 300 metros acima do nível do mar atual, é uma superfície de aplainamento formada marcante morfodinâmica que resulta na deposição de materiais detríticos, como seixo, cascalho e areias, sobre uma superfície rochosa, em uma área de clima semiárido, além disso, vem acompanhando o plaino aluvial ao longo dos afluentes e do canal fluvial principal. Essa cobertura detrítica ocorre devido ao recuo, denudação das encostas e ao processo em balanceamento de remoção e deposição de materiais não consolidados. Assim esse pediplano é caracterizado por ter uma parte rochosa recoberta por uma camada de espessuras variadas de materiais detríticos. Sua formação se dá basicamente em:

> "[...] sedimentos ou fragmentos desagregados de uma rocha. Esse material destacado da rocha in situ é geralmente susceptível de transporte, indo construir os depósitos sedimentares. Algumas vezes os detritos são reunidos por um cimento, constituindo as rochas detríticas ou depósitos detríticos, geralmente compostos de material muito heterogêneo." (GUERRA, 1993, p. 131).

Já em relação aos sítios arqueológicos, especialmente com destaque para as pinturas rupestres, os pediplanos detríticos frequentemente apresentam formações rochosas, encostas proeminentes, que podem fornecer abrigos naturais. Estes abrigos poderiam ter sido utilizados por comunidades antigas como espaços para abrigo, moradia, atividades cotidianas ou rituais. Gravuras podem ser encontradas nessas superfícies rochosas, representando cenas da vida diária, rituais religiosos ou figuras simbólicas.

A exposição a condições extremas, como altas temperaturas e baixa umidade, é comum. Os abrigos rochosos presentes nesses pediplanos, poderiam oferecer proteção contra as intempéries, permitindo que as pinturas rupestres tenham uma maior chance de conservação temporal.

O contexto climático recente ocasiona o surgimento de um "verniz" responsável pela conservação das pinturas rupestres que é uma substância natural que se forma ao longo do tempo sobre as superfícies das pinturas. Este verniz é conhecido como pátina, um revestimento fino e protetor que é composto por sais minerais, óxidos e outros componentes que se depositam sobre a superfície das pinturas ao longo do tempo. Ainda que a própria cobertura de cascalhos, areias e argilas possa ajudar a proteger as pinturas contra a erosão e a exposição a agentes atmosféricos, contribuindo para sua conservação.

Embora os pediplanos detríticos sejam caracterizados por climas semiáridos, eles ainda podem fornecer recursos naturais importantes para as comunidades antigas. Isso inclui a presença de fontes de água, como é o caso do leito do riacho Cachoeirinha, além da

vegetação e animais selvagens. Esses recursos podem ter incentivado a ocupação humana de áreas e, consequentemente, a criação de sítios arqueológicos, incluindo aqueles com pinturas rupestres.

Numa abordagem mais específica, esses pediplanos podem ter tido significados culturais e simbólicos para as comunidades antigas. Essas áreas podem ter sido consideradas sagradas, espirituais ou de importância ritualística, o que poderia ter levado à criação de pinturas rupestres como expressão artística e registro simbólico de crenças e práticas culturais.

Morros Testemunhos:

Os morros testemunhos representantes do contexto sedimentar do vale são compartimentos geomorfológicos muito comuns nas paisagens características de regiões com história geológica complexa, estes consistem basicamente em colinas ou elevações isoladas que se destacam em uma paisagem relativamente plana. Conforme a compartimentação aqui elaborada, suas altitudes ao longo do município em geral podem variar de 300 a 440 metros.

Segundo denominação do IBGE, os morros testemunhos são

> “Relevo residual de topo plano, limitado por escarpas, resultante do recuo pela erosão de frente de cuesta ou de outras escarpas de relevos tabuliformes formados em rochas sedimentares ou excepcionalmente em derrames vulcânicos. Ocorre nas depressões periféricas, precedendo frentes de planaltos sedimentares ou sobre estes planaltos, chapadas e tabuleiros, assinalando contato de rochas de resistências diferentes ou limites de recuo de erosão” (IBGE, 2009, p. 71).

Eles são destacados pela erosão diferencial, onde camadas de rochas sedimentares mais resistentes que foram depositadas horizontalmente ao longo de milhões de anos, são deixadas expostas enquanto as camadas circundantes são erodidas temporalmente, pela ação fluvial, dos ventos, umidade e altas temperaturas. Típicos do relevo de cuestas, estão espalhados por vários trechos do município de Canindé, inclusive na bacia do riacho Cachoeirinha, como analisado no mapa da compartimentação geomorfológica da sua paisagem.

As camadas de rochas mais resistentes à erosão, começam a se destacar enquanto as camadas mais friáveis são erodidas. Com o tempo, a erosão retira as camadas circundantes, deixando apenas estas elevações residuais isoladas.

Os morros testemunhos também podem ter relevância cultural e turística, muitas vezes sendo pontos de referência icônicos em suas paisagens, como no Vale dos Mestres.

Além disso, podem influenciar a presença de sítios arqueológicos de várias maneiras, como fornecer proteção natural aos sítios arqueológicos localizados nos vales. Essas formações rochosas podem atuar como barreiras físicas contra intempéries e erosão. Podem também apresentar depósitos minerais e outros recursos naturais valiosos.

Quando esses recursos estão presentes em vales, eles podem ser outro fator que indicam a presença de comunidades humanas antigas que dependiam desses recursos para suas necessidades diárias. Os sítios arqueológicos podem, então, se desenvolver ao redor desses recursos, aproveitando a proximidade dos morros testemunhos.

Contudo, as vantagens defensivas para comunidades antigas, talvez seja a utilidade mais plausível. Sua topografia elevada pode dificultar o acesso a um sítio arqueológico, tornando o mais fácil de proteger contra-ataques de inimigos. Portanto, os sítios arqueológicos podem ter sido construídos ou ocupados em locais próximos a essas formações rochosas para fins defensivos, além da vegetação, desempenhar certa defesa ao fácil acesso.

Conforme as referências culturais e religiosas das antigas civilizações, os morros testemunhos podem ter tido um significado simbólico ou religioso. Os vales, podem ser considerados locais sagrados ou significativos culturalmente. Nesses casos, os sítios arqueológicos podem ter sido estabelecidos em vales próximos a morros testemunhos como parte de práticas religiosas ou rituais específicos, como já citado no Pediplano Detrítico.

Dispersos em toda a superfície, os relevos residuais compõem blocos isolados, geralmente dissecados em formas convexas, alguns deles correspondendo a intrusões graníticas, outros, constituindo elevações tabuliformes, são testemunhos do recobrimento da Bacia de Tucano. Sobre os pedimentos e rampas coluviais prevalecem os efeitos do escoamento superficial, enquanto sobre os relevos residuais os processos de desagregação e fragmentação são importantes, pois para ênfase dos estudos em Geoarqueologia, nas encostas dos morros há evidências de assentamentos humanos pré-históricos, os quais estão relatados em cavidades e abrigos nesses morros que são constituídos pelos Arenitos da Formação Inajá. Sobre esses Arenitos, as encostas são um ponto de estabelecimento de uma rescisão de drenagem e que justifica a presença de ocupação então relatada como sítios arqueológicos dos Vale dos Mestres.

Sendo assim, considerando os três compartimentos identificados para a paisagem predominante do Vale dos Mestres, pode servir de subsídio para um planejamento futuro mais efetivo visto que o mapeamento geomorfológico revela as diferentes nuances, formações superficiais e processos pedo-geomorfológicos que corroboram e repercutem sobre os assentamentos antrópicos contemporâneos e pretéritos.

Com base nesse mapeamento detalhado e nas informações obtidas, podem ser implementadas medidas de proteção física em conjunto com o IPHAN, o órgão responsável.

Essas medidas podem incluir a instalação de cercas ou barreiras para evitar danos causados por visitantes ou intempéries às pinturas rupestres. É importante ressaltar que, ao definir as unidades morfoesculturais, é necessário considerar a fragilidade e a importância desses sítios arqueológicos no vale.

Para garantir a preservação adequada desses locais, é essencial estabelecer restrições de uso e desenvolver diretrizes para atividades como escavações, pesquisas ou visitas públicas. Assim, é possível garantir que essas atividades sejam realizadas de forma responsável e não causem danos ao patrimônio histórico. Além disso, a divulgação do sítio arqueológico e suas características por meio de mapas e materiais informativos pode atrair o turismo consciente e incentivar a conscientização sobre a importância da conservação do patrimônio histórico. É fundamental contar com o apoio e a colaboração da comunidade local e do IPHAN nesse processo.

Dessa forma, por meio de medidas de proteção física, restrições de uso, desenvolvimento de diretrizes e divulgação adequada, é possível garantir a preservação desses sítios arqueológicos e incentivar a conscientização sobre a importância da conservação do patrimônio histórico.

Por fim, é pertinente a metodologia empregada no que diz respeito aos resultados da caracterização morfoescultural da folha SC-24-X-C, dos sítios arqueológicos, que desempenham um papel fundamental na compreensão e preservação do passado humano.

Através do estudo das características morfológicas da paisagem e da cultura material encontrada nos sítios arqueológicos, é possível reconstruir a história e os modos de vida de civilizações antigas. Essas áreas são verdadeiras relíquias que nos conectam com nossas raízes e nos permitem apreciar a diversidade e complexidade do patrimônio cultural.

Agradecimentos

Agradecemos ao financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), adquiridas pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e Residência Pedagógica, que fomentaram recursos para o desenvolvimento deste artigo, e por fim, agradecemos a Universidade Federal de Sergipe (UFS).

Referências

BANCO DE DADOS DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS. Geomorfologia. Disponível em: https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/geomorfologia. Acesso: 06 mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Bases cartográficas contínuas-Brasil. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15759-brasil.html?=&t=downloads. Acesso em: 05 mai. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manual Técnico de Geomorfologia. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2009.

INSTITUTO DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO E ARTÍSTICO NACIONAL. Fototeca sítios arqueológicos. Disponível: http://portal.iphan.gov.br/fototeca/detalhes/17/fototeca-sitios-arqueologicos#:~:text=Por%20meio%20dos%20bens%20arqueol%C3%B3gicos,comunicada%2C%20imediatamente%2C%20ao%20Iphan. Acesso: 05 jun. 2023.

GOVERNO DO ESTADO. Disponível em: https://www.se.gov.br/. Acesso em: 05 mai. 2023.

GUERRA, Antônio Teixeira. Dicionário Geológico Geomorfológico. 2ª ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

MEDEIROS, B. A.; TAVARES, B. A. C.; MÜTZENBERG. Análise da distribuição espacial dos sítios arqueológicos da bacia do Rio Carnaúba-RN a partir da classificação da morfologia dos suportes rochosos e das unidades geomorfológicas. Revista Contexto geográfico, v. 5, n.9, p. 140 – 153, 2019.

NETTO, C. X. de A; ROSA, C. R; SOUZA, T. F. de. Situação geomorfológica dos sítios arqueológicos no município de Camalaú-PB. Revista de Arqueologia, v. 34, n. 1, p. 178 –195, 2021.

RUBIN, J. C. R. de; SILVA M. A. da; SILVA, R. T. da. Teoria e prática no ensino de Geoarqueologia na PUC goiás. Revista de Arqueologia, v. 27, n. 2, p. 89 – 99, 2014.

SANTOS, Cristiano Aprígio dos. Geografia Física aplicada à análise ambiental: uma reflexão sobre a ecodinâmica e geossistemas. In: CARVALHO, Márcia Eliane Silva; SANTOS, Ana Rocha dos (Orgs.). O fazer geográfico : teoria e prática. São Cristóvão: Editora UFS, 2013, p. 143-156.

SANTOS, Cristiano Aprígio dos. Geoprocessamento e integração de dados para mapeamento geomorfológico e morfoestrutural da folha Poço da Cruz, Bacia do Jatobá - PE. 2012. 153 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2012.

SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. Atlas digital. Disponível em: https://sedurbi.se.gov.br/portalrecursoshidricos/#. Acesso em: 05 mai. 2023.

SILVA, Thalita Isabela; RODRIGUES, Sílvio Carlos. Tutorial de cartografia geomorfológica arcgis 9.2 e envi 4.0. Manuais Técnicos - Revista Geografia Acadêmica, v.3, n.2, p. 1 - 63, 2009.

SOCIEDADE ARTÍSTICO BRASILEIRA. A importância dos sítios arqueológicos. Disponível em: https://www.sabra.org.br/site/sitios-arqueologicos/. Acesso em: 05 jun. 2023

VALERIANO, Márcio de Morrison, et al. TOPODATA: Banco de dados geomorfométricos do Brasil. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/topodata/contato.php. Acesso em: 10 mai. 2023.

VETORAZZI, C. A. Técnicas de geoprocessamento no monitoramento de áreas florestadas. Série Técnica IPEF, v. 10, n. 29, p. 45 – 51, 1996.

Mapeamento de lineamentos estruturais ao longo do Cânion do Rio São Francisco

Mapping of structural lineaments along the São Francisco River Canyon

Genisson Panta
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-6745-7772
genisson.panta@ufpe.br

João Paulo da Hora Nascimento
Universidade Federal de Pernambuco
http://orcid.org/0000-0003-4111-0524
joao.hora@ufpe.br

Jorge Lima Lopes Lôbo
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0009-0004-2713-3812
jorge.lobo@ufpe.br

Kleython de Araújo Monteiro
Universidade Federal de Alagoas
http://orcid.org/0000-0003-4829-3722
kleython.monteiro@igdema.ufal.br

Antonio Carlos de Barros Corrêa
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0001-9578-7501
dbiase2001@terra.com.br

Resumo: Este estudo investigou a influência das estruturas geológicas do embasamento na configuração do relevo na região do baixo São Francisco. Foi identificado um padrão notável de orientação nordeste-sudoeste (NE-SW) nas principais falhas, fraturas e zonas de cisalhamento, que exerce um controle fundamental na organização da rede de drenagem local. Os planos de foliação, que incluem áreas milonitizadas próximas às falhas, também seguem essa direção, destacando a importância das características estruturais do embasamento na formação e evolução do relevo. A herança do embasamento proterozoico, com seu sistema de fraturamento, influencia a incisão dos rios e a morfologia da rede de drenagem. Esses resultados são relevantes para a compreensão das forças geodinâmicas que moldaram essa paisagem única, tendo implicações significativas para a geologia, geomorfologia e estudos ambientais na região.

Palavras-chave: Geomorfologia, Controle Estrutural, Rede de Drenagem.

Abstract: This study investigated the influence of geological basement structures on the configuration of the relief in the lower São Francisco region. A notable pattern of northeast-southwest (NE-SW) orientation was identified in the main faults, fractures, and shear zones, which exert fundamental control over the local drainage network's organization. Foliation planes, which include milonitized areas near faults, also follow this direction, highlighting the importance of basement structural features in shaping the relief's formation and evolution. The inheritance of the Proterozoic basement, with its system of fracturing, influences river incision and the morphology of the drainage network. These findings are relevant for understanding the geodynamic forces that shaped this unique landscape, with significant implications for geology, geomorphology, and environmental studies in the region.

Keywords: Geomorphology, Structural Control, Drainage Network.

Introdução

Lineamentos são feições retilíneas ou semi-retilíneas, simples ou compostas, com expressividade no relevo e que, geralmente, refletem controles subsuperficiais (O'LEARY; FRIEDMAN; POHN, 1976). Em sua concepção original, esse conceito foi empregado para designar cristas, escarpas de planaltos, linhas de costa, contatos geológicos e falhas, por exemplo (HOBBS, 1904). Essas feições são marcadores importantes para o mapeamento morfotectônico e para investigação de controles estruturais sobre terrenos de escudo exposto. Muitas vezes, o relevo manifesta a influência de estruturas profundas, como zonas de cisalhamento e contatos litológicos, como corpos graníticos exumados. A investigação dessas estruturas envolve a quantificação de sua orientação, frequência, comprimento e densidade. A espacialização e análise desses atributos permite a construção de um panorama dos trends regionais que possuem expressividade no relevo, bem como identificar blocos estruturais com maior grau de fraturamento e, portanto, mais susceptíveis aos processos erosivos.

A análise dessas feições foi favorecida pela popularização das técnicas e produtos de sensoriamento remoto nas geociências, especialmente nas últimas décadas (MUTZENBERG; TAVARES; CORRÊA, 2005). As técnicas de mapeamento aplicadas a extração de lineamentos normalmente consistem na aplicação de sombreamento diferencial sobre modelos digitais de elevação, variando apenas o ângulo de inclinação solar e azimute. Desta maneira, é possível distinguir entre lineamentos positivos e negativos. Os negativos são representados por vales e depressões, enquanto que os positivos são cristas e escarpas. Além de imagens de radar, pode-se incorporar produtos ópticos na faixa do visível como um auxílio no mapeamento e produtos de dados geofísicos, como dados de levantamentos magnetométricos e gravimétricos (CARVALHO et al., 2006). O mapeamento de lineamentos é do interesso do estudo da morfotectônica, mas também fornece informações importantes a respeito da hidrogeologia, geotecnia e a caracterização de unidades litológicas (ALVES; MONTEIRO, 2022; LIMA, 2000; TOMASI; ROISENBERG, 2019). Atualmente, além da extração manual dessas feições, cada vez mais comum o mapeamento automático de lineamentos.

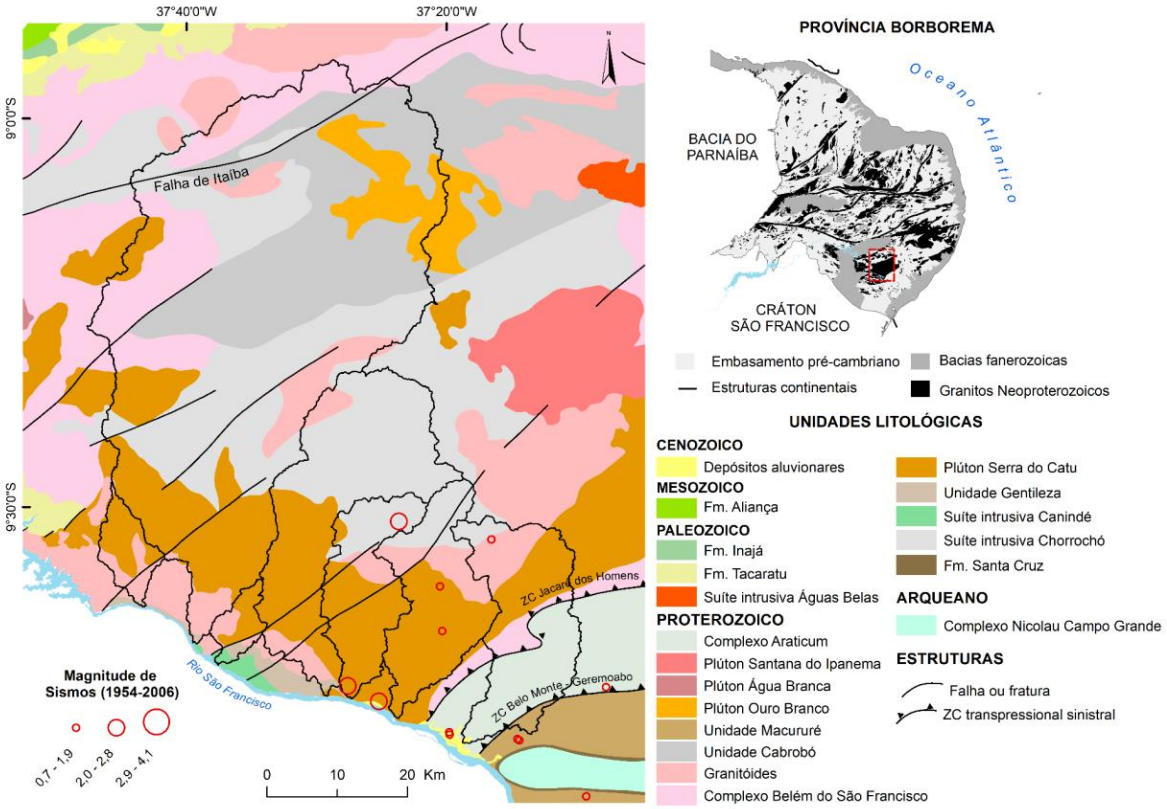
O relevo do Nordeste do Brasil é influenciado pela presença de estruturas profundas dúcteis e rúpteis herdadas do pré-cambriano e estão correlacionadas, geralmente, ao último processo orogenético que atingiu a Província Borborema e ao rifteamento responsável pela fragmentação de paleocontinentes, como Pangea e Gondwana (MAIA; BEZERRA, 2014). Essas estruturas tectônicas são representadas principalmente por zonas de cisalhamento herdadas da orogênese brasiliana e reativadas durante o Cretáceo. Além disso, existe também a contribuição de processos tectônicos pós-rift na margem continental e no interior

do Nordeste (BEZERRA et al., 2023). Nesse sentido, os sistemas fluviais são uma das ferramentas mais importantes para elucidar eventuais controles estruturais sobre o relevo já que eles são os primeiros a registrá-los. Diante disso, este estudo buscou mapear lineamentos de drenagem ao longo do vale do cânion do rio São Francisco, no Nordeste do Brasil. Buscou-se analisar a densidade de lineamentos, frequência e comprimento. Essa abordagem foi aplicada com a finalidade de identificar áreas com maior grau de fraturamento e definir trends regionais. Finalmente, traçou-se correlações entre a orientação do cânion, evolução da rede de drenagem tributária e a presença de lineamentos do embasamento cristalino.

Área de estudo

A área de estudo abrange uma extensão de 3.935 quilômetros quadrados, englobando sete bacias semiáridas localizadas na região do sertão de Alagoas, bem como vinte municípios que compõem a área do cânion do baixo São Francisco (Figura 1). A área de estudo está localizada na Subprovíncia Meridional da Província Borborema, conhecida como Domínio Pernambuco-Alagoas (PEAL), de acordo com a classificação de Hasui (2012) baseada em Delgado et al. (2003) e Silva (2006). Conforme observado por Van Schmus et al. (2011), essa Subprovíncia é caracterizada pela colisão de fragmentos crustais de diferentes idades, desde o Arqueano até o Neoproterozóico, atravessados por extensas zonas de cisalhamento. A geologia desta região é dominada em sua maioria pelos complexos Belém do São Francisco e Cabrobró. O Complexo Belém do São Francisco é composto por ortognaisses, leucogranitos e tonalitos-granodioritos, todos eles sujeitos a diferentes graus de metamorfismo. Esta formação também inclui partes de rochas supracrustais. Por outro lado, o Complexo Cabrobró é constituído por uma variedade de sequências metassedimentares, que englobam xistos, paragnaisses, metagrauvacas, quartizitos, mármores e associações metavulcanossedimentares. Tanto o Complexo Cabrobró quanto o Complexo Belém do São Francisco foram extensivamente intrudidos por batólitos graníticos durante o evento tectônico brasiliano, particularmente ao longo das zonas de cisalhamento.

Figura 1 – Unidades de rochas presentes na região em análise e dados sísmicos coletados de 1954 a 2006.



Na região das bacias hidrográficas sob análise, destaca-se a presença do Plúton Serra do Catu, uma intrusão de origem Neoproterozóica que se estende no sentido NW-SE. Este plúton é composto principalmente por rochas félsicas, como quartzo monzonitos, monzogranitos e quartzo sienitos, e seus contatos são caracterizados por variações na altitude do terreno. Além disso, há uma contribuição menor da suíte intrusiva Canindé e da Unidade Gentileza nessa área. Nas partes mais baixas das bacias, podemos encontrar afloramentos de rochas graníticas de origem Proterozoica. Na porção leste do domínio em estudo, as rochas pertencem ao Complexo Araticum, que é composto por uma variedade de rochas deformadas, incluindo xistos, gnaisses, micaxistos, metavulcanoclásticas e paragnaisses. Os depósitos aluvionares quaternários são limitados na área, sendo mais evidentes nas margens do rio São Francisco. Nas partes mais altas e médias das bacias, encontramos rochas da Suíte Intrusiva Chorrochó, que inclui metadioritos, metamonzonitos e ortognaisses. As estruturas geológicas, como dobramentos e falhas, geralmente apresentam uma orientação principal ao longo do eixo NE-SW.

Metodologia

Utilizou-se o Modelo Digital de Elevação (MDE) – Copernicus, com resolução espacial de 1 segundo de arco (aproximadamente, 30 metros em baixas latitudes) provido pela European Space Agency (ESA) e disponível para download gratuitamente (OPEN TOPOGRAPHY, 2023). Esse MDE foi produzido pela missão TanDEM-X liderada pelo Centro Aeroespacial Alemão – DLR. Os dados foram projetados para coordenadas planas e utilizou-se o método de reamostragem bilinear. Sawatzky e Lee (1974) e Wise et al. (1985) salientaram que ao aplicar diferentes ângulos de iluminação ao sombreamento da topografia, é possível realçar lineamentos. Por sua vez, Corrêa e Fonseca (2010) enfatizaram a utilidade do mapeamento de lineamentos para identificar tendências estruturais e controles geológicos sobre a rede de drenagem. O posicionamento da fonte de luz, em termos de elevação e azimute, influencia quais características serão destacadas ou ocultadas. Portanto, foi adotado o método multidirecional oblíquo, conforme proposto por Mark (1992), para gerar sombreamentos compostos utilizando a ferramenta DEM Surface desenvolvida por Jenness (2013). Como Oliveira (2019) e Radaideh et al. (2016) também fizeram, utilizamos um ângulo de elevação solar fixo de 30° e produtos compostos em azimutes de 0°, 45°, 90°, 135° para realçar lineamentos negativos, como vales fluviais encaixados, e de 180°, 225°, 270°, 315° para destacar cristas. Com base nestes produtos, foram identificados os lineamentos em uma escala de 1:200.000. Os dados mapeados foram posteriormente analisados em termos de densidade, frequência e comprimento absoluto utilizando os softwares Stereonet v.11 e ArcSDM (KEMP et al. 2021; ALLMENDINGER, 2021). Ao final, os dados foram submetidos a análise estatística descritiva, como aferição da curtose, assimetria e média.

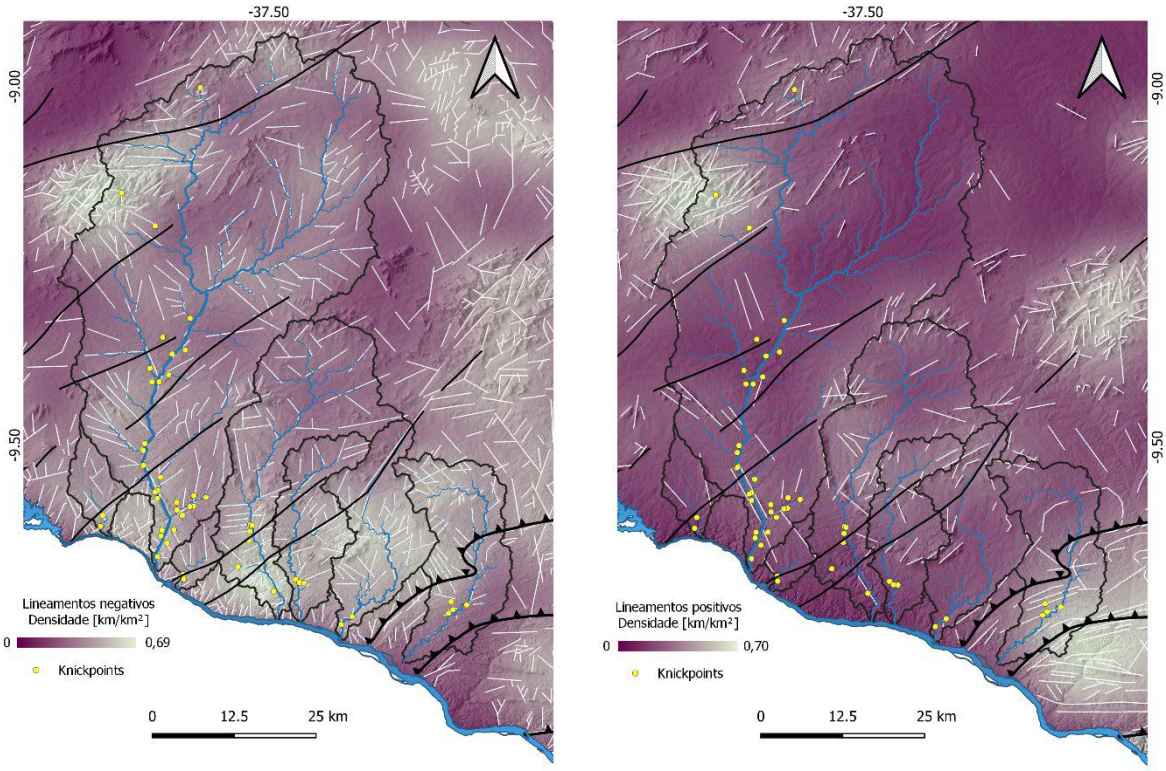
Resultados

Foram identificados 1.124 lineamentos negativos durante o mapeamento, com comprimentos variando entre 366 metros e 21 quilômetros, conforme ilustrado na Figura 2. A média de comprimento para essa categoria de lineamentos é de aproximadamente 3 quilômetros. É relevante observar que a metade desses lineamentos possui comprimento igual ou inferior a 2,6 quilômetros. A análise estatística revelou uma curtose de 7,8, classificando a distribuição como leptocúrtica, o que indica que a concentração de lineamentos é maior nas faixas próximas à origem.

O coeficiente de assimetria, que atingiu o valor de 2, aponta para uma distribuição de frequência com uma cauda mais longa à direita.. Nas áreas de estudo nas porções inferiores das bacias hidrográficas, identificou-se uma densidade significativa de lineamentos negativos,

chegando a 0,5 quilômetros de lineamentos por quilômetro quadrado. Além disso, foi possível observar uma concentração considerável de vales lineares na região do maciço de Mata Grande e nas áreas externas às bacias hidrográficas. Quanto à orientação, a maioria dos lineamentos negativos está alinhada no primeiro quadrante, com direção predominante nordeste. O vetor médio da distribuição de frequência em termos de azimute foi calculado em 30° ± 2°, demonstrando uma conformidade com as estruturas regionais.

Figura 2 – Os lineamentos negativos e positivos que foram cartografados foram sobrepostos à representação da densidade.



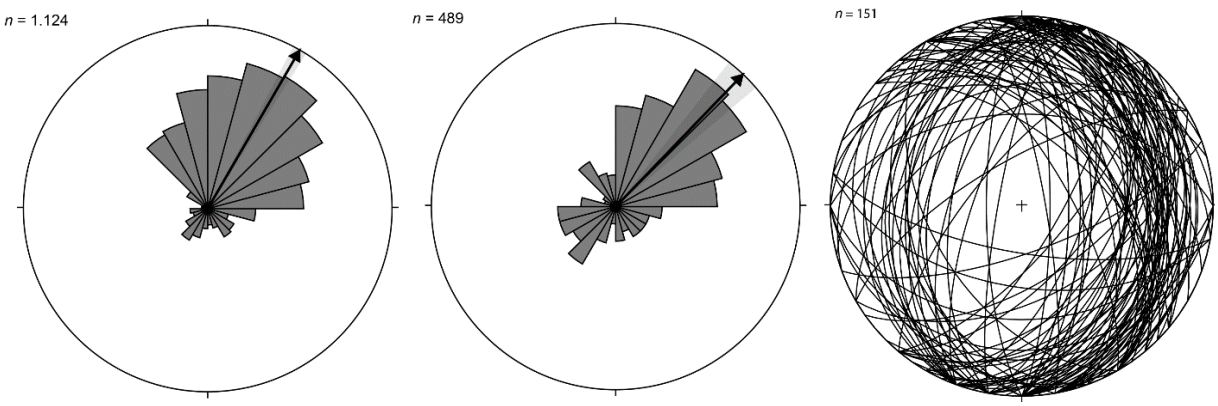
Foram identificados 489 lineamentos positivos durante o mapeamento, representando uma quantidade cerca de 2,3 vezes menor do que a contagem de lineamentos negativos. A média do comprimento desses lineamentos positivos foi superior à encontrada nos lineamentos negativos, atingindo 4,1 quilômetros, com variação entre 74 metros e 29,5 quilômetros. A mediana dos dados, que é de 3,4 quilômetros, indica que metade dos lineamentos possui um comprimento igual ou inferior a esse valor. A distribuição de frequência dos dados de lineamentos positivos, semelhante à dos lineamentos negativos, foi classificada

como leptocúrtica, apresentando um valor de curtose de 16,5. O coeficiente de assimetria, com um valor de 2,89, sugere que os dados estão concentrados próximos à origem.

A análise da densidade espacial dos lineamentos positivos revela a existência de, pelo menos, três núcleos distintos. O primeiro núcleo de concentração desses lineamentos está localizado no maciço de Mata Grande, uma área que também abriga uma concentração de lineamentos negativos. O segundo agrupamento está nas proximidades das zonas de cisalhamento Jacaré dos Homens e Belo Monte. Por fim, o terceiro núcleo de concentração de lineamentos positivos encontra-se fora do domínio das bacias hidrográficas. Os lineamentos positivos também apresentam um trend nordeste, seguindo a tendência das estruturas regionais, com um vetor médio de 44° ± 6°, ligeiramente maior do que o observado nos lineamentos negativos, mas ainda dentro do desvio padrão.

A atitude dos planos de foliação, que incluem informações sobre sua direção e ângulo de mergulho, foi obtida a partir de 151 medições realizadas em campo pelo Serviço Geológico do Brasil durante o levantamento geológico de Alagoas, na escala de 1:250.000, conforme documentado por Mendes et al. (2017). Ao projetar esses planos em uma rede de igual área no hemisfério inferior, podemos observar que a maioria deles mergulha em direção ao nordeste, sudeste e leste, ocupando principalmente o primeiro e o segundo quadrante. Em contrapartida, um número menor de planos apresenta mergulho em direção ao oeste, noroeste e sudoeste, no terceiro e quarto quadrante. Em relação à foliação milonítica (totalizando 8 medições), essa geralmente exibe um ângulo de mergulho elevado, com uma média de 61°. Os demais planos (totalizando 143 medições) possuem uma média de 36° de ângulo de mergulho, que é comparável ao ângulo de orientação observado nos lineamentos. O vetor médio dos polos normais aos planos de foliação demonstrou uma direção de 254° e um ângulo de mergulho de 73°.

Figura 3 – Na sequência da esquerda para a direita: lineamentos negativos, lineamentos positivos e planos de foliação.



Discussão

Os resultados desta pesquisa revelaram padrões notáveis na região do baixo São Francisco. As principais falhas e fraturas que dominam o cenário estrutural seguem consistentemente uma orientação nordeste-sudoeste (NE-SW). Esse alinhamento não apenas influencia a disposição dos vales, cristas e escarpas, mas também desempenha um papel fundamental na organização da rede de drenagem local. Além disso, os planos de foliação, que incluem áreas milonitizadas próximas às falhas, tendem a seguir essa mesma direção, embora o ângulo de inclinação possa variar. Isso sugere que a herança das características estruturais do embasamento exerce uma influência significativa na formação e evolução do relevo nessa área.

Outro ponto relevante é a influência dessas características estruturais na erosão do relevo. Os vales na região exploram as zonas fragilizadas do substrato rochoso, refletindo uma relação direta entre a orientação das estruturas no embasamento e a incisão dos rios. A herança do embasamento proterozoico, com seu sistema de fraturamento, desempenhou um papel fundamental na condução da incisão fluvial e no aumento da amplitude entre o fundo dos vales e os divisores de drenagem. Essa constatação destaca a importância das características estruturais pré-existentes na evolução do cenário geomorfológico do baixo São Francisco e sua rede tributária. Há predominância de deformações dúcteis-rúpteis que são influenciadas por essas estruturas do embasamento. Isso se reflete na geometria dos canais, que tendem a exibir uma sinuosidade relativamente baixa na maior parte da área. Além disso, observou-se uma alta frequência de ângulos de confluência acentuados, indicando a influência direta das estruturas do embasamento sobre a morfologia da rede de drenagem.

Em relação a distribuição geográfica dos lineamentos negativos, observou-se uma alta densidade sobre o maciço estrutural de Mata Grande. De acordo com Gois et al. (2021), essa área é um brejo de altitude o que garante uma dinâmica funcional completamente diferente do entorno. Outra foto importante é que esse maciço é formado por sienito que apresenta um grau de resistência aos processos erosivos maior do que as encaixantes que o circundam, mesmo estando, como demonstrado, intensamente fraturado. Essa feição é delimitada por duas falhas com cinemática transcorrente. Entre o maciço e o planalto sedimentar do Jatobá, a oeste, existe uma depressão periférica onde não foi identificado nenhum tipo de lineamento. Isso sugere que os controles litoestruturais do embasamento cristalino são mais evidenciados no baixo São Francisco pela análise da rede de drenagem do que pelas serras, escarpas e planaltos. Isso ocorre porque essa área é uma superfície aplainada por processos superficiais e endógenos de longo prazo no registro geológico. Ainda sobre os lineamentos negativos, a

predominância de comprimentos < 3 km indica que o controle exercido pela trama estrutural é maior em canais de menor hierarquia fluvial. Assim, quanto menor o vale, maior sua subordinação as condicionantes litoestruturais.

Considerações finais

Os vales fluviais encontram-se subordinados pela influência de linhas de fraqueza do embasamento cristalino. Esse controle é mais notável, contudo, em vales de menor hierarquia fluvial. As principais estruturas, incluindo falhas, fraturas e zonas de cisalhamento, seguem uma orientação nordeste-sudoeste. Essa disposição não apenas influencia a orientação de cristas e escarpas, mas também exerce um controle fundamental na organização da rede de drenagem local. Além disso, os planos de foliação, tendem a seguir essa mesma direção, embora o ângulo de mergulho possa variar bastante. Isso sugere que as características estruturais do embasamento têm um impacto significativo na formação e evolução do relevo nessa área, influenciando a incisão dos rios e a morfologia da rede de drenagem. Isso ressalta a relação direta entre a orientação das estruturas no embasamento e a incisão dos rios. Assim, é importante observar que a predominância de deformações dúcteis-rúpteis na área está diretamente ligada a essas estruturas do embasamento e é refletida na geometria dos canais, que tendem a exibir baixa sinuosidade na maior parte da área. Também foi identificada uma alta frequência de ângulos de confluência acentuados, demonstrando a influência direta das estruturas do embasamento sobre a morfologia da rede de drenagem. Em suma, este estudo contribuiu para uma compreensão mais profunda da relação entre as estruturas do embasamento e a configuração do relevo na região do baixo São Francisco por meio de uma abordagem quantitativa.

Referências

ALLMENDINGER, R. Stereonet. Disponível em: <https://www.rickallmendinger.net/stereonet>. Acesso em: 1 maio. 2023.

ALVES, G. N.; MONTEIRO, K. DE A. Controle estrutural sobre a drenagem de sub-bacias da Bacia Hidrográfica do Riacho Grande, Alagoas. REVISTA GEONORTE, v. 13, n. 41, 2022.

BEZERRA, F. H. et al. Review of tectonic inversion of sedimentary basins in NE and N Brazil: analysis of mechanisms, timing and effects on structures and relief. Journal of South American Earth Sciences, p. 104356, 2023.

CARVALHO, L. M. M. et al. Processamento e interpretação de dados magnetométricos aéreos do projeto Itabira-ferros, MG: uma ferramenta no auxílio ao mapeamento geológico-estrutural. Revista Brasileira de Geociências, v. 36, n. 1, p. 85–92, 2006.

CASTRO, H. S. Mapeamento dos lineamentos estruturais do sertão central do Ceará com ênfase na espacialização dos inselbergs do batólito de Quixadá. Revista de Geociências do Nordeste, v. 2, n. 1, p. 38–44, 2016.

COELHO, J. O. M.; ZAINE, J. E.; RODRIGUES, F. H. Análise fisiográfica, a partir de técnicas de fotointerpretação, aplicada ao mapeamento geológico-geotécnico de obras rodoviárias. Revista Brasileira de Cartografia, v. 68, n. 10, 2016.

HOBBS, W. H. Lineaments of the Atlantic border region. Bulletin of the Geological Society of America, v. 15, n. 1, p. 483–506, 1904.

LIMA, C. LINEAMENTOS EM IMAGENS DE SENSORES REMOTOS E SEU SIGNIFICADO ESTRUTURAL NOS TERRENOS GRANTTO-GREE/VSIO/VE BELT DE CRIXÁS (CO). Revista Brasileira de Geociências, v. 30, 2000.

MAIA, R. P.; BEZERRA, F. H. Condicionamento estrutural do relevo no Nordeste setentrional brasileiro. Mercator (Fortaleza), v. 13, p. 127–141, 2014.

MARK, R. K. Multidirectional, oblique-weighted, shaded-relief image of the Island of Hawaii. [s.l.] US Geological Survey, 1992.

MUTZENBERG, D. DA S.; TAVARES, B. DE A.; CORRÊA, A. DE B. A influência dos controles estruturais sobre a morfogênese e a sedimentação neógena na bacia do rio Carnaúba (RN). Recife: CLIO Arqueológica, v. 19, 2005.

O'LEARY, D. W.; FRIEDMAN, J. D.; POHN, H. A. Lineament, linear, lineation: Some proposed new standards for old terms. GSA Bulletin, v. 87, n. 10, p. 1463–1469, 1 out. 1976.

OPEN TOPOGRAPHY. OpenTopography - Find Topography Data. Disponível em: <https://portal.opentopography.org/datasets>. Acesso em: 1 maio. 2023.

RADAIDEH, O. M. et al. Detection and analysis of morphotectonic features utilizing satellite remote sensing and GIS: An example in SW Jordan. Geomorphology, v. 275, p. 58–79, 2016.

RIVAS, R. S. Z.; SALAMUNI, E.; FIGUEIRA, I. F. R. Análise estrutural rúptil na zona de influência do Arco de Ponta Grossa: estudo de caso na área da UHE-Mauá-PR. Geosciences= Geociências, v. 38, n. 4, p. 853–869, 2019.

TOMASI, L. C.; ROISENBERG, A. Contexto Hidrogeológico e sua Relação com a Tectônica do Sistema Aquífero Serra Geral na Bacia Hidrográfica do Rio Ijuí, RS. Anuário do Instituto de Geociências, v. 42, n. 2, p. 40–49, 2019.

Resumo dos artigos selecionados para publicação na Revista Contexto Geográfico

Morfologia original e antropogênica da porção Oeste do sistema fluvio-lagunar de Teresina – Piauí

Original and anthropogenic morphology of the western portion of the riverlagoon system of Teresina – Piauí

Hikaro Kayo de Brito Nunes
Universidade do Estado do Amazonas – UEA
https://orcid.org/0000-0001-6868-1285
hikarobrito@gmail.com

Frederico de Holanda Bastos
Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0000-0002-4330-7198
fred.holanda@uece.br

Resumo: A acelerada urbanização sobre diferentes classes de relevo auxilia na formação de feições antropogênicas principalmente quando há considerável diferenciação altimétrica, impulsionada por atividades minerárias e industriais. Considerando as especificidades de cada área, este estudo objetiva compreender as classes de relevo a partir da concepção de morfologia original e morfologia antropogênica considerando os processos e materiais na porção oeste do sistema fluvio-lagunar de Teresina – Piauí. Metodologicamente foram adotadas atividades de gabinete, campo e geoprocessamento (QGis/versão 3.18), auxiliando na discussão dos aspectos físico-naturais e das tipologias de feições antropogênicas original/pré-intervenção (1972) e atual/pós-intervenção (2022). Os principais resultados apontaram para a existência inicialmente de morfologias, como terraço fluvial, lagoas, terreno alagadiço e planície de inundação que foram modificadas com a formação de morfologias antropogênicas agradacionais e degradacionais, a exemplo dos depósitos antropogênicos e das cavas de mineração, interferindo consideravelmente nos processos e materiais existentes, tais como os processos erosivos em sulcos e ravinas.

Palavras-chave: Cartografia geomorfólogica; Intervenção; Antropogeomorfologia; Sistema fluviolagunar; Teresina/Piauí.

Abstract: The accelerated urbanization on different relief classes helps in the formation of anthropogenic features, mainly when there is considerable altimetric differentiation, driven by mining and industrial activities. Considering the specificities of each area, this study aims to understand the relief classes from the conception of original morphology and anthropogenic morphology considering the processes and materials in the western portion of the fluvio-lagoon system of Teresina - Piauí. Methodologically, office, field and geoprocessing activities were adopted (QGis/version 3.18), helping in the discussion of physical-natural aspects and typologies of anthropogenic features original/preintervention (1972) and current/post-intervention (2022). The main results pointed to the initial existence of morphologies, such as river terrace, lakes, marshy land and floodplain that were modified with the formation of anthropogenic agradational and degradational morphologies, such as anthropogenic deposits and mining pits, considerably interfering in the existing processes and materials, such as erosive processes in furrows and ravines.

Keywords: Geomorphological cartography; Intervention; Anthropogeomorphology; Fluvio-lagoon system; Teresina/Piauí.

Ilhas de Calor e Conforto Térmico na Cidade do Crato - CE

Heat Islands And Thermal Comfort in The City of Crato - CE

Vinicius Ferreira Luna
Doutorando em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-2973-314X
vinicius.luna@aluno.uece.br

Ana Poliana Fernandes Alcântara
Graduada em Geografia pela Universidade Regional do Cariri
https://orcid.org/0009-0003-0164-5417
anapoliana.alcantara@urca.br

Juliana Maria Oliveira Silva
Docente da Universidade Regional do Cariri
https://orcid.org/0000-0003-0463-2809
juliana.oliveira@urca.br

Resumo: O presente trabalho objetivou mensurar a temperatura do ar e umidade do sítio urbano da cidade do Crato - CE através de transectos móveis, a fim de identificar a relação entre a temperatura do ar e o grau de urbanização na formação de ilhas de calor, sua intensidade, e o conforto térmico. Tendo como metodologia: levantamento bibliográfico, coleta de dados, transecto móvel nos meses de julho, outubro e dezembro de 2022 com o uso de termohigrômetro. Após a organização dos dados realizou-se o cálculo da ilha de calor Intra-urbana e com o diagrama do INMET, o conforto térmico. Diante dos resultados percebeu-se que as temperaturas variaram de acordo com os meses analisados, e grau de ocupação e vegetação, sendo as intensidades das ilhas entre 'fraca' a 'moderada'. Conclui-se que a urbanização e a falta de cobertura vegetal influenciam no aparecimento das ilhas de calor e suas diversas intensidades, e nos diferentes tipos de conforto térmico.

Palavras-chave: Ilhas de Calor; Conforto Térmico; Uso e ocupação.

Abstract: This work aimed to measure the air temperature and humidity in the urban site of the city of Crato - CE through mobile transects, in order to identify the relationship between air temperature and the degree of urbanization in the formation of heat islands, its intensity . and thermal comfort. With the methodology: bibliographic survey, data collection, mobile transect in the months of July, October and December 2022 using a thermohygrometer. After organizing the data, the calculation of the intraurban heat island was performed and with the INMET diagram, the thermal comfort. In view of the results, it was found that the temperatures varied according to the analyzed months, the degree of occupation and the vegetation, with intensities of the islands between "low" and "moderate". It is concluded that urbanization and the lack of vegetation cover influence the appearance of heat islands and their different intensities, as well as the different types of thermal comfort.

Keywords: Heat Islands; Thermal Comfort; Use and occupation.

Estudo sobre a gênese e a recorrência de eventos intensos de chuva na região de planejamento do baixo São Francisco do estado de Alagoas, Brasil

Study on the genesis and recurrence of intense rainfall events in the lower São Francisco planning region of Alagoas state, Brazil

Lucas Suassuna de Albuquerque Wanderley
Instituto Federal de Alagoas
https://orcid.org/0000-0002-9734-5069
lucas.wanderley@ifal.edu.br

Anne Gabrielly Dantas Melo
Instituto Federal de Alagoas
https://orcid.org/0009-0004-9907-4735
agdm1@aluno.ifal.edu.br

Lillian Souza Anjos
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0001-5181-319X
lilisanjs4004@gmail.com

Ayobami Badiru Moreira
Deutsche Wetterdienst -DWD
https://orcid.org/0000-0002-1765-9763
ayo.badiru@hotmail.com

Resumo: A presente pesquisa teve o objetivo de investigar a gênese e a dinâmica climática dos eventos diários de chuvas intensas na região de planejamento do Baixo São Francisco de Alagoas. O limiar de chuvas intensas foi definido pelo percentil 99° e a sazonalidade e recorrência foram analisadas. Os eventos foram investigados em escala sinótica a partir das imagens de satélite e cartas sinóticas, identificando os sistemas atmosféricos atuantes. Os resultados apontaram limiares similares nas estações de Penedo e Piaçabuçu. Os eventos são mais frequentes entre abril e julho devido à dinâmica atmosférica local. Penedo tem maior recorrência, possivelmente devido à fatores geográficos locais da paisagem. Não foram encontradas tendências climáticas significativas. As chuvas extremas têm dois padrões: nuvens convectivas sobre cavado leste e distúrbios barométricos de frentes frias no Atlântico, atingindo o litoral alagoano. Os resultados podem auxiliar nas estratégias de mitigação e preparação para futuros eventos, visando a segurança e bem-estar das comunidades afetadas.

Palavras-chave: Chuvas intensas; Dinâmica climática; Baixo São Francisco; Padrões atmosféricos.

Abstract: This study aimed to investigate the genesis and climatic dynamics of daily intense rainfall events in the Lower São Francisco planning region of Alagoas. The threshold for intense rainfall was defined using the 99th percentile, and seasonality and recurrence were analyzed. The events were examined on a synoptic scale using satellite imagery and synoptic charts to identify active atmospheric systems. The results revealed similar thresholds in the Penedo and Piaçabuçu stations. Events are more frequent between April and July due to local atmospheric dynamics. Penedo exhibits higher recurrence, possibly due to local geographical factors. No significant climatic trends were found. Extreme rainfall follows two patterns: convective clouds over an eastern trough and barometric disturbances from Atlantic cold fronts affecting the Alagoas coast. These findings could assist in mitigation and preparedness strategies for future events, aiming to enhance the safety and well-being of affected communities.

Keywords: Intense rainfall; Climatic dynamics; Lower São Francisco; Atmospheric patterns.

Distribuição espacial da precipitação em Campina Grande-PB e suas possíveis correspondências com elementos climáticos e fatores geográficos

Spatial distribution of precipitation in Campina Grande-PB and its possible correspondences with climatic elements and geographic factors

Igor Wanderley de Araújo
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0009-0000-7061-9149
igor.wanderley@estudante.ufcg.edu.br

Alana Gabriela Silva de Melo
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-5562-9699
alana.gabriela@estudante.ufcg.edu.br

Lillian Souza dos Anjos
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0001-5181-319X
lillian.anjos@ufpe.br

Vinicius Ferreira Luna
Universidade Estadual do Ceará
https://orcid.org/0000-0002-2973-314X
vinicius.fluna@ufpe.br

Ranyére Silva Nóbrega
Universidade Federal de Campina Grande
https://orcid.org/0000-0001-9097-1537
ranyere.nobrega@yahoo.com.br

Resumo: O presente estudo teve como objetivo compreender a relação entre a distribuição espacial das chuvas na cidade de Campina Grande com os elementos climáticos e fatores geográficos. Para isso, foram coletados dados de precipitação do Centro Nacional de Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN), entre os anos de 2016 e 2022 e os totais anuais e o máximo diário foram interpolados e relacionados com fatores como o relevo, orientação das encostas, e fenômenos e elementos climáticos, como sistemas atmosféricos atuantes e direção e velocidade do vento. Os resultados apontam uma diminuição das chuvas no sentido Leste-Oeste, relacionados à variação altimétrica e direção predominante dos ventos, uma vez que ao ocorrer variações na direção dos ventos, os resultados apresentam mudanças na concentração espacial das chuvas. O estudo destacou a relação complexa entre a distribuição das chuvas em Campina Grande com os diferentes fenômenos meteorológicos e com fatores como o relevo e a hipsometria da cidade, com potencial para melhorar o planejamento urbano e medidas preventivas.
Palavras-chave: Chuvas; Relevo; Direção dos ventos.

Abstract: The present study aimed to understand the relationship between the spatial distribution of rainfall in Campina Grande city with climatic elements and geographical factors. For this purpose, precipitation data from the National Center for Natural Disaster Alert (CEMADEN) were collected between 2016 and 2022, and the annual totals and daily maximums were interpolated and correlated with factors such as topography, slope orientation, climatic phenomena, and elements, such as active atmospheric systems, wind direction, and speed. The results indicate a decrease in rainfall from east to west, related to altimetric variation and the predominant wind direction, as variations in wind direction lead to changes in the spatial concentration of rainfall. The study highlighted the complex relationship between rainfall distribution in Campina Grande and local climatic and geographical elements, with the potential to enhance urban planning and preventive measures.
Keywords: Rainfall; Topography; Wind direction.

Identificação do Risco Geomorfológico de Erosão Costeira em Praias do Litoral Leste da Ilha de Itamaracá-PE

Identifying the Geomorphological Risk of Coastal Erosion on Beaches on the East Coast of the Island of Itamaracá-Pe

Ariadne Fernanda Ferraz Vieira
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
https://orcid.org/0000-0003-4293-2167
ariadnevieiraf@gmail.com

Jonas Herisson Santos de Melo
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
https://orcid.org/0000-0003-3508-6433
jonas.melo@ufpe.br

Osvaldo Girão da Silva
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
https://orcid.org/0000-0002-5797-4450
osgirao@gmail.com

Wemerson Flávio da Silva
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
https://orcid.org/0000-0002-7439-9443
wemerson.fsilva@gmail.com

Daniel Rodrigues de Lira
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
https://orcid.org/0000-0001-9559-2480
daniel.rlira@ufpe.br

Resumo: O presente artigo buscou apresentar uma reavaliação da vulnerabilidade erosiva da costa leste do município de Ilha de Itamaracá-PE, investigada na produção científica de dissertação de mestrado em Geociências defendido em 2009. A reavaliação consiste em considerar as principais variáveis que caracterizam o risco e a vulnerabilidade, identificar os pontos mais vulneráveis à erosão costeira apresentados na pesquisa original e compará-los por meio de fotointerpretação. Para tal, foram utilizadas imagens disponíveis nas ferramentas Google (Earth e Maps), afim de validar as tendências ou identificar mudanças espaço-temporais da configuração costeira, entre erosão e progradação. Os resultados demonstram que um terço das praias reavaliadas fogem da tendência de erosão costeira, enquanto que dois terços confirmam a tendência erosiva, não tendo sido analisados os trechos correspondentes a vulnerabilidades intermediárias e baixas.

Palavras-chave: Vulnerabilidade; Geomorfologia costeira; Erosão costeira; Riscos costeiros; Ilha de Itamaracá-PE.

Abstract: This article aims to present a reassessment of the erosion vulnerability of the east coast of the municipality of Ilha de Itamaracá-PE, investigated in the scientific production of a master's thesis in Geosciences defended in 2009. The reassessment consists of considering the main variables that characterize risk and vulnerability, identifying the points most vulnerable to coastal erosion presented in the original research and comparing them by means of photointerpretation. To this end, images available on Google tools (Earth and Maps) were used to validate trends or identify spatio-temporal changes in coastal configuration, between progression and erosion. The results show that one-third of the beaches reassessed are outside the coastal erosion trend, while two-thirds confirm the erosion trend, and the stretches corresponding to intermediate and low vulnerabilities were not analyzed.

Keywords: Vulnerability, Coastal geomorphology, Coastal erosion, Coastal risks, Ilha de Itamaracá-PE.

As florestas secas do setor meridional da serra da Ibiapaba (PI/CE): serviços ecossistêmicos e conservação

The dry forests of the southern sector of the Ibiapaba mountain range (PI/CE): ecosystem services and conservation

Alisson Medeiros de Oliveira
IFCE Campus Crateús
https://orcid.org/0000-0001-8167-2279
alisson.medeiros@ifce.edu.br

Thais Menezes Lopes
IFCE Campus Crateús
https://orcid.org/0000-0003-2324-8888
thais.menezes.lopes61@aluno.ifce.edu.br

Maria Lúcia Brito da Cruz
UECE Campus Itaperi/Fortaleza
https://orcid.org/0000-0002-2202-923X
lucia.cruz@uece.br

Diógenes Félix da Silva Costa
UFRN Campus Natal
https://orcid.org/0000-0002-4210-7805
diogenes.costa@ufrn.br

Resumo: O bioma Caatinga apresenta fisionomias florestais que são taxonomicamente enquadradas como Florestas Tropicais Sazonalmente Secas (FTSS). As florestas secas da Caatinga desempenham importantes serviços ecossistêmicos para as comunidades, mas apresentam menos de 2% de áreas protegidas de forma integral. O objetivo principal desse artigo é investigar as pressões que as FTSS do setor meridional do glint da Ibiapaba sofrem, quantificar suas emissões e capturas anuais de CO2. Os procedimentos ocorreram em 03 etapas: 1) Seleção e organização dos arquivos de variáveis ambientais; 2) Tratamento dos dados; e 3) análise estatística e discussão. De 2001 a 2022, foram perdidos ou convertidos em outras fisionomias cerca de 7,58 mil ha; a média de emissões foi de 108 $ktCO_2eyr–1$, e foi registrado remoção líquida de -240 $ktCO_2eyr–1$ da atmosfera. Os resultados apontam que a abordagem dos serviços ecossistêmicos endossa os apelos conservacionistas das florestas da área de estudo.

Palavras-chave: Caatinga; FTSS; Remoção de CO_2e; Serviço ecossistêmico.

Abstract: The Caatinga biome presents forest physiognomies that are taxonomically framed as Seasonally Dry Tropical Forests (FTSS). The dry forests of the Caatinga perform important ecosystem services for the communities, but have less than 2% of fully protected areas. The main objective of this article is to investigate the pressures that the FTSS of the southern sector of the glint of Ibiapaba suffer, to quantify their annual CO2 emissions and captures. The procedures took place in 03 stages: 1) Selection and organization of the files of environmental variables; 2) Data processing; and 3) statistical analysis and discussion. From 2001 to 2022, around 7.58 thousand ha were lost or converted into other physiognomies; the average emissions were 108 $ktCO_2eyr–1$, and a net removal of -240 $ktCO_2eyr–1$ from the atmosphere was recorded. The results indicate that the ecosystem services approach endorses the conservationist appeals of the forests in the study area.

Keywords: Caatinga; SDTF; CO_2e removal; Ecosystem service.

Caracterização geoambiental do baixo curso do Piranhas-Açu (RN)

Geoenvironmental characterization of the lower course of the Piranhas-Açu (RN)

Anderson Álefe Rodrigues de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0000-0002-4445-1167
anderson_alefi@hotmail.com

Denise Santos Saldanha
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0000-0003-0259-3228
denisesaldanha.lama@gmail.com

Emanoel Souza da Silva
Instituto Federal do Rio Grande do Norte - IFRN
https://orcid.org/0009-0007-3898-2547
emanoel1jpp@gmail.com

Jonas Valdevino de Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
https://orcid.org/0009-0000-0919-2414
jonaslima.geo@gmail.com

Resumo: A pesquisa tem como objetivo realizar uma descrição geoambiental do baixo curso do Piranhas-Açu, localizado no estado do Rio Grande do Norte. Para o entendimento holístico da área, utilizou-se dados disponibilizados por órgãos competentes, além de técnicas de geoprocessamento para a produção e composição cartográfica. Em se tratando dos resultados, observou-se que a geologia apresenta uma predominância de formações sedimentares, e a geomorfologia corresponde a terrenos planos e ligeiramente elevados, compreendendo em seis subunidades morfoesculturais. Em relação aos aspectos hidroclimáticos, o clima é semiárido com temperatura média de 27°C, e a pedologia, por sua vez, é composta por três principais classes de solos: Cambissolo Flúvico, Latossolo Amarelo e Neossolo Flúvico. Desse modo, considerando a importância ecológica e econômica da área, contatouse que os aspectos naturais são fundamentais para a oferta de serviços ecossistêmicos, sendo necessário a compreensão integrada para entender o funcionamento e as dinâmicas da paisagem.

Palavras-chave: Análise holística; Aspectos fisiográficos; Baixo curso do Piranhas-Açu.

Abstract: The research aims to carry out a geoenvironmental description of the lower course of the Piranhas-Açu, located in the state of Rio Grande do Norte. For a holistic understanding of the area, data provided by competent bodies were used, in addition to geoprocessing techniques for cartographic production and composition. Regarding the results, it was observed that the geology presents a predominance of sedimentary formations, and the geomorphology corresponds to flat and slightly elevated terrains, comprising six morpho-sculptural subunits. Regarding the hydroclimatic aspects, the climate is semi-arid with an average temperature of 27°C, and the pedology, in turn, is composed of three main soil classes: Fluvial Cambisol, Yellow Latosol and Fluvial Neosol. Thus, considering the ecological and economic importance of the area, it was found that the natural aspects are fundamental for the provision of ecosystem services, requiring an integrated understanding to understand the functioning and dynamics of the landscape.

Keywords: Holistic analysis; Physiographic aspects; Lower course of the Piranhas-Açu.

A Função das Áreas Verdes Urbanas na Redução do Escoamento Superficial: Estudo de Caso na Cidade de Recife, PE-Brasil

The Function of Urban Green Areas in the Reduction of Surface Runoff: A Case Study in The City of Recife, PE-Brazil

Caio Maurício Eurico de Oliveira
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE
https://orcid.org/0009-0004-5693-0941
caiomauricio64@gmail.com

Manuella Vieira Barbosa Neto
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE
https://orcid.org/0000-0003-1859-6183
manuellaneto@recife.ifpe.edu.br

Carlos Eduardo Menezes da Silva
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE
https://orcid.org/0000-0003-1156-156X
carlosmenezes@recife.ifpe.edu.br

Resumo: O avanço da urbanização gerou impactos na redução da cobertura vegetal, que podem provocar inúmeras problemáticas ambientais e socioeconômicas, como o aumento da suscetibilidade ao escoamento superficial. O objetivo deste trabalho foi analisar a função das áreas verdes urbanas, na redução do escoamento superficial na cidade do Recife - PE. Foi realizada uma análise multitemporal para os anos de 1991, 2006 e 2018, por meio de técnicas de geoprocessamento. Analisou-se aspectos da paisagem como, unidades geológicas, pedológicas, declividade, forma das vertentes e a cobertura vegetal através do NDVI. Foi gerada uma álgebra de mapas, por meio de uma matriz de ponderação de pesos. Verificou-se através do NDVI uma redução da cobertura vegetal de 17,57% ao longo do período analisado. Com a álgebra de mapas se verificou que esse processo impactou no aumento de 5,22% da alta suscetibilidade ao escoamento superficial, sendo um processo preocupante para o município do Recife.

Palavras-chave: Cobertura Vegetal; Susceptibilidade; Erosão Laminar.

Abstract: The advance of urbanization has had impacts on the reduction of vegetation cover, which can cause numerous environmental and socioeconomic problems, such as increased susceptibility to surface runoff. The objective of this work was to analyze the role of urban green areas in reducing runoff in the city of Recife - PE. A multitemporal analysis was performed for the years 1991, 2006 and 2018, using geoprocessing techniques. Aspects of the landscape were analyzed, such as geological and pedological units, slope, shape of slopes and vegetation cover through the NDVI. An algebra of maps was generated through a weighting matrix. The NDVI showed a 17.57% reduction in vegetation cover over the analyzed period. With the algebra of maps it was verified that this process had an impact on the increase of 5.22% of the high susceptibility to surface runoff, being a worrying process for the municipality of Recife.

Keywords: Vegetal cover; Susceptibility; laminar erosion.

Mapeamento dos impedimentos longitudinais na sub-bacia do riacho São Gonçalo, bacia hidrográfica do rio Bastiões, Ceará

Mapping of longitudinal impediments in the sub-basin of the São Gonçalo stream, Bastiões river basin, Ceará

Vanessa Martins Lopes
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
https://orcid.org/0000-0001-5199-6870
wan.martins19@gmail.com

Osvaldo Girão
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
https://orcid.org/0000-0002-5797-4450
osgirao@gmail.com

Jonas Otaviano Praça de Souza
Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
0000-0002-1405-0944
jonas.souza@academico.ufpb.br

Resumo: O ser humano vem interferindo cada vez mais no fluxo hidrossedimentológico dentro dos sistemas fluviais de todo o mundo, criando barreiras de transmissão, os quais são geradoras de impactos de diversos níveis sobre a hidrodinâmica fluvial. Este trabalho objetiva apresentar a atual distribuição de impedimentos longitudinais na sub-bacia do riacho São Gonçalo (bacia hidrográfica do rio Bastiões - CE). A identificação dos impedimentos foi realizada considerando parâmetros préestabelecidos, e o mapeamento foi feito através de imagens de satélite do Google Earth Pro e geoprocessamento no ArcGIS 10.8. Por fim, foram realizadas atividades de campo para validação dos dados. Dentre os impedimentos mapeados estão barragens, vias de acesso, canais descontínuos e zona urbana. Concluímos que a maioria dos impedimentos são barragens pequenas e vias de acesso, ou seja, são barreiras de transmissão que não tem sido o cerne da gestão de recursos hídricos, que está voltada para barragens de maior porte.

Palavras-chave: Geomorfologia fluvial; Conectividade; Barragens; Semiárido; Ceará.

Abstract: Human beings are interfering more and more in the hydro-sedimentological flow within river systems around the world, creating transmission barriers, which generate impacts at different levels on river hydrodynamics. This paper aims to present the current distribution of longitudinal impediments in the sub-basin of the São Gonçalo stream (Bastiões river basin - CE). The identification of impediments was carried out considering pre-established parameters, and the mapping was done using satellite images from Google Earth Pro and geoprocessing in ArcGIS 10.8. Finally, field activities were carried out to validate the data. Among the impediments mapped are dams, access roads, discontinuous channels and urban areas. We conclude that most impediments are small dams and access roads, that is, they are transmission barriers that have not been the core of water resources management, which is focused on larger dams.

Keywords: River geomorphology; Connectivity; Dams; Semiarid; Ceará.

Análise das Transformações do Uso e Cobertura da Terra no Núcleo de Desertificação do Seridó Potiguar

Analysis of Land Use and Land Cover Transformations in the Potiguar Seridó Desertification Nucleus

Luana Ramos de Oliveira
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0009-0007-6895-0984
luanarosaramos129@gmail.com

Saulo Roberto de Oliveira Vital
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-2028-0033
srovital@gmail.com

Luana Carla Mariz da Silva
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-9535-9782
luanamariz21@hotmail.com

João Victor Araújo da Silva
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0009-0005-8474-5089
joaovictor3gb@gmail.com

Christianne Maria da Silva Moura
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-7907-4074
cmm_reis@yahoo.com.br

Resumo: No processo de organização do espaço, ocorre uma série de interações entre a natureza e seus agentes transformadores, dentre eles, o homem. Este, com suas habilidades e ferramentas, transforma a paisagem e desenvolve suas atividades, como mineração, agricultura, entre outras. Entretanto, tais ações geram impactos cada vez maiores na dinâmica natural do ambiente e colocam em risco os ecossistemas nele presentes. Sabendo disso, este artigo, com base em levantamentos bibliográficos, análises históricas e utilização de Sistemas de Informações Geográficas, objetiva estudar, através de uma análise multitemporal, as transformações no uso e cobertura da terra em um período de 32 anos, como se deu esse processo de ocupação no Núcleo de Desertificação do Seridó Potiguar e quais as consequências dessas modificações, no tocante à retirada predatória da vegetação, diante da ausência de planejamento e gestão ambiental.

Palavras-chave: Espaço; transformações; ocupação; uso da terra; impactos.

Abstract: The process of organizing space involves a series of interactions between nature and its transforming agents, including man. Man, with his skills and tools, transforms the landscape and develops his activities, such as mining, agriculture, among others. However, these actions have an everincreasing impact on the natural dynamics of the environment and put its ecosystems at risk. With this in mind, this article, based on bibliographic surveys, historical analysis and the use of Geographic Information Systems, aims to study, through a multi-temporal analysis, the transformations in land use and land cover over a 32-year period, how this process of occupation took place in the Seridó Potiguar Desertification Nucleus and what the consequences of these changes are, in terms of the predatory removal of vegetation, given the lack of environmental planning and management.

Keywords: Space; transformations; occupation; land use; impacts.

Análise do Uso e Cobertura da Terra da Bacia Hidrográfica do Rio Pimenta, Ilha do Maranhão – MA, Brasil

Analysis of The Land Use and Cover of the Pimenta River Hydrographic Basin, Ilha do Maranhão – MA, Brazil

Cristina Gomes de Lima
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
https://orcid.org/0009-0001-2568-6358
crisgomes5432@gmail.com

Danyella Vale Barros França
Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos - IMESC
https://orcid.org/0000-0002-7659-658X
danyellabarros-geo@hotmail.com

Quésia Duarte da Silva
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA
https://orcid.org/0000-0003-4496-3426
quesiaduartesilva@hotmail.com

Ricardo Gonçalves Santana
Instituto Maranhense de Estudos Socioeconômicos e Cartográficos - IMESC
https://orcid.org/0000-0002-6611-0451
ricardogsantana19@hotmail.com

Resumo: O conhecimento sobre as dinâmicas de uso e cobertura da terra ganham cada vez mais força diante da necessidade de sustentação das questões ambientais ligadas às relações sociedade/natureza. Partindo desse pressuposto, objetivou-se neste trabalho analisar o uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do rio Pimenta no ano de 2023 e sua relação com os impactos gerados na área de estudo. Para o alcance do objetivo proposto realizou-se um levantamento bibliográfico, trabalhos de campo e mapeamento em gabinete. A partir disto diagnosticou-se que as morfologias da bacia em questão têm sido alteradas pela urbanização e que os canais de primeira ordem têm sido alterados, prejudicando a dinâmica hídrica da região. Os padrões atuais de uso são áreas urbana de alta e média densidade e mata secundária fragmentada. Salienta-se também que diversos canais fluviais de primeira ordem desapareceram em virtude da pressão urbana na localidade.

Palavras-chave: Canais fluviais. Alterações antrópicas. Padrões de uso. Bacia hidrográfica.

Abstract: Knowledge about the dynamics of land use and land cover is gaining more and more strength in view of the need to support environmental issues linked to society/nature relations. Based on this assumption, the objective of this work was to analyze the use and land cover of the Pimenta river basin in the year 2023 and its relationship with the impacts generated in the study area. In order to reach the proposed objective, a bibliographic survey, field work and mapping in the office were carried out. From this it was diagnosed that the morphologies of the basin in question have been altered by urbanization and that the first order channels have been altered, harming the water dynamics of the region. Current patterns of use are urban areas of high and medium density and fragmented secondary forest. It should also be noted that several first-class river channels have disappeared due to urban pressure in the locality.

Keywords: River channels. Anthropic changes. Usage patterns. Hydrographic basin.

Análise Espaço-Temporal do Uso da Terra em Municípios do Núcleo de Desertificação de Cabrobó, Pernambuco

Spatio-Temporal Analysis of Land Use in Municipalities of the Cabrobó Desertification Center, Pernambuco

Deivid Damião Roque de Souza
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-1370-3787
deivid.roque@ufpe.br

José Coelho de Araújo Filho
Embrapa Solos UEP Recife
https://orcid.org/0000-0002-8318-7418
coelhoembrapa@gmail.com

Maria do Socorro Bezerra de Araújo
Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0001-8816-8569
maria.baraujo@ufpe.br

Deyse Ferreira da Silva
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
https://orcid.org/0000-0002-3671-2072
deyse.fsilva@ufpe.br

Resumo: A pressão antrópica no sentido das mudanças de uso e cobertura da terra têm sido responsáveis pelo aumento de áreas degradadas em diversos ecossistemas. Objetivou-se a realização de uma análise espaço-temporal do uso da terra nos municípios de Belém do São Francisco, Cabrobó e Itacuruba, no contexto do Núcleo de Desertificação de Cabrobó, Pernambuco. A metodologia empregada envolveu técnicas de Geoprocessamento e uso de imagens de Sensoriamento Remoto da série Landsat 5 e 8 para os anos de 1989, 2005 e 2019. Verificou-se o aumento de áreas de pastagem natural em detrimento da vegetação natural, além do crescimento das áreas de solo exposto e das áreas de agricultura. Nesse sentido, conclui-se que a redução da cobertura vegetal e o aumento das áreas de solo exposto podem aumentar a suscetibilidade a processos erosivos na área de estudo, o que pode levar a perda da capacidade produtiva do solo e sua degradação.

Palavras-chave: Sensoriamento Remoto; Semiárido; Desertificação.

Abstract: The anthropogenic pressure towards changes in land use and land cover have been responsible for the increase of degraded areas in several ecosystems. The objective was to carry out a spatial-temporal analysis of land use in the municipalities of Belém do São Francisco, Cabrobó and Itacuruba, in the context of the Desertification Center of Cabrobó, Pernambuco. The methodology employed involved Geoprocessing techniques and the use of Remote Sensing images from the Landsat 5 and 8 series for the years 1989, 2005 and 2019. It was found that there was an increase in natural pasture areas to the detriment of natural vegetation, in addition to the growth of exposed soil and agricultural areas. In this sense, it is concluded that the reduction of vegetation cover and the increase in exposed soil areas may increase the susceptibility to erosive processes in the study area, which can lead to loss of soil productive capacity and its degradation.

Keywords: Remote Sensing; Semiarid; Desertification.

Dinâmica da cobertura e uso do solo de Aracaju – Sergipe

Land Use and Land Cover dynamic in Aracaju - Sergipe

Émile Costa Lima
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
https://orcid.org/0000-0002-9804-3417
emilec.l@outlook.com

Larissa Monteiro Rafael
Universidade Federal de Sergipe (UFS)
https://orcid.org/0000-0001-9955-0763
larissa.rafael@academico.ufs.br

Resumo: Estudos referentes a cobertura e uso da terra contribuem para melhor entendimento da relação ser humano-natureza. A partir deles é possível compreender processos econômicos, sociais e ambientais que auxiliam no planejamento de expansão de territórios, principalmente das cidades. Com isso, o presente trabalho teve como objetivo analisar a dinâmica da cobertura e uso do solo em Aracaju – SE entre 1985-2021. Para isso foram utilizados dados disponibilizados pelo projeto Mapbiomas e analisados com ferramentas de softwares Excel, Google Earth Engine e QGis. Averiguou-se a diminuição de 23,29% das áreas de agropecuária em detrimento ao crescimento de 24,26% das áreas não vegetadas, bem como o acréscimo de 4,01% das florestas e decréscimo de 4,39% de corpos d'água. Assim, conclui-se que a expansão urbana pode estar influenciando na cobertura e uso do solo de Aracaju, principalmente devido ao aumento das áreas não vegetadas, dados importantes para elaboração do planejamento de crescimento da cidade.

Palavras-chave: Uso e cobertura da terra; Conversões da paisagem urbana, MapBiomas.

Abstract: Studies regarding land cover and use contribute to a better understanding of the humannature relationship. From them it is possible to understand economic, social and environmental processes that help in planning the expansion of territories, mainly cities. With this, the present work aimed to analyze the dynamics of land cover and use in Aracaju – SE between 1985-2021. For this, data provided by the MapBiomas project were used and analyzed with Excel, Google Earth Engine and QGis software tools. There was a 23.29% growth in non-vegetated areas, as well as a 4.01% increase in forests and a 4.39% decrease in bodies of water. Thus, it is concluded that urban expansions may be influencing land use and land cover in Aracaju, mainly due to the increase in non-vegetated areas, important data for the elaboration of city growth planning.

Keywords: Land use and land cover; Urban landscape changes; MapBiomas.

Percepção Socioambiental e Transformação da Paisagem Dunar: Análise Comparativa da Duna do Pôr do Sol, Jericoacoara – Ceará

Socio-environmental Perception and Transformation of the Dune Landscape: Comparative Analysis of the Por do Sol Dune, Jericoacoara – Ceará

José Hélio Alves Gondim
Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0009-0007-4297-7337
hellio.gondim@aluno.uece.br

Yammê Batista Joca
Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0009-0000-2471-1948
yamme.joca@aluno.uece.br

Fábio Perdigão Vasconcelos
Universidade Estadual do Ceará – UECE
https://orcid.org/0000-0002-0388-4628
fabio.perdigao@uece.br

Resumo: Sob a égide de um delineamento paisagístico, destaca-se em consideração a paisagem dunar do trecho litorâneo de Jericoacoara – Ceará: Duna do Pôr do Sol, recorte analítico do presente trabalho. A transformação paisagística desta importante unidade litorânea, associada aos díspares fatores e intervenções, faz-se notória, o que vem contribuindo para o espraiamento e diminuição do coeficiente sedimentar e (re)configuração da sua dinâmica socioambiental. Neste sentido, o objetivo norteador do presente trabalho fundamenta-se na apresentação de uma análise comparativa da percepção socioambiental, frente ao processo de transformação e definição paisagística da Duna do Pôr do Sol, nos anos de 2019 e 2023. A abordagem técnica-metodológica utilizou-se de levantamento bibliográfico, observações/trabalhos de campo, e aplicação de questionários com os turistas e residentes. Em resultado, sob enfoque da análise comparativa, constata-se uma proeminente intervenção e interação do fator socioambiental, provocando, assim, significativa transformação no processo de configuração da paisagem natural da área em voga.

Palavras-chave: Percepção Socioambiental; Paisagem Dunar; Duna do Pôr do Sol; Jericoacoara.

Abstract: Under the aegis of a landscape design, the dune landscape of the coastal stretch of Jericoacoara – Ceará: Dune of the Sunset stands out in consideration, an analytical cut of the presente work. The landscape transformation of this important coastal unit, associated with the disparate factors and interventions, is notorious, which has contributed to the sprawl and reduction of the sedimentary coefficient and (re)configuration of its socio-environmental dynamics. In this sense, the guiding objective of this work is based on the presentation of a comparative analysis of the socioenvironmental perception, in the face of the process of transformation and landscape definition of the Sunset Dune, in the years 2019 and 2023. The technical-methodological approach used bibliographic survey, observations/fieldwork, and application of questionnaires with tourists and residents. As a result, under the focus of comparative analysis, there is a prominent intervention and interaction of the socio-environmental factor, thus provoking a significant transformation in the process of configuration of the natural landscape of the area in vogue.

Keywords: Socio-environmental perception; Dune Landscape; Sunset Dune; Jericoacoara.

Mudanças de usos da terra entre 1985, 2010 e 2020 na Microrregião de Caxias-MA

Changes in land use between 1985, 2010 and 2020 in the Caxias-MA micro-region

Vitória Gleyce Sousa Ferreira
Instituição de referência ou de trabalho
Identificador Orcid
email@exemplo.bb

Melina Fushimi
Instituição de referência ou de trabalho
Identificador Orcid
email@exemplo.bb

Lana Costa Ferreira
Universidade Federal de Ouro Preto
https://orcid.org/0000-0003-1524-2080
lana.ferreira@aluno.ufop.edu.br

Resumo: A crescente utilização das terras, sem levar em consideração suas potencialidades e limitações, sucede em alterações nos atributos dos solos, sobretudo quando não há um manejo adequado. Dessa maneira, o objetivo principal desta pesquisa foi avaliar as mudanças de usos da terra na Microrregião de Caxias – MA. A região conhecida historicamente por sua importância econômica e ambiental, vem passando por fortes problemas associados ao uso da terra, interligados aos manejos inadequados dos solos. Nesse ínterim, esta pesquisa foi desenvolvida a partir do conceito de paisagem, consistindo na discussão da Geografia enquanto ciência que compreende o processo de construção entre o tempo e o espaço através da inter-relação entre natureza e sociedade assistido na paisagem. Para tanto, foi realizada pesquisa bibliográfica sobre a temática central da pesquisa e assuntos relacionados à temática. Para isto, foi realizada uma caracterização das relações de usos da terra na Microrregião de Caxias sob sistema de capoeira, pastagem, área de vegetação primária e reserva legal e a análise temporal das mudanças de usos da terra dos municípios pertencentes à Microrregião entre os anos de 1985, 2010 e 2020, conforme dados do MapBiomas coleção 7.1 (2020). Como resultados, observou-se que houve significativo aumento da pecuária e redução da vegetação natural. O município de Caxias, por se tratar de um centro urbano, embora de pequeno a médio porte, corresponde aproximadamente a 1,55% do território maranhense e teve um crescimento populacional considerável nos últimos tempos, consequentemente aumentando os níveis de tráfego de veículos, maior consumo de energias e geração de resíduos sólidos. Desse modo, após todo o processo de expansão agrícola, urbana e rural de Caxias, o município recebeu mudanças significativas em relação aos usos da terra, sobretudo da pecuária e da agricultura. Com a utilização dos dados disponibilizados pelo MapBiomas é possível determinar de maneira satisfatória as mudanças no uso da terra da microrregião de Caxias ocorridas nos municípios de Caxias, Buriti Bravo, Timon, Parnarama e São João do Sóter entre os anos de 1985, 2010 e 2020.

Palavras-chave: Paisagem, Solos, Usos da terra, Microrregião de Caxias – MA.

Identificação da Degradação dos Solos no Semiárido Pernambucano: a partir de uma análise temporal em áreas de vulnerabilidade do município de Belém do São Francisco - PE

Identification of Soil Degradation in the Semiarid region of Pernambuco: based on a temporal analysis of vulnerable areas in the municipality of Belém do São Francisco

Kaio César de Oliveira Tavares
Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal de Pernambuco / PPGEO-UFPE
https://orcid.org/0000-0003-0359-7247
Kaioc17@gmail.com

André Felipe da Silva
Bacharelado em Geografia – Universidade Federal de Pernambuco / DCG-UFPE
https://orcid.org/0000-0002-2784-3476
andregeoredes@gmail.com

George Pereira de Oliveira
Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal de Pernambuco / PPGEO-UFPE
https://orcid.org/0000-0002-1892-8945
georgegeotec15@gmail.com

Antonio Carlos de Barros Corrêa
Universidade Federal de Pernambuco / PPGEO-UFPE
https://orcid.org/0000-0001-9578-7501
antonio.correa@ufpe.br

Resumo: A atuação dos agentes externos junto com o processo de apropriação da natureza pelo homem tem causado um aceleramento de diversos problemas no contexto da biosfera. Este trabalho visa a identificação da degradação dos solos a partir dos condicionantes topográficos, pluviométricos e os índices de cobertura vegetal no município de Belém do São Francisco, localizado no sertão pernambucano, Nordeste do Brasil. O objetivo principal deste da pesquisa é a identificação dos processos de degradação dos solos, utilizando escalas espaciais e temporais no intuito de entender os processos e respostas refletidos na paisagem.

Palavras-chave: Desertificação, Degradação, Semiárido, NDVI.

Abstract: The action of external agents together with the process of appropriation of nature by man has caused an acceleration of several problems in the context of the biosphere. This work aims to identify the degradation of soils from the topographic, rainfall and vegetation cover indices in the municipality of Belém do São Francisco, located in the hinterland of Pernambuco, Northeast Brazil. The main objective of this research is the identification of soil degradation processes, using spatial and temporal scales in order to understand the processes and responses reflected in the landscape.

Keywords: Desertification, Degradation, Semiarid, NDVI.

Potencial Geoturístico do Município de Jardim do Seridó-RN, NE do Brasil

Geotouristic Potential of the Municipality of Jardim do Seridó-RN, NE Brazil

Wendel Marlyson Silva Medeiros
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0009-0002-4424-8473
wendelmarlysonsilvamedeiros@gmail.com

Abner Monteiro Nunes Cordeiro
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-4867-7083
abner.cordeiro@ufrn.br

João Rafael Vieira Dias
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-0811-1093
jrafael.ufrn@gmail.com

Assucena Nogueira Batista Dantas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0002-6768-4625
assucenadentas@gmail.com

Raiane Islane Araújo de Souza
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
0000-0001-9920-2259
raianearaujo.ufrn@gmail.com

Resumo: O município de Jardim do Seridó abrange diversos atrativos naturais, que se destacam pela beleza cênica e pelo valor educacional, científico e turístico, além de um importantíssimo patrimônio histórico-cultural, a exemplo de várias pinturas e gravuras rupestre encontradas em painéis e abrigos rochosos, deixadas por povos pré-históricos. Levando em conta estas características e conjugando-as com as exposições geológicas e geomorfológicas expostas na área, foram previamente selecionados dois geossítios, Sítio Tanques e Ponte da Pedra Lavrada, que apresentam potencial para o desenvolvimento do geoturismo. Os processos metodológicos consistiram na revisão da literatura e incursões de campo, as quais possibilitaram o reconhecimento e a análise geomorfológica do território e, especialmente, na identificação das macro e microformas graníticas dos geossítios. Pode-se destacar como resultados a possibilidade de inserção do município, no roteiro geoturístico do Estado do Rio Grande do Norte, e dos geossítios identificados, no Seridó Geoparque Mundial da UNESCO.

Palavras-chave: Seridó Oriental; Turismo; Geopatrimônio.

Abstract: The municipality of Jardim do Seridó has several natural attractions, which stand out for their scenic beauty and educational, scientific and tourist value, in addition to an important historical and cultural heritage, such as several cave paintings found in panels and rock shelters, left by prehistoric peoples. From these characteristics and their relationships with the geological and geomorphological aspects of the area, we previously selected two geosites (Sítio Tanques and Ponte da Pedra Lavrada), which have potential for the development of geotourism. The methodology consisted of a literature review and field trips, which enabled the recognition and geomorphological analysis of the territory and, especially, the identification of granitic macro and microforms of the geosites. We can highlight as results the possibility of inserting the municipality in the geotouristic itinerary of the State of Rio Grande do Norte, and the insertion of the geosites identified in the UNESCO World Geopark Seridó.

Keywords: Oriental Seridó; Tourism; Geoheritage.

Oficina de Mapeamento Didático e Geodiversidade: relato de experiência

Didactic Mapping and Geodiversity Workshop: experience report

Joanderson Fernandes Simões
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0000-0003-2008-4283
joanderson.fernandes.jf@gmail.com

Zuleide Maria Carvalho Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0000-0002-6971-9801
Zuleide.lima@ufrn.br

Simone Cardoso Ribeiro
Universidade Regional do Cariri
Identificador Orcid: 0000-0003-1171-9611
simone.ribeiro@urca.br

Maria Luiza de Oliveira Terto
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0000-0002-8231-3478
marialuizaterto@gmail.com

Carlisson Gleidson Silva de Oliveira
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Identificador Orcid: 0000-0002-0241-0391
carlisson.gleidson@gmail.com

Resumo: As ações de divulgação de conhecimento geocientífico estão articuladas a uma série de estratégias que podem ser empregadas visando promover aprendizagens significativas. Diversas são as formas de realização de dinâmicas que buscam essa finalidade, e uma delas é através oficinas de conscientização e popularização englobando áreas-chave da ciência geográfica – como é o caso da cartografia –, e um ramo interdisciplinar que está sendo cada vez mais trabalhado por geólogos, geógrafos, turismólogos, ecólogos, biólogos e tantos outros profissionais: a Geodiversidade. Dessa forma, o objetivo é apresentar um relato de experiência de uma oficina que teve como título: “mapeamento didático de Geossítios do Geoparque Seridó: conceitos e aplicações”, realizada durante a 14ª Semana de Meio Ambiente do IFRN. Para consecução de tal objetivo, metodologicamente foram realizadas revisões bibliográficas e descrição de todas as etapas realizadas, expondo como resultado a importância das atividades vinculadas ao tripé educação, sustentabilidade e sensibilização.

Palavras-chave: Geodiversidade. Educação. Geoparque Seridó.

Abstract: Actions for disseminating geoscientific knowledge are linked to a series of strategies that can be used to promote meaningful learning. There are several ways of carrying out dynamics that seek this purpose, and one of them is through awareness and popularization workshops encompassing key areas of geographic science - such as cartography -, and an interdisciplinar branch that is being increasingly worked on by geologists, geographers, tourismologists, ecologists, biologists and many other professionals: Geodiversity. Thus, the objective is to present an experience report of a workshop entitled: “didactic mapping of Geosites of Seridó Geopark: concepts and applications”, held during the 14th IFRN Environment Week. To achieve this objective, methodologically, bibliographical reviews and description of all the steps taken were carried out, exposing as a result the importance of activities linked to the tripod education, sustainability and awareness.

Keywords: Geodiversity. Education. Seridó Geopark.

Diversidade Florística e Geoecologia de Bacia Hidrográfica no Semiárido em Pernambuco

Floristic Diversity and Geoecology of the Hydrographic Basin in the Semiarid in Pernambuco

Ana Maria Severo Chaves
Universidade Estadual da Paraíba – Centro de Humanidades/Campus III
http://orcid.org/0000-0002-2464-3516
anamschaves05@gmail.com

Elaynne Mirele Sabino de França
Instituto Federal da Paraíba – Campus Princesa Isabel
http://orcid.org/0000-0002-5624-3576
emirele.franca@gmail.com

Alexandre Gomes Teixeira Vieira
Universidade Federal de Pernambuco – Programa de Pós-graduação em Antropologia
http://orcid.org/0000-0003-2644-5764
alexandrearqueologia@gmail.com

Rosemeri Melo & Souza
Universidade Federal de Sergipe - Programa de Pós-graduação em Geografia
http://orcid.org/0000-0002-5916-3598
rome@academico.ufs.br

Resumo: É importante estudar a diversidade da fitogeografia do semiárido para revelar os contrastes associados aos componentes geoecológicos da paisagem. Nessa intenção, teve-se o objetivo de mensurar a diversidade florística da Bacia Hidrográfica do Riacho São José a partir de índices para refletir sobre as interações dos componentes geoecológicos que compõem a paisagem e as relações destes com os valores mensurados de diversidade. O aporte metodológico foi a abordagem sistêmica, intercalando trabalho de campo e atividades de gabinete para mensuração dos dados, fazendo uso de técnicas estatísticas e de base cartográfica. Constatou-se que as áreas amostrais apresentam bons índices de diversidade que variam de acordo com o contexto geoecológico e disposição no terreno; a bacia no geral apresenta valores considerados elevados, para o ambiente seminários que perpassa por diversas perturbações. Tais aferições reforçam a necessidade de desenvolver ações voltadas a sua conservação ambiental, de modo a manter e/ou melhorar a diversidade.

Palavras-chave: Índices de Diversidade. Fitogeografia. Abordagem Sistêmica. Agreste.

Abstract: It is important to study the diversity of semi-arid phytogeography to reveal the contrasts associated with the geoecological components of the landscape. With that in mind, the objective was to measure the floristic diversity of the São José Creek Basin using indices to reflect on the interactions of the geoecological components that make up the landscape and their relationships with the measured values of diversity. The methodological contribution was the systemic approach, interspersing fieldwork and office activities to measure data, making use of statistical and cartographic techniques. It was found that the sample areas have good diversity indexes that vary according to the geoecological context and layout on the ground; the basin in general presents values considered high, for the seminar environment that permeates several disturbances. Such measurements reinforce the need to develop actions aimed at environmental conservation, in order to maintain and/or improve diversity.

Keywords: Diversity Indexes. Phytogeography. Systemic Approach. Agreste.

Geoconservação e Geodiversidade do Sítio Urbano de Tanquinho – Ba: Primeiros Lampejos

Geoconservation and Geodiversity of the Urban Site of Tanquinho – Ba: First Glimpses

Giordania dos Santos Viana
Discente do Curso de Graduação em Geografia da UEFS
giordania.viana55@gmail.com

Jémison Mattos dos Santos
Professor Dr do Departamento de Ciências Humanas e Filosofia da UEFS
jemisons@uefs.br

Resumo: O presente artigo busca realizar um estudo introdutório visando analisar os aspectos e alterações ambientais do patrimônio físico-natural, do sítio urbano de Tanquinho. Os pressupostos metodológicos utilizados fundamentam-se no levantamento bibliográfico e cartográfico (artigos e obras científicas, mapas temáticos e fotografias digitais etc.) somado às visitas técnicas em campo, sistematização, interpretação e análise dos dados. Como resultado, percebe-se: a carência de dados e informações ambientais; desatenção e a ausência quase total dos poderes públicos (federal, estadual e municipal) frente às ações de conservação e planejamento ambiental, revelando um quadro preocupante de alterações negativas do patrimônio de Tanquinho, em especial, a geodiversidade local. As principais ameaças constatadas estão associadas às intervenções socioeconômicas desorientadas, a ausência de consciência ecológica e ambiental que aponta para urgência do desenvolvimento de ações que contribuam positivamente para conservação dos locais de relevância geomorfológica, histórica, dentre outros, bem como para ampla difusão de conhecimentos (geoeducação).

Palavras-chave: Geoconservação; Geodiversidade; Geoeducação; Patrimônio.

Abstract: This article seeks to carry out an introductory study in order to analyze the aspects and environmental changes of the natural heritage of the urban site of Tanquinho. The methodological assumptions used are based on the bibliographic and cartographic survey (articles and scientific works, thematic maps and digital photographs etc.) added to technical visits in the field, systematization, interpretation and analysis of data. As a result, it is noticed: the lack of environmental data and information; inattention and the almost total absence of public authorities (federal, state and municipal) in the face of conservation and environmental planning actions, revealing a worrying Picture of negative changes to Tanquinho's heritage, in particular, the local geodiversity. The main threats found are associated with disoriented socioeconomic interventions, the lack of ecological and environmental awareness, which points to the urgency of developing actions that contribute positively to the conservation of places of geomorphological and historical relevance, among others, as well as to the wide dissemination of knowledge (geoeducation).

Keywords: Geoconservation; Geodiversity; Geoeducation; Patrimony.

Geodiversidade de Macau/RN: Avaliação qualitativa dos locais de interesse abiótico

Geodiversity of Macau/RN: Qualitative assessment of places of interest

Fernando Eduardo Borges da Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-2148-6471
fernando100borges00.1@gmail.com

Matheus Dantas das Chagas
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-5788-8552
matheuschagas@outlook.com

Francisco Hermínio Ramalho de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0003-3176-1649
netinhoserra.sr@hotmail.com

Isa Gabriela Delgado de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-7676-4475
isiinhad@hotmail.com

Marco Túlio Mendonça Diniz
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-7676-4475
tuliogeografia@gmail.com

Resumo: A geodiversidade atualmente é uma das mais importantes áreas das geociências, e presta um papel fundamental na busca por uma conservação ampla dos ambientes abióticos, o presente estudo tem como objetivo realizar o inventário dos locais de interesse da geodiversidade do município de Macau no estado do Rio Grande do Norte, Brasil. Durante a produção do mesmo, foram identificados quatro sítios de notável interesse: os desertos hipersalinos, o estuário da Ponta do Tubarão, o afloramento do magmatismo Macau e o domo do mangue seco. Com os mesmos sendo avaliados qualitativamente, com todos destacando-se por peculiaridades únicas no contexto regional e até mesmo nacional. O produto realizado na presente pesquisa fornece subsídios essenciais para futuras avaliações quantitativas e medidas de geoconservação e geoturismo.

Palavras-chave: Geodiversidade, Macau/RN, Avaliação Qualitativa, Geoconservação e Geoturismo.

Abstract: Geodiversity is currently one of the most important areas of geosciences, and plays a fundamental role in the search for a broad conservation of abiotic environments, the present study aims to carry out an inventory of places of interest of geodiversity in the municipality of Macau in the state of Rio Grande do Norte, Brazil. During its production, four sites of notable interest were identified: the hypersaline deserts, the Ponta do Tubarão estuary, the Macau magmatism outcrop and the dry mangrove dome. With them being evaluated qualitatively, with all standing out for unique peculiarities in the regional and even national context. The product carried out in this research provides essential subsidies for future quantitative assessments and measurements of geoconservation and geotourism.

Keywords: Geodiversity, Macau/RN, Qualitative Assessment, Geoconservation and Geotourism.

Geodiversidade e Patrimônio Geomorfológico em Martins/RN

Geodiversity and Geomorphological Heritage in Martins/RN

Marcelo Alves de Souza
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0009-0007-8157-088X
marceloalvess450@gmail.com

Marco Túlio Mendonça Diniz
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-7676-4475
tuliogeografia@gmail.com

Larissa Queiroz Silva
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-0400-2535
lariqueiroz98@Gmail.com

Mônica Raylla Dantas Magno
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0009-0001-9925-2210
monicaraylla08@gmail.com

Isa Gabriela Delgado de Araújo
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0003-0775-6823
isiinhad@hotmail.com

Resumo: A geodiversidade ganhou força no meio científico, consequentemente, estudos voltados ao patrimônio geomorfológico também foram crescentes. Nessa perspectiva, o presente trabalho tem como objetivo geral realizar uma avaliação qualitativa e quantitativa de dois Locais de Interesse Geomorfológico em Martins, destacando que esses locais possuem relevância, principalmente científica e estética, através de uma metodologia que tratará do patrimônio geomorfológico, fazendo assim uma análise por meio da inventariação e quantificação. Portanto, com a metodologia adotada iremos considerar se o local é um geomorfossítio, sítio da geomorfodiversidade ou uma área comum, de modo que os dois elementos quantificados se enquadraram como geomorfossítios.

Palavras-chave: Geomorfossítio, Geomorfodiversidade, Geopatrimônio.

Abstract: Geodiversity has gained momentum in scientific circles and, consequently, studies on geomorphological heritage have also increased. With this in mind, the general aim of this work is to carry out a qualitative and quantitative assessment of two Sites of Geomorphological Interest in Martins, highlighting that these sites are mainly of scientific and aesthetic importance, through a methodology that will deal with geomorphological heritage, thus making an analysis through inventory and quantification. Therefore, with the methodology adopted, we will consider whether the site is a geomorphosite, a geomorphodiversity site or a common area, so that the two quantified elements are classified as geomorphosites.

Keywords: Geomorphosite, Geomorphodiversity, Geoheritage.

Aspectos da Geodiversidade Associados ao Patrimônio Cultural e Histórico do Centro de São Cristóvão – SE

Aspects of Geodiversity Associated with the Cultural and Historical Heritage of the Center of São Cristóvão - SE

Carolina Oliveira Andrade
Universidade Federal de Sergipe
0009-0004-9756-6613
andrade3carol@gmail.com

Rafael Barbosa do Espírito Santo
Universidade Federal de Sergipe
0009-0000-5297-610X
rafageo@academico.ufs.br

Tais Kalil Rodrigues
Universidade Federal de Sergipe
0000-0001-9718-6531
tkalilr@yahoo.com.br

Resumo: Uma das possibilidades para viabilizar a geoconservação de uma área é o uso geoturístico da mesma, desde que tal uso faça parte de um conjunto de estratégias que garantam a integridade do local possibilitando com isso associar espetacularidade cênica, contemplação e Geoturismo mostrando a influência da geodiversidade no caráter dos valores históricos e culturais. São Cristóvão está localizado na região centro-leste de Sergipe. A metodologia consistiu na inventariação utilizando o Sistema de Cadastro e Quantificação de Geossítios e Sítios da Geodiversidade a partir do que foi observado nos trabalhos de campo. Todos os pontos mencionados têm um alcance de importância nacional e necessitam de medidas de proteção a médio prazo. O Centro Histórico de São Cristóvão possui valiosos componentes de geodiversidade, indicando seu enorme potencial para a exploração do geoturismo local.

Palavras-chave: Geodiversidade, Geopatrimônio, Geoturismo.

Abstract: One of the possibilities for making the geoconservation of an area viable is to use it for geotourism, provided that this use is part of a set of strategies that guarantee the integrity of the site, thus making it possible to associate scenic spectacularity, contemplation and geotourism, showing the influence of geodiversity on the character of historical and cultural values. São Cristóvão is located in the central-eastern region of Sergipe. The methodology consisted of an inventory using the System for the Registration and Quantification of Geosites and Geodiversity Sites, based on what was observed during fieldwork. All the sites mentioned are of national importance and require medium-term protection measures. The Historic Center of São Cristóvão has valuable geodiversity components, indicating its enormous potential for local geotourism.

Keywords: Geodiversity, Geopatrimony, Geotourism.

Desempenho do método estatístico de Regressão Linear Múltipla no preenchimento de falhas em dados pluviométricos

Performance of the statistical method of Multiple Linear Regression in filling gaps in rainfall data

Luis Felipe Santos Moura
Universidade Federal do Ceará
Orcid: https://orcid.org/0000-0003-1840-6714
felipesantos010186@gmail.com

Carlos Henrique Sopchaki
Universidade Federal do Ceará
Orcid: https://orcid.org/0000-0001-8127-4529
carlos.geografia@ufc.br

Resumo: Este trabalho tem como objetivo aplicar o método estatístico de regressão linear múltipla no preenchimento de falhas para uma região do semiárido e com isso observar o seu desempenho conforme 5 intervalos de faixas de falhas. Para tanto, o trabalho utilizou-se de uma série histórica de 59 anos disponibilizada pela ANA, onde, através do processo de regionalização escolheu-se outras três estações próximas para estimar os dados da estação com falha através de modelo de regressão. Após tratamento e produção de gráficos via Microsoft Excel, foi observado que a faixa de falha na ordem de 20% apresentou o maior coeficiente de variação de erros relativos, enquanto que na faixa de 30% de falhas houve menor índice de erros relativos. Porém analisando a qualidade (avaliação de desempenho) dos dados, observou-se que os mesmos demonstraram que a estimação apresenta uma baixa confiabilidade, apesar do baixo desvio entre os dados reais e estimados.

Palavras-chave: Preenchimento de falhas. Série histórica. Regressão linear múltipla. Excel.

Abstract: This work aims to apply the statistical method of multiple linear regression in the filling of faults for a semi-arid region and thus observe its performance according to 5 ranges of fault ranges. For this purpose, the work used a 59-year historical series made available by ANA, where, through the regionalization process, three other nearby stations were chosen to estimate the data from the failed station through a regression model. After treatment and production of graphs via Microsoft Excel, it was observed that the failure range in the order of 20% presented the highest coefficient of variation of relative errors, while in the range of 30% of failures there was a lower rate of relative errors. However, analyzing the quality (performance evaluation) of the data, it was observed that they demonstrated that the estimation has a low reliability, despite the low deviation between the actual and estimated data.

Keywords: Gap filling. Historic Serie. Multiple linear regression. Excel.

Mapeamento e Classificação da Densidade da Cobertura Vegetal do Semiárido Brasileiro: regressão linear aplicada a partir do Índice MSAVI2 e Ortofotos do PE3D

Mapping and Classification of Vegetation Cover Density of the Brazilian Semiarid: linear regression applied from the MSAVI2 Index and PE3D Orthophotos

Riclaudio Silva Santos
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
https://orcid.org/0000-0001-5219-8002
riclaudio.silva@gmail.com

Lucas Costa de Souza Cavalcanti
Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
https://orcid.org/0000-0001-9096-138X
lucas.cavalcanti@ufpe.br

Resumo: Este artigo traz uma aplicação do geoprocessamento aliado a estatística, utilizados em conjunto para o mapeamento e classificação da densidade da cobertura vegetal do semiárido brasileiro. Foram utilizadas informações do índice de vegetação MSAVI2 e ortofotos do Projeto Pernambuco Tridimensional (PE3D), aplicando análise bivariada e regressão linear para extrapolação dos dados espaciais. Por meio dessa metodologia foi possível estender as informações obtidas nas ortofotos da Serra Negra, entre os municípios de Floresta, Inajá e Tacaratu (Pernambuco), e assim classificar a densidade da vegetação do semiárido brasileiro. A análise estatística permitiu ainda validar os dados correlacionados e confirmar a classificação da densidade da cobertura vegetal proposta para a região semiárida em questão.

Palavras-chave: Geoprocessamento; Geoestatística; Estatística; Análise Bivariada.

Abstract: This article brings an application of geoprocessing combined with statistics, used together for the mapping and classification of vegetation cover density in the Brazilian semiarid. Information from the MSAVI2 vegetation index and orthophotos from the Three-Dimensional Pernambuco Project (PE3D) were used, applying bivariate analysis and linear regression for extrapolation of spatial data. Through this methodology it was possible to extend the information obtained through the orthophotos of Serra Negra, between the municipalities of Floresta, Inajá and Tacaratu (Pernambuco), and thus classify the density of vegetation in the Brazilian semi-arid region. The statistical analysis also allowed validating the correlated data and confirming the classification of the density of the vegetation cover proposed for the semi-arid region in question.

Keywords: Geoprocessing; Geostatistics; Statistics; Bivariate Analysis.

Análise multicritério como suporte para estabelecimento de rede de monitoramento da qualidade do ar na cidade do Recife-PE

Multicriteria analysis as a support for establishing an air quality monitoring network in the city of Recife-PE

Tamires Gabryele de Lima Mendes
Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-1011-0479
tamires.lmendes@ufpe.br

Rosane Da Silva Avelino Dos Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
https://orcid.org/0009-0009-7249-1041
rsas3@discente.ifpe.edu.br

Carlos Eduardo Menezes Da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-1156-156X
carlosmenezes@recife.ifpe.edu.br

Cristiana Coutinho Duarte
Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0002-5219-3903
cristiana.duarte@ufpe.br

Anselmo César Vasconcelos Bezerra
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco
https://orcid.org/0000-0003-0722-9417
anselmo@recife.ifpe.edu.br

Resumo: Este artigo visa apoiar estudos ambientais sobre a qualidade do ar, utilizando a análise multicritério como metodologia. O estudo apresenta uma metodologia para identificar áreas apropriadas para a instalação de estações meteorológicas e sensores de poluição do ar em Recife, PE. Embora a região já tenha 23 postos pluviométricos, ainda existem áreas sem monitoramento adequado da qualidade do ar. Utilizando variáveis como Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), uso da terra e topografia, foram identificadas áreas de alta, média e baixa prioridade para a instalação das estações. O método de análise de processo hierárquico (APH ou AHP – Analytic Hierarchy Process) integrado a um SIG revelou-se eficaz na seleção de locais adequados para instalação das estações em áreas sem monitoramento, contribuindo para um planejamento mais eficiente e para a compreensão da qualidade ambiental e do bem-estar social. Essa abordagem pode ser aplicada em regiões com desafios similares de monitoramento ambiental.

Palavras-chave: AHP, monitoramento ambiental, SIG, tomada de decisão

Abstract: This article aims to support environmental studies on air quality, using multicriteria analysis as a methodology. The study presents a methodology to identify suitable areas for the installation of meteorological stations and air pollution sensors in Recife, PE. Although the region already has 23 pluviometric stations, there are still areas without proper monitoring of air quality. Using variables such as the Municipal Human Development Index (HDI), land use and topography, areas of high, medium and low priority for the installation of stations were identified. The hierarchical process analysis method (APH or AHP – Analytic Hierarchy Process) integrated to a GIS proved to be effective in selecting suitable locations for installing stations in unmonitored areas, contributing to more efficient planning and to the understanding of quality environmental and social well-being. This approach can be applied in regions with similar environmental monitoring challenges.

Keywords: AHP, environmental monitoring, GIS, decision making.

Mapeamento de áreas potenciais à erosão laminar na bacia hidrográfica do rio dos Cachorros, São Luís- Maranhão

Mapping of potential areas to laminar erosion in the Cachorros river basin, São Luís-Maranhão

Gilberlene Serra Lisboa
Universidade Federal do Rio de Janeiro
0000-0001-7348-4155
gilberlene_serra@yahoo.com.br

José Fernando Rodrigues Bezerra
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0002-6333-8768
fernangeo@yahoo.com.br

Karina Viera de Govêa
Universidade Estadual do Maranhão
0000-0003-3970-944X
kvieira532@gmail.com

Resumo: A pesquisa tem como objetivo o mapeamento do potencial laminar na bacia hidrográfica do rio dos Cachorros,Os procedimentos metodológicos constaram de: levantamento bibliográfico; atividade de campo; elaboração dos mapas temáticos; e análise dos dados.O potencial à erosão está em nível baixo, apresentando valores de 44, 24%, e apresenta médio potencial de 37,06 %. Possui classe de solo com argissolos vermelho-amarelos distróficos; e uso e ocupação de áreas com vegetação, mineração e solo exposto.

Palavras-chave: Geotecnologias; Erosão Potencial; Bacia Hidrográfica.

Abstract: The research aims to map the laminar potential in the Cachorros river basin. The methodological procedures consisted of: bibliographic survey; field activity; elaboration of thematic maps; and data analysis. The potential for erosion is at a low level, with values of 44.24%, and na average potential of 37.06%. It has a soil class with dystrophic red-yellow argisols; and use and occupation of areas with vegetation, mining and exposed soil.

Keywords: Geotechnologies; Potential Erosion; Hydrographic Basin.

Geotecnologias e o estudo da degradação do patrimônio natural costeiro: o caso do Morro do Careca, Natal – Rio Grande do Norte (2023)

Geotechnologies and the study of coastal natural heritage degradation: the case of Morro do Careca, Natal – Rio Grande do Norte (2023)

Daniel Carlos Alves Santos
Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-8909-4562
daniel.santos.702@ufrn.edu.br

Silvio Braz de Sousa
Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0002-9776-3295
sousasb@gmail.com

Rodrigo de Freitas Amorim
Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte
https://orcid.org/0000-0001-8282-6903
rodrigofba@gmail.com

Ana Paula Rodrigues Feitosa Frazão
Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás
https://orcid.org/0000-0002-0855-2200
Anapaulafrazao123@gmail.com

Resumo: A preservação de patrimônios naturais tem se tornado destaque nas discussões cientificas e da sociedade civil nas últimas décadas. No contexto da zona costeira, a erosão causada pelo balanço negativo do aporte de sedimentos e variação no nível do mar têm se caracterizado como principais fatores para a degradação desses patrimônios. Assim, este trabalho objetiva mensurar os impactos da erosão costeira no patrimônio natural do Morro do Careca, Natal, Rio Grande do Norte (2006-2023). Utilizou-se instrumentos de alta precisão ancorados no sensoriamento remoto e sistemas de informação geográfica para determinar os impactos na área. Foi constatado a redução de 2,7 metros na altitude do Morro do Careca em 17 anos e a redução de uma área de 318,5 m² na linha da escarpa da duna. Essas reduções foram ocasionadas pelo balanço negativo no volume de aporte de sedimentos na rampa da duna, expondo a base da falésia da formação Barreiras.

Palavras-chave: Erosão costeira; Sensoriamento Remoto; Morro do Careca.

Abstract: The preservation of natural heritage has gained prominence in both scientific and civil Society discussions in recent decades. Within the context of coastal zones, erosion resulting from the negative balance of sediment input and variations in sea level has emerged as a primary factor contributing to the degradation of these assets. Consequently, this study aims to quantify the impacts of coastal erosion on the natural heritage of Morro do Careca, Natal, Rio Grande do Norte (2006-2023), employing highprecision instruments anchored in remote sensing and geographic information systems to determine the effects on the area. The research identified a decrease of 2.7 meters in Morro do Careca's altitude over a span of 17 years, along with a reduction of 318.5 m² in the escarpment line of the dune. These reductions were attributed to the negative sediment input balance on the dune slope, which exposed the base of the Barreiras formation cliff.

Keywords: Coastal erosion; Remote Sensing; Morro do Careca.

A Cartografia do Relevo e suas Contribuições ao Planejamento de Ambientes Semiáridos Tropicais: Estudo do Município de Campo Formoso (BA)

Relief Cartography and its Contributions to the Planning of Semi-arid Tropical Environments: Study of the Municipality of Campo Formoso (BA)

Matheus De Alencar Almeida
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0009-0005-4547-9427
matheus.alencar@discente.univasf.edu.br

Antonio Felipe Rodrigues Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0000-0002-6991-0753
antonio.felipe@discente.univasf.edu.br

Kelly Beatriz Silva Santos
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0009-0000-5564-8830
kelly.beatriz@discente.univasf.edu.br

Kleber Carvalho Lima
Universidade de Pernambuco
http://orcid.org/0000-0002-9468-2473
kleber.carvalho@upe.br

Sirius Souza Oliveira
Universidade Federal do Vale do São Francisco
https://orcid.org/0000-0001-8831-5709
sirius.souza@univasf.edu.br

Resumo: Os ambientes dispostos na natureza, com o tempo acabam por sofrer modificações e consequências de forma acelerada por intervenção do homem, apresentando instabilidade na dinâmica das paisagens, impactando a sociedade e a natureza. Nesse sentido, o presente estudo, tem por objetivo complementar a escassez de estudos voltados para essa área, com a finalidade de propor uma compartimentação geomorfológica para o município de Campo Formoso (BA). Para este diagnóstico, utilizou-se como base uma revisão bibliográfica relacionada a cartografia geomorfológica em ambientes semiáridos. Além disso, aquisição de imagens de satélites para determinar os pares estereoscópicos realizando uma estereoscopia digital, bem como o georreferenciamento, vetorização, integração dos dados em ambiente de sistema de informações geográficas (SIG) por meio do software QGIS. Os resultados evidenciaram a importância de identificar compartimentos do relevo de forma detalhada. Direcionando ao planejamento de forma correta em ambientes semiáridos tropicais, averiguando a dinâmica das formas de relevo predominantes na área de estudo.
Palavras-chave: Geomorfologia; Mapeamento; Relevo; Semiárido; Planejamento.

Abstract: The environments arranged in nature, over time end up undergoing modifications and consequences of accelerated form by human intervention, presenting instability in the dynamics of landscapes, impacting society and nature. In this sense, the present study aims to complement the scarcity of studies focused on this area, in order to propose a geomorphological compartmentalization for the municipality of Campo Formoso (BA). For this diagnosis, a bibliographic review related to geomorphological cartography in semi-arid environments was used as a basis. In addition, acquisition of satellite images to determine the stereoscopic pairs performing a digital stereoscopy, as well as georeferencing, vectorization, data integration in geographic information system (GIS) environment through QGIS software.The results showed the importance of identifying relief compartments in detail. Directing the planning correctly in tropical semi-arid environments, ascertaining the dynamics of the predominant relief forms in the study area.
Keywords: Geomorphology; Mapping; Relief; Semi-arid; Planning.

Fitofisionomias e Paisagens no Parque Estadual de Morro do Chapéu

Phytophysiognomies and Landscapes in Morro do Chapéu, Bahia (Brazil)

Vanessa Santos Ribeiro
Universidade Federal da Bahia
https://orcid.org/0000-0001-9575-6828
vribeiro@ufba.br

Matheus Santos Silva Figueiredo
Universidade Federal da Bahia
https://orcid.org/0009-0002-6472-8626
matheusssf@ufba.br

Rodrigo Santos de Jesus
Greenpeace Brasil
https://orcid.org/0009-0001-9701-960X
rjesus@greenpeace.org

Grace Bungenstab Alves
Universidade Federal da Bahia
https://orcid.org/0000-0002-7598-0467
gracebalves@gmail.com

Gustavo Luis Schacht
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
https://orcid.org/0000-0002-7536-6280
schacht@ufrb.edu.br

Resumo: O trabalho buscou discutir a paisagem no Parque Estadual de Morro do Chapéu, Chapada Diamantina, Bahia, analisando suas características incluindo as fitofisionomias de Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica. Através das interações entre solo, clima, relevo e vegetação. Examinamos os paleoambientes que influenciaram a expansão e retração dessas fitofisionomias. Foi possível reconhecer a existência de um ambiente heterogêneo de ecótonos e fatores biofísicos e antrópicos, os resultados apontam que o mosaico geobotânico atual resultou das oscilações de coberturas vegetais durante o Quaternário, com predominância/aparececimento de Florestas há 145 mil anos, Cerrado por volta de 138 mil anos e Caatinga cerca de 45 mil anos atrás. As características que atualmente permitem a manutenção destas fitofisionomias anômalas para as condições climáticas existentes, estão relacionadas a uma combinação de fatores, incluindo sistemas atmosféricos influenciados pela situação topográfica, assim como a própria forma condicionando os fluxos e possibilitando um mosaico de pedoclimas. Tais informações são importantes para pensarmos estratégias de adaptação às alterações climáticas e de conservação ambiental.
Palavras-chave: Ecótonos; Análise Integrada da Paisagem; Biogeografia.

Abstract: Our goal was to discuss the landscape in Morro do Chapéu, Chapada Diamantina (Bahia, Brazil) and analyze its characteristics, including the phytophysiognomies of the Caatinga, Cerrado, and Atlantic Forest, through the interactions between soil, climate, relief, and vegetation. We examined the palaeoenvironments that influenced the expansion and retraction of these phytophysiognomies. It was possible to recognize the existence of a heterogeneous ecotone environment and biophysical and anthropic factors. The results indicate that the current geobotanical mosaic resulted from the oscillations of vegetation cover during the Quaternary, with predominance/appearance of Forests 145 thousand years ago, Cerrado around 138 thousand years ago, and Caatinga about 45 thousand years ago. The characteristics that currently allow the maintenance of these anomalous phytophysiognomies for the existing climatic conditions are related to a combination of factors, including atmospheric systems influenced by the topographical situation as well as the form itself conditioning the flows and allowing a mosaic of pedoclimates. Such information is essential for developing strategies for adapting to climate change and environmental conservation.
Keywords: Ecotones, Integrative Landscape Analysis, Biogeography.

Aplicação do SL-index e KSN-index no estudo de *Knickpoints* dos afluentes do alto curso do Rio Preto, região oeste do estado da Bahia

The SL and KSN indices applications to the *knickpoints* study of tributaries from the upper Preto River, western region of Bahia state

Artur Magalhães de Brito
Universidade Federal do Oeste da Bahia - UFOB
https://orcid.org/0000-0003-3095-879X
arturbrito1@outlook.com

André de Oliveira Souza
Universidade Federal do Oeste da Bahia - UFOB
http://orcid.org/0000-0002-4937-0470
andreos@ufob.edu.br

Resumo: Perfis longitudinais sempre estiveram presentes nos estudos geomorfológicos, uma vez que constituem uma das principais formas de compreensão dos processos e dinâmicas fluviais. Nesse sentido, o principal objetivo do presente estudo foi comparar os resultados da aplicação dos índices SL e Ksn para avaliar a influência de aspectos litoestruturais e autogênicos na formação de *knickpoints* e/ou *knickzones* presentes nos perfis longitudinais de cada rio principal das sub-bacias do alto curso do Rio Preto, localizadas na região oeste do estado da Bahia. Os resultados demonstraram que os índices manifestaram diferentes sensibilidades às características físicas de cada bacia, indicando que a origem dos *knickpoints* se relaciona com fatores litoestruturais, tectônica e autogênicos.

Palavras-chave: Geomorfologia Fluvial; Perfil Longitudinal; Análises Morfométricas; Bacia do Rio Preto.

Abstract: Longitudinal profiles have always been present in geomorphological studies, as they represent one of the primary means of understanding fluvial processes and dynamics. In this context, the main objective of this study was to compare the results of applying the SL and Ksn indices to assess the influence of lithostructural and autogenic aspects on the formation of knickpoints and/or knickzones along the longitudinal profiles of each main river in the sub-basins of the upper course of the Preto River, located in the western region of the state of Bahia. The results demonstrated that the indices exhibited different sensitivities to the physical characteristics of each basin, indicating that the origin of knickpoints is related to lithostructural, tectonic, and autogenic factors.

Keywords: Fluvial Geomorphology; Longitudinal Profile; Morphometric Analysis; Rio Preto Watershed.

Caraterização das falésias costeiras ruiniformes do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil

Ruiniform coastal cliffs characterization of the Rio Grande do Norte, Northeast Brazil

João Correia Saraiva Junior
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RN
Orcid: 0000-0001-9100-1241
joao.correia@ifrn.edu.br

Zuleide Maria Carvalho Lima
Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Orcid: 0000-0002-6971-9801
zuleide.lima@ufrn.br6

Silas Samuel dos Santos Costa
Mestrado Europeu ERASMUS+ em Paleontologia, Geopatrimônio e Aplicações, Universidade do Minho, Portugal
Orcid: 0000-0002-0314-278X
silas.costa.105@gmail.com

Resumo: O litoral do Rio Grande do norte, com seus 410 km de extensão, apresenta variadas feições geomorfológicas que incluem dunas, falésias, lagoas e feições ruiniformes. O objetivo deste trabalho é caracterizar feições ruiniformes costeiras (falésias) presentes no litoral potiguar. Os percursos metodológicos incluem a revisão de literatura, trabalhos de campo e interpretação dos dados obtidos, a partir da abordagem indutiva. Os resultados apontam que os seis relevos ruiniformes identificados são falésias ativas, modeladas na Formação Touros, depositada aos 120 ky, no Pleistoceno Tardio. A deposição desta formação ocorreu após a elaboração de terraços marinhos sobre a então geomorfologia sedimentar da Formação Barreiras, evidenciado etapas da evolução geomorfológica do litoral potiguar, segundo as variações do nível do mar no Quaternário. Essas feições, embora possuam alto valor científico e estético, estão sendo bastante afetadas pela erosão costeira. Tal contexto, a longo prazo, levará à degradação, e até mesmo, ao completo desaparecimento dessas topografias ruiniformes.

Palavras-chave: Geomorfologia Costeira. Falésias. Dinâmica Costeira.

Abstract: The Rio Grande do Norte coast containing 410 km of extension, presenting diversity on geomorphological features that includes dunes, cliffs, lakes and ruiniform landforms. This paper aims to characterize coastal ruiniform morphologies (cliffs) in the Potiguar coast. The methodological Steps include the bibliographic review, field works and data interpretation based on the inductive approach. The results remark that all six reliefs identified are active cliffs, sculped on the Touros Formation, deposited in 120 ky during the Late Pleistocene. The deposition of this formation happened after the marine terraces associated to the present Barreiras Formation sedimentary geomorphology, highlighting geomorphological evolution steps in the Potiguar coast, according the Quaternary sea-level variations. Despite these features have high scientific and aesthetic values, these are suffering alterations due the coastal erosion issues. This context, in a long term, could mean the degradation to the complete disappearing of this ruiniform landforms.

Keywords: Coastal Geomorphology. Cliffs. Coastal Dynamics.

Análise Espacial em Arqueologia – Interação entre a Geomorfologia Granítica e morfologia de Sítios Arqueológicos no Lajedo do Bravo - PB

Spatial Analysis in Archaeology – Interaction between the granite geomorphology and the morphology of archaeological sites in the Lajedo do Bravo - PB

Rafael Oliveira de Araújo
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0005-5842-4230
rafael.oliveiraaraujo@ufpe.br

Bruno de Azevedo Cavalcanti Tavares
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0003-1823-3016
bruno.tavares@ufpe.br

Resumo: A Geoarqueologia como uma ciência multidisciplinar, busca com o auxílio das geociências, a interpretação das ocupações humanas pré-históricas e históricas. Este trabalho procura conseguir através das feições graníticas que compreendem a paisagem no Plúton do Bravo, localizado no semiárido paraibano. O motivo pelo qual a área foi escolhida durante o Quaternário para a ocupação de grupos humanos pode estar relacionada às várias feições graníticas que auxiliaram para esta permanência, que são evidenciadas por registros rupestres, além de vestígios líticos. Na área estudada, o Lajedo do Bravo é possível identificar diversas fáceis esculpidas no granito, que modelam a paisagem, criando formas que propiciavam a permanência desses grupos humanos como tafonis, karrens e gnammas. Essas formas graníticas propiciaram aos grupos humanos pré-históricos que ocuparam o Plúton do Bravo, condições para a possível subsistência na área, pois essas formas eram responsáveis por assegurar recursos para esses grupos como abrigos e reservatórios que acumulavam água durante o período de estiagem. Os sítios são representados por pinturas em boulders e tafonis que estão associados a possíveis abrigos e sítios a céu aberto com a presença de indústria lítica.

Palavras-chave: Geoarqueologia; Plúton do Bravo; Feições Geomorfológicas.

Abstract: Geoarchaeology as a multidisciplinary science seeks, with the help of geosciences, the interpretation of prehistoric and historical human occupations. This work seeks to achieve through the granite features that comprise the landscape in Plúton do Bravo, located in the semi-arid region of Paraíba. The reason why the area was chosen during the Quaternary for the occupation of human groups may be related to the various granitic features that helped for this permanence, which are evidenced by rock records, in addition to lithic remains. In the area studied, Lajedo do Bravo, it is possible to identify several easy sculptures in the granite, which model the landscape, creating forms that favored the permanence of these human groups such as Tafonis, Karrens and Gnammas. These granitic forms provided the prehistoric human groups that occupied the Bravo Pluton with conditions for possible subsistence in the area, as these forms were responsible for ensuring resources for these groups, such as shelters and reservoirs that accumulated water during the dry season. The sites are represented by paintings on boulders and tafonis that are associated with possible shelters and openair sites with the presence of lithic industry.

Keywords: Geoarchaeology; Plúton do Bravo; Geomorphological features.

Avaliação de Possíveis Controles Estruturais em Sub-bacias Utilizando Índices Morfométricos: Estudo de Caso da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Meio, PE-AL

Evaluation of Potential Structural Controls in Sub-basins Using Morphometric Indices: Case Study of the Paraíba do Meio River Watershed, PE-AL

Jonas Herisson Santos de Melo
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0003-3508-6433
jonas.melo@ufpe.br

Osvaldo Girão
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0002-5797-4450
osvaldo.girao@ufpe.br

Kallyne Teixeira Santos
Universidade Federal de Alagoas
0009-0005-6929-3264
kallyneteixeirasantos@gmail.com

José Danilo da Conceição Santos
Universidade Federal de Pernambuco
0000-0003-3102-5334
jose.danilo@ufpe.br

Kleython de Araújo Monteiro
Universidade Federal de Alagoas
0000-0003-4829-3722
kleython.monteiro@igdema.ufal.br

Resumo: A identificação do controle estrutural é essencial para compreender fatores que moldam a paisagem, especialmente nas bacias hidrográficas, que desempenham um papel fundamental na modelagem da paisagem natural através de suas dinâmicas. O uso de índices morfométricos desempenha um papel crucial na detecção de possíveis controles estruturais. A relação de bifurcação, por exemplo, permite avaliar o impacto de perturbações estruturais na drenagem e pode ser associada a outros índices, como a curva e a integral hipsométrica, que medem o equilíbrio da bacia hidrográfica. Valores entre 0,60 e 0,35 nessa curva indicam relevo senil, ligado a estágios de equilíbrio. Além disso, o índice de assimetria de bacia hidrográfica revela basculamentos associados à migração lateral de canais fluviais. Esses índices foram aplicados à BHRPM e a sub-bacias para identificar possíveis controles estruturais, levantando hipóteses sobre a presença destes controles e estabelecendo relações com o substrato rochoso e a presença de estruturas geológicas.
Palavras-chave: Índices morfométricos; geomorfologia estrutural; morfometria.

Abstract: The identification of structural control is essential for understanding the factors that shape the landscape, especially in hydrographic basins, which play a fundamental role in shaping the natural landscape through their dynamics. The use of morphometric indices plays a crucial role in detecting possible structural controls. The bifurcation ratio, for example, allows us to assess the impact of structural disturbances on drainage and can be associated with other indices, such as the hypsometric curve and integral, which measure the equilibrium of the hydrographic basin. Values between 0.60 and 0.35 on this curve indicate senile relief, associated with equilibrium stages. Additionally, the hydrographic basin asymmetry index reveals tilting associated with lateral migration of river channels. These indices were applied to BHRPM and sub-basins to identify potential structural controls, generating hypotheses about the presence of these controls, and establishing relationships with the rock substrate and the presence of geological structures.
Keywords: Morphometric índices; structural geomorphology; morphometry.

Ensino de Geografia Através do Estudo Integrado da Paisagem: Aula Prática de Campo no Agreste Sergipano

Teaching Geography Through the Integrated Study of Landscape: a Practical Field Class in Agreste Sergipano

Tiago de Jesus Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0009-0003-0545-0836
tiagosntsgeo@gmail.com

Maria Daniele Oliveira dos Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0009-0009-6102-4990
danioli1890@gmail.com

Cristiano Aprigio dos Santos
Universidade Federal de Sergipe
https://orcid.org/0000-0001-7502-9391
aprigeo@academico.ufs.br

Resumo: Para entender como se deu a origem das paisagens que são observadas na atualidade é preciso recorrer aos acontecimentos passados estabelecendo assim uma reconstrução paleoambiental. Os aspectos paisagísticos de Sergipe compõem quadros complexos e diversos. Sendo assim, o presente estudo tem como objetivo analisar o agreste sergipano tendo a paisagem do Domo de Itabaiana seu recorte espacial para estudo de caso a partir da perspectiva integrada, em que diferentes aspectos estão envolvidos nas transformações da paisagem, além de propor uma abordagem de ensino em que a teoria e a prática estejam conectadas procurando compreender as singularidades dessa área de transição. Para realizar uma análise da paisagem, foi feito pesquisa de campo e aprofundamento teórico de autores que discorrem sobre este tema. Com a finalidade de assegurar o (re)conhecimento e a articulação teórico-prática no ensino de Geografia.

Palavras-chave: Estudo da Paisagem; Agreste Sergipano; Domo de Itabaiana; Aula de Campo; Ensino de Geografia.

Abstract: To understand the origin of the landscapes observed today, it is necessary to resort to past events, thus establishing a paleoenvironmental reconstruction. The landscape aspects of Sergipe compose complex and diverse scenarios. Therefore, this present study aims to analyze the agreste sergipano, having the landscape of the Itabaiana Dome as its spatial scope for a case study from na integrated perspective, where different aspects are involved in landscape transformations, as well as proposing a teaching approach that connects theory and practice and comprehends the singularities of this transition area. To carry out a landscape analysis, field research and theoretical deepening of authors who discuss this topic were conducted. With the purpose of ensuring (re)knowledge and the theoretical-practical articulation in Geography teaching.

Keywords: Landscape Study, Agreste Sergipano, Domo de Itabaiana, Field Class, Geography Teaching.

A aula de campo como instrumento de aprendizagem teórica e prática no ensino da Climatologia: um relato de experiência

The field-class as an instrument of theoretical and practical learning in the teaching of Climatology: an a experience report

Maria do Socorro Silva Salvador
Universidade Federal do Paraná
https://orcid.org/0000-0002-6777-9317
maria.salvador6991@gmail.com

Rafaela Melissa Andrade Ferreira
Universidade Federal do Paraná
https://orcid.org/0000-0003-2721-4191
rafaela.andrade@ufpr.br

Andrei Tavares Fernandes
Universidade Federal do Paraná
https://orcid.org/0000-0002-0287-7573
andreimaestro@gmail.com

Pedro Augusto Breda Fontão
Universidade Federal do Paraná
https://orcid.org/0000-0002-7293-2742
pedrofontao@ufpr.br

Resumo: O trabalho de campo no Ensino Superior é considerado um aporte metodológico que visa contribuir no processo de ensino e aprendizagem dos discentes (de bacharelado e licenciatura). A partir desse pressuposto o presente artigo tem como objetivo relatar a atividade de campo no Parque Campos do Jordão, ocorrida nas turmas de graduação em Geografia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pertencente ao componente curricular da disciplina de Climatologia Aplicada. Para a efetivação da pesquisa foi utilizado como recurso metodológico levantamento bibliográfico e o relato de campo da experiência vivida. O resultado obtido mostrou que o Parque Campos do Jordão possui área bastante atrativa e preservada, o que se torna um ponto referencial para a aprendizagem dos alunos, bem como a visitação de turistas. Diante disto concluísse que atividade de campo é um método que contribuem significativamente no processo de aprendizagem dos discentes.

Palavras-chave: Graduação em Geografia; Trabalho de campo; Ensino Superior**.**

Abstract: The fieldwork in Higher Education is considered a methodological contribution that aims to contribute to the teaching and learning process of students (in bachelor's and degree). Based on this assumption, this article aims to report the field activity in the Campos do Jordão Park, which occurred in the undergraduate classes in Geography of the Federal University of Paraná (UFPR), belonging to the curricular component of the discipline of Applied Climatology. For the effectiveness of the research was used as a methodological resource bibliographic survey and the field report of the lived experience. The result obtained showed that the Campos do Jordão Park has a very attractive and preserved area, which becomes a reference point for student learning, as well as the visitation of tourists. Given this, conclude that field activity is a method that contributes significantly to the learning process of students.

Keywords: Graduation in Geography; Fieldwork; Higher education.

Descobrindo a costa da Bahia: criação de uma Plataforma Digital de Informações Costeiras para o ensino de Geografia

Discovering the coast of Bahia: creation of a Digital Platform of Coastal Information for the teaching of Geography

Jackson Borges Coelho
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA
0009-0004-9695-1093
borgesjacksoon@gmail.com

Larissa da Silva Santana
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA
0000-0001-5514-2696
ls98silva@gmail.com

Plínio Martins Falcão
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA
0000-0002-7534-7709
plinio@ifba.edu.br

Resumo: Este projeto vem sendo desenvolvido na modalidade de Projeto de Iniciação ao Desenvolvimento Tecnológico e Científico, com o apoio do Instituto Federal da Bahia e do Conselho Nacional de Pesquisa. Objetiva criar uma plataforma com dados da Zona Costeira, inicialmente contemplando informações do Estado da Bahia. Atualmente, contempla dados climáticos, de marés e ondas, que datam de 1990 a 2022. Para tanto, conta com a pesquisa bibliográfica, documental e cartográfica sobre o tema, tendo em vista, que a zona costeira é dinamicamente equilibrada pela interação entre as forças naturais, e também a intervenção humana através do uso e ocupação do solo. Dessa forma, espera-se contribuir, agregando informações mais precisas sobre a estrutura morfodinâmica do Estado, que possui uma costa extensa, alvo de interesse turístico e imobiliário, auxiliando professores, estudantes e interessados no tema, de forma didática e simplificada, e na formação profissional qualificada do(a) professor(a) de Geografia.

Palavras-chave: Tecnologias; Geografia escolar; Clima; Zona costeira; Bahia.

Abstract: This project is being developed as an Initiation Project for Technological and Scientific Development, with the support of the Federal Institute of Bahia and the National Research Council. It aims to create a platform with data from the Coastal Zone, initially including information from the state of Bahia. It currently includes climate, tide and wave data dating from 1990 to 2022. To this end, it relies on bibliographic, documentary and cartographic research on the subject, bearing in mind that the coastal zone is dynamically balanced by the interaction between natural forces, and also human intervention through land use and occupation. In this way, we hope to contribute by adding more precise information on the morphodynamic structure of the state, which has an extensive coastline, a target of tourist and real estate interest, helping teachers, students and those interested in the subject, in a didactic and simplified way, and in the qualified professional training of Geography teachers.

Keywords: Technologies; School geography; Climate; Coastal zone; Bahia.

Desafios no Ensino da Climatologia Geográfica: Proposição do Jogo “O Observador” Como Dispositivo Didático

Challenges in Teaching Geographical Climatology: Proposing the Game "The Observer" as a Didactic Device

Juliana Pereira Petronilio dos Santos
UEFS – Universidade Estadual de Feira de Santana
petroniliojuliana@gmail.com

Plínio Martins Falcão
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia – Campus Salvador

Resumo: A pesquisa apresenta um instrumento didático ao docente de Geografia para o ensino da Climatologia Geográfica por meio de uma abordagem lúdica, apresentando uma estação climatológica para os discentes, seguindo as etapas metodológicas: (I) Pesquisa bibliográfica e visita a estação meteorológica da cidade de Salvador; (II) Elaboração da ferramenta didática; (III) Planejamento da sequência didática e do uso do jogo em sala de aula e aplicação; (IV) Coleta de feedback dos discentes que participaram. Como resultado o jogo de tabuleiro “O Observador”, pautado em perguntas e respostas acerca do tempo e clima e dos componentes da estação meteorológica e ao tabular os dados do questionário aplicado, obteve-se o apontamento para a necessidade de uma maior explicação dos conteúdos e melhoria da sequência didática e repetição da aplicação do jogo, forte interesse dos discentes e habilidades notadas durante a prática. Com isso, o jogo afirma-se como nova alternativa didática e possibilidade de ampliação.

Palavras-chave: Estações Meteorológicas, Jogo de tabuleiro, Climatologia Geográfica.

Abstract: The research presents a didactic instrument to the Geography teacher for the teaching of Geographic Climatology through a playful approach, presenting a climatological station for the students, following the methodological steps: (I) Bibliographical research and visit to the meteorological station of the city of Salvador ; (II) Elaboration of the didactic tool; (III) Planning of the didactic sequence and use of the game in the classroom and application; (IV) Collecting feedback from students who participated. As a result, the board game “The Observer”, based on questions and answers about the weather and climate and the components of the meteorological station and by tabulating the data from the applied questionnaire, pointed out the need for a greater explanation of the contents and improvement of the didactic sequence and repetition of the application of the game, strong interest of the students and abilities noticed during the practice. With this, the game asserts itself as a new didactic alternative and possibility of expansion.

Keywords: Meteorological Stations, Board game, Geographic Climatology.

A Geografia e a Educação Ambiental: percepções de estudantes da Universidade Federal de Sergipe sobre Sujeito Ecológico

Geography and Environmental Education: perceptions of students at the Federal University of Sergipe about the Ecological Subject

Rafael Barbosa do Espírito Santo
Universidade Federal de Sergipe-UFS
0009-0000-5297-610X
rafageo@academico.ufs.br

Carolina Oliveira Andrade
Universidade Federal de Sergipe-UFS
0009-0004-9756-6613
andrade3carol@gmail.com

Rafael Cardoso da Silva Neto
Universidade Federal de Sergipe-UFS
0009-0003-4721-329X
rafaelcsneto28@gmail.com

Márcia Eliane Silva Carvalho
Universidade Federal de Sergipe-UFS
0000-0003-2209-6341
marciacarvalho@academico.ufs.br

Resumo: O ensino da Geografia aliado a Educação Ambiental pode representar um alicerce teórico que contribua para a formação dos educandos tanto na educação básica quanto no ensino superior, no que diz respeito a compreensão da diversidade de ecossistemas que constituem o planeta, refletindo em práticas ecológicas associadas à manutenção do equilíbrio desses ambientes. Este trabalho busca estabelecer um diálogo entre a Geografia e a Educação Ambiental, avaliando o nível de conhecimento de uma amostra de estudantes da Universidade Federal de Sergipe a respeito do conceito de Sujeito Ecológico e suas práticas. Foi realizada uma pesquisa de opinião para verificar o nível de entendimento entre estudantes de diversas áreas. Os resultados obtidos informaram o conhecimento em torno do sujeito ecológico e fatores que dificultam atitudes ecológicas. Logo, evidencia a necessidade de promover uma Educação Ambiental integrada à Geografia, a fim de desenvolver os educandos a serem sujeitos ecológicos conscientes e críticos.

Palavras-chave: Sujeito Ecológico; Geografia; Práticas Ecológicas; Educação Ambiental.

Abstract: The teaching of Geography allied to Environmental Education can provide a theoretical foundation that contributes to the education of students in both basic and higher education, in terms of understanding the diversity of ecosystems that make up the planet, reflecting on ecological practices associated with maintaining the balance of these environments. This work seeks to establish a dialog between Geography and Environmental Education, assessing the level of knowledge of a sample of students at the Federal University of Sergipe regarding the concept of the Ecological Subject and its practices. An opinion poll was carried out to check the level of understanding among students from different disciplines. The results show that there is a lack of knowledge about the ecological subject and factors that hinder ecological attitudes. It therefore highlights the need to promote Environmental Education integrated with Geography in order to develop students into conscious and critical ecological subjects.

Keywords: Ecological subject; Geography; Ecological practices; Environmental Education.

Caracterização físico-ambiental da planície do Riacho das Porteiras, Alto Submédio São Francisco

Physico-environmental characterization of the plain of Riacho das Porteiras, High Submédio San Francisco

Breno dos Santos Costa
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
0009-0002-7318-3672
breno.santos@upe.br

Luiz Henrique de Barros Lyra
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
0000-0003-3729-7023
luizhenrique.lyra@upe.br

Samara Izabel Souza
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
0009-0003-0800-1497
samara.izabel@upe.br

Felipe Gonçalves Campos
Universidade de Pernambuco, Campus Petrolina
0009-0006-4816-6714
felipe.campos@upe.br

Resumo: O Riacho das Porteiras afluente intermitente do Rio São Francisco, bem como sua planície, situado no município de Petrolina – PE, desempenha um importante papel na vazão e escoamento das águas das chuvas e no equilíbrio natural dos sistemas hidro-geomorfológicos. Neste, sobretudo, ao apresentar vários hábitats transicionais entre os meios terrestres e aquáticos, se diferencia pela sua morfologia e seu grau de comunicação constante ou intermitente com os rios e seus tributários, apresentando um ambiente ecossistêmico de maior riqueza em biodiversidade. A ocupação e o uso desordenado das suas terras intensificadas pelas práticas agrícolas e a expansão dos loteamentos urbanos no seu leito, vêm ocasionando forte degradação e impactos socioambientais. Portanto, o presente estudo ao caracterizar e analisar integralmente os condicionantes físico-ambientais da planície do Riacho das Porteiras poderá contribuir para o planejamento do ordenamento territorial urbano e o desenvolvimento socioeconômico e ambiental da cidade e do Submédio São Francisco.

Palavras-chave: Caracterização Físico-ambiental; Planície; Riacho das Porteiras; Submédio São Francisco.

Abstract: The Riacho das Porteiras, an intermittent tributary of the San Francisco River, as well as its plain, located in the municipality of Petrolina - PE, plays an important role in the flow and drainage of rainwater and in the natural balance of the hydro-geomorphological systems. In this, especially, by presenting several transitional habitats between terrestrial and aquatic environments, it is distinguished by its morphology and its degree of constant or intermittent communication with rivers and their tributaries, presenting an ecosystem environment of greater biodiversity richness. The occupation and disorderly use of its lands, intensified by agricultural practices and the expansion of urban subdivisions in its bed, have been causing severe degradation and socio-environmental impacts. Therefore, the present study, by fully characterizing and analyzing the physical and environmental conditions of the Riacho das Porteiras plain, will be able to contribute to the planning of urban territorial organization and the socioeconomic and environmental development of the city and the Submédio San Francisco.

Keywords: Characterization Physical-environmental; Plain; Riacho das Porteiras; Submédio San Francisco.

Vulnerabilidade à Erosão do Solo na Bacia Hidrográfica do Baixo São Francisco: Uma Visão Integrada Entre Geomorfologia e Cobertura e Uso Da Terra

Vulnerability to Soil Erosion in the Lower São Francisco River Watershed: an Integrated Vision Between Geomorphology and Land Use and Cover

Jessyca Janyny de Oliveira Saraiva-Maia
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0009-0002-8803-1647
janyny43@gmail.com

David Luiz do Nascimento Santos
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0009-0008-1436-4223
david.santos.rag@gmail.com

Ana Luiza Epifanio de Souza
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0009-0002-6939-4004
ana.epifanio@academico.ufpb.br

Milena Dutra da Silva
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0002-8970-1158
milena.dutra@ccae.ufpb.br

Nadjacleia Vilar Almeida
Universidade Federal da Paraíba
https://orcid.org/0000-0003-3949-133
nadjacleia@ccae.ufpb.br

Resumo: O processo erosivo é um fenômeno intrinsecamente natural, que tem sido agravado e acelerado ao longo do tempo pelas ações humanas. As variáveis geomorfológicas e de cobertura e uso da terra influenciam, tanto os processos naturais quanto os antrópicos. Este estudo visa analisar a vulnerabilidade à erosão com ênfase nos componentes da geomorfologia e da cobertura e uso da terra na bacia hidrográfica do baixo São Francisco. Utilizando a análise integrada da paisagem e a teoria da Ecodinâmica, os ambientes foram classificados em termos de estabilidade ou instabilidade. Os resultados revelam que a média estabilidade predomina em 66% da bacia, situando-a em uma preocupante fronteira entre a pedogênese e a morfogênese. Este estudo constatou que o uso e cobertura do solo são fatores-chave para determinação da vulnerabilidade erosiva da bacia e que as características geomorfológicas estáveis da região tendem a estabilizar os processos erosivos em diversas áreas.
Palavras-chave: Erosão, Planejamento Ambiental, Índices Morfométrico, Paisagem.

Abstract: The erosive process is an inherently natural phenomenon, which has been aggravated and accelerated over time by human actions. Geomorphological and land cover and land use variables influence both natural and anthropogenic processes. This study aims to analyze vulnerability to erosion with an emphasis on geomorphological components and land use and land cover in the lower São Francisco watershed. Using integrated landscape analysis and Ecodynamics theory, environments were classified in terms of stability or instability. The results reveal that moderate stability predominates in 66% of the watershed, placing it on a delicate boundary between pedogenesis and morphogenesis. This study found that land use and land cover are key factors in determining the erosive vulnerability of the watershed and that the stable geomorphological characteristics of the region tend to stabilize erosive processes in various areas.
Keywords: Erosion, Environmental Planning, Morphometric Indices, Landscape.

INTERTRÓPICOS
Laboratório de Pesquisas em Dinâmicas das Paisagens Intertropicais

CFCH
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS

ANTROPOGEO
Grupo de pesquisa em antropogeomorfologia

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO